Universidad Latina de Costa Rica

Laureate International Universities

Licenciatura en Ingeniería en Electrónica con énfasis en Telecomunicaciones

Diseño de un manual de recomendaciones técnicas para el correcto aprovisionamiento de equipos de transmisión y recepción de señales de televisión digital aplicable en las empresas de radio y televisión de Costa Rica, año 2016

Autor: Ing. Ronny Ramírez Vargas

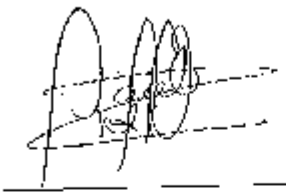
Proyecto para optar por el grado académico de licenciatura en Ingeniería Electrónica con énfasis en Telecomunicaciones

Heredia, Costa Rica

Agosto 2016

ii

TRIBUNAL EXAMINADOR



Firma

Ing. Paulo César Irias Hernández, MBA

Representante del Rector

Firma

Ing. Esteban Palma Gutiérrez, MGP

Tutor

Firma

Ing. Luis Andrés Brenes Oses, MRT

Lector

iii

Heredia, 29 de agosto 2016

Señores

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

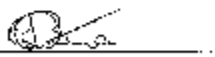
SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado "**Diseño de un manual de recomendaciones técnicas para el correcto aprovisionamiento de equipos de transmisión y recepción de señales de televisión digital aplicable en las empresas de radio y televisión de Costa Rica, año 2016.**", elaborado por el estudiante **Ronny Ramírez Vargas**, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por la Licenciatura en Ingeniería Electrónica con énfasis en Telecomunicaciones.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad Latina de Costa Rica, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,



Ing. Luis Andrés Brenes Oses, MRT

LECTOR

Heredia, 29 de agosto 2016

iv

Heredia, 29 de agosto 2016

Señores

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado "**Diseño de un manual de recomendaciones técnicas para el correcto aprovisionamiento de equipos de transmisión y recepción de señales de televisión digital aplicable en las empresas de radio y televisión de Costa Rica, año 2016.**", elaborado por el estudiante **Ronny Ramirez Vargas**, como requisito para que el citado estudiante pueda optar por la Licenciatura en Ingeniería Electrónica con énfasis en Telecomunicaciones.

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad Latina de Costa Rica, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,

Ing. Esteban Palma Gutiérrez, MGP

TUTOR

San Rafael de Heredia, 01 de setiembre de 2016

Señores
Universidad Latina de Costa Rica
Presente

Estimados señores:

En mi calidad de filóloga, hago constar que he revisado el Proyecto para optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería en Electrónica con énfasis en Telecomunicaciones, bajo el título:

"Diseño de un manual de recomendaciones técnicas para el correcto aprovisionamiento de equipos de transmisión y recepción de señales de televisión digital aplicable en las empresas de radio y televisión de Costa Rica, año 2016", elaborado por el estudiante Ing. Ronny Ramírez Vargas.

La revisión se hizo en la parte morfosintáctica, forma, estilo, redacción, puntuación y ortografía; por lo cual este trabajo está listo en tales aspectos para ser presentado ante la Universidad.

Xinia Arguedas Rodríguez
Filóloga
Teléfono 22 37 61 66
San Rafael de Heredia

Xinia Arguedas Rodríguez
Filóloga
Cédula 1 458 488
Carné 06032

Agradecimientos

Ante todo, agradecer a Dios por guiarme durante este largo y duro proceso, por haber puesto en mí, ese sentimiento de responsabilidad y empeño para toda mi carrera universitaria.

Gracias a todos mis familiares, por apoyarme e incentivarme por medio de sus oraciones diarias a seguir adelante a pesar de todos los tropiezos y sinsabores que a lo largo de la vida se han presentado.

Les agradezco a todos los docentes, técnicos, compañeros de clase e ingenieros que estuvieron a mi lado durante cada curso, asesoría, capacitación y tutoría por haberme guiado con su valiosa experiencia, compañía, apoyo y por haber facilitado el conocimiento requerido para la elaboración de este proyecto.

A todos mis amigos y compañeros de vida, que con pequeñas o grandes acciones siempre me han apoyado y motivado para culminar esta meta y confían en mí como profesional y amigo.

Dedicatoria

A mis padres y hermanos por ser los pioneros de este proyecto desde inicios de mi vida, los cuales hicieron que esta meta se lograrán con grandes esfuerzos y sacrificios, a ellos que me hicieron una persona de bien, que siempre guiaron mis pasos y me mostraron la importancia de seguir mis estudios y que nunca perdiera el rumbo correcto, por confiar en mí, por aconsejarme, por ser mi fortaleza siempre con sus oraciones, con su trabajar y con sus palabras de aliento.

Gracias a mi familia que me motiva cada día para seguir adelante, especialmente a mi esposa "*mi fortaleza y apoyo*", que siempre está a mi lado hasta en las noches de desvelo junto a nuestra pequeña, que ha sido un ángel en este largo proceso pues, cada vez que la veo sonreír me da energías para seguir adelante. Ella es a quien llamo *"mi motor de vida"* y será siempre mi mayor bendición y mi mayor motivación para seguir adelante.

A mi hermano y a mi abuelo quienes no están junto a mi ahora; pero que desde niño me decían; estudia lo que te gusta hacer, aprende y trabaja en lo que te gusta; tu llevas un ingeniero dentro de ti; debes desarrollarlo, jugar, aprender, observar y llevar a cabo todos tus sueños con amor, perseverancia y esfuerzo. Adelante mi amigo.

Resumen Ejecutivo

Se presenta en este documento el diseño y la propuesta de implementación de un manual de recomendaciones técnicas para el correcto aprovisionamiento de equipos de radio y televisión digital en miras al apagón analógico propuesto por el gobierno.

Se Inicia el trabajo con una síntesis de toda la normativa nacional en relación con los conceptos necesarios para desarrollarse adecuadamente en las distintas etapas implícitas en un canal de televisión digital desde leyes, decretos, normativas y demás documentos legales importantes, hasta recomendaciones brindadas por parte del personal que labora en las distintas compañías.

Se documentará la información recopilada de las entrevistas realizadas a los expertos del país líderes en temas de Radio y Televisión Digital; para definir así, los conocimientos teóricos y prácticos necesarios con el fin de desarrollarse correctamente como un técnico dentro de una empresa dedicada a la producción y transmisión de audio y video profesional, destacando que existen muchos acrónimos y términos afines al tema que serán desarrollados en el final de la tesis como referencia.

Se realizarán varias visitas técnicas a las principales estaciones de radio y televisión con el fin de conocer la realidad en temas de equipamiento y apoyar así la creación de varios diagramas en bloques generales de todas las etapas implícitas en una empresa de producción audiovisual. Por último, se realizará una serie de recomendaciones de equipamiento para las televisoras que aún no inician su transición hacia la televisión digital y que necesitarán de este trabajo para generar un panorama de referencia que les ayude a dirigir sus inversiones económicas; claro está sin dejar de lado que las cinco principales estaciones de radio y televisión de Costa Rica son base y clave en este trabajo para las cuales, también se generan recomendaciones basados en las nuevas tecnologías de audio y video profesional tales como procesamiento, control y almacenamiento IP.

Tabla de contenido

Capítulo I: Introducción 1
1.1. Antecedentes 2
1.2. Planteamiento del problema 4
1.3. Objetivo General 5
1.4. Objetivos específicos 5
1.5. Justificación del tema 7
Capítulo II: Fundamentación teórica 9
2.1. Televisión analógica y digital en Costa Rica 10
2.2. Políticas y normativas nacionales importantes 14
2.2.1. Ley de Radio y Televisión 1758 14
2.2.2. Ley General de Telecomunicaciones 8642 15
2.2.3. Decreto ejecutivo 35657 16
2.2.4. Decreto ejecutivo 36009 16
2.2.5. Decreto ejecutivo 36774 16
2.3. Estándares de televisión analógica 17
2.3.1. Estándar PALplus 18
2.3.2. Estándar NTSC 19
2.4. Estándares de televisión digital 24
2.4.1. Estándar ATSC 26
2.4.2. Estándar DVB 26
2.4.3. Estándar DTMB 26
2.4.4. Estándar ISDB 27
2.5. Formas de entrega de la televisión digital 29
2.5.1. Televisión Digital Terrestre, TDT 30
2.5.2. Televisión por cable, CATV 31
2.5.3. Televisión por protocolos IP, IPTV 41
2.5.4. Televisión vía satélite 47
2.5.5. Video y Audio Streaming 49

2.5.6. VOD, video a la carta y televisión al día 53
2.5.7. Pago por visión PPV y Set Top Box 55
2.5.8. Televisión Móvil y portátil 56
2.5.9. Televisión por Internet y dispositivos OTT 61
2.6. Digitalizando la señal de video y audio 64
2.6.1. Descripción del flujo de datos de video 65
2.6.2. Compresión y digitalización del video 67
2.7. Televisión en alta definición y resoluciones en pantalla 70
2.7.1. Resolución en pantalla HDTV 72
2.7.2. Ultra alta definición UHD y 4K 73
2.8. Redes y Servidores para la televisión digital 76
2.8.1. Servidores de audio, video y datos 80
2.8.2. Arquitecturas de redes DAS, SAN y NAS 86
2.9. Cableado estructurado para centrales técnicas 93
2.10. Fibra óptica para audio, video y datos 96
2.11. Centros de procesamiento de datos Data Center 99
2.11.1. Infraestructura ANSI/TIA 942 100
2.11.2. Certificación ANSI/TIA-942 100
2.11.3. Nivel de Clasificación TIER 101
2.11.4. Normativa eléctrica EIA/TIA 607 102
2.12. Sistemas de radio analógica y digital 103
2.13. Innovación en radio y televisión digital 106
Capítulo III: Marco Metodológico 108
3.1. Tipo de investigación 109
3.2. Sujetos y fuentes de información 110
3.3. Características de las Empresas 111
3.3.1. Representaciones Televisivas S.A. Repretel 111
3.3.2. Televisora de Costa Rica Teletica 111
3.3.3. Sistema Nacional de Radio y Televisión SINART 112

3.3.4. Sociedad periodística Grupo Extra S.A 113
3.3.5. Cadena Internacional Cristiana Enlace 113
3.4. Características de los informantes clave 114
3.5. Variables e indicadores 114
3.6. Descripción de los instrumentos 115
3.7. Descripción de las entrevistas 116
3.7.1. Puntos a cubrir con las entrevistas 116
3.7.2. Lo que se espera de las entrevistas 117
3.7.3. Elección de informantes clave 117
3.7.4. Convocatoria a las entrevistas 117
3.7.5. Ejecución de las entrevistas 118
3.7.6. Preguntas frecuentes 118
3.7.7. Detalles de la ejecución del trabajo 119
3.7.8. Programación de visitas 120
3.8 Análisis de la información 122
3.8.1. Resultado de las Entrevistas 122
3.8.2. Observaciones y detalles 137
3.9. Planteamiento del proyecto 138
3.10. Cronograma del proyecto 140
Capítulo IV: Manual de recomendaciones técnicas 143
4.1. Alcances del tema 145
4.2. Limitantes del tema 145
4.3. Organigrama empresarial de una televisora 146
4.4. Identificación de la infraestructura actual 147
4.4.1. Diagrama en bloques de una emisora de televisión 147
4.4.2. Diagrama en bloques de un enlace de microondas 150
4.4.3. Diagrama en bloques del estudio de Televisión 152
4.4.4. Diagrama en bloques de un sistema de transmisión ISDB-tb 156
4.4.5. Diagrama en bloques de una móvil de televisión 159

4.4.6. Diagrama en bloques de un sistema satelital de cabecera 162
4.4.7. Diagrama en bloques de una Central técnica 166
4.4.8. Diagrama en bloques de los intercomunicadores de audio 168
4.4.9. Diagrama en bloques de las arquitecturas de IP 170
4.5. Recomendaciones de innovación y equipamiento 172
4.5.1. Recomendaciones de Cámaras de estudio y noticieros 175
4.5.2. Recomendaciones en switcher de video 184
4.5.3. Recomendaciones en Iluminación LED y control DMX 185
4.5.4. Recomendaciones en mesas de mezcla de sonido 187
4.5.5. Recomendaciones en enlaces y equipo de microonda 190
4.5.6. Recomendaciones en equipo de transmisión de potencia ISDB 192
4.5.7. Recomendaciones en equipo de medición 193
4.5.8. Recomendaciones en equipo de enlaces Satelitales 196
4.5.9. Recomendaciones en equipo de sincronismo y enrutamiento 197
4.5.10. Recomendaciones en intercomunicadores 200
4.5.11. Recomendaciones en Cables y antenas 201
4.5.12. Recomendaciones en monitores de video 203
4.5.13. Recomendaciones de equipamiento de video y audio IP 204
4.5.14. Recomendaciones en servidores de audio y video 205
4.6. Análisis económico 206
Análisis de resultados 209
Conclusiones 210
Recomendaciones 213
Bibliografía 215
Referencia de páginas en el world wide web 215
Referencias de libros con autor y editor 217
Glosario 218
Acrónimos 222
Anexos 230

Anexo No. 1 230
Anexo No. 2 232
Anexo No. 3 238
Anexo No. 4 243

Índice de Figuras

Figura 1. Pioneros de la radio y televisión de Costa Rica 14
Figura 2. Señal de video NTSC analógica 21
Figura 3.Ancho de banda de televisión analógica 21
Figura 4. Sistema de Televisión mejorado TVDM-II 23
Figura 5. Señales de ayuda VT, VH y HH 23
Figura 6. Barras SMPTE para calibrar equipo 24
Figura 7. Estándares y entes reguladores de TDT 25
Figura 8. Sistema fibra hasta la antena FTTA 39
Figura 10. Planta externa y planta interna servicios xDSL 46
Figura 9. Equipos xDSL e IPTV 46
Figura 11. Servicio Unicast y multicast 55
Figura 12. Equipo recepción multi-formato ISDB-tb 60
Figura 13. Distribuciones de red SFN y MFN 61
Figura 14. Dispositivos OTT más populares 64
Figura 15. Digitalización de un cuadro imagen de video 68
Figura 16. Formatos de imagen UHD calidad cine y televisión 76
Figura 17. Transmisor y receptor de microonda digital 79
Figura 18. Gabinete principal de entrada backbone 94

Figura 19. Cableado vertical y horizontal, puesta de tierra y salidas de usuario 95

Figura 20. Distribución del rack vertical de 42 RU's y su distribución final 96

Figura 21. Cableado estructurado de fibra óptica y cobre 98

Figura 22. Data Center dedicado al Playout y al VOD 103

Figura 23. Equipo de transmisión y recepción de microonda 152

Figura 24. Transmisores de televisión digital 159

Figura 25. Móviles de televisión digital 160

Figura 26. Sistema modular satelital banda C 163

Figura 27. Operación triaxial y de fibra óptica 176

Figura 28. Configuración del sistema con cámara network unit CNU-700 178

Figura 29. Flujo de trabajo del sistema Live IP de Sony 180

Figura 30. Video Grabadoras recomendadas 182

Figura 31. Video Grabadoras actuales 182

Figura 32. Switchers de video de control master 185

Figura 33. Consola DMX para iluminación 187

Figura 34. Mesa de mezcla de sonido 190

Figura 35. Equipos de microonda 191

Figura 36. Transmisor ISDB-Tb marca NEC 193

Figura 37. Equipos de análisis y medición de campo 195

Figura 38. Equipos de recepción satelital 197

Figura 39. Equipo de sincronismo y enrutamiento 199

Figura 40. Cabina de Radio 201

Figura 41. Antenas y paneles UHF 203

Índice de Diagramas

Diagrama 1. Sistema PALplus recomendación UIT-R BT.601 19

Diagrama 2. Topología de conexión de equipo de transmisión 31

Diagrama 3. Cabecera de televisión por cable 34

Diagrama 4. Redes troncales y de distribución de F.O y HFC 37

Diagrama 5. Diagrama en bloques de un sistema RF Overlay 41

Diagrama 6. Sistema FTTP para IPTV 43

Diagrama 7. Topología xDSL para IPTV y triple play 45

Diagrama 8. Estructura satelital DTH 49

Diagrama 9. Sistema video streaming 52

Diagrama 10. Pila de protocolos para video streaming 53

Diagrama 11. Paquete transport Stream MPEG-2 67

Diagrama 12. Arquitectura de un servidor de video 85

Diagrama 13. Distribución básica de una central técnica 87

Diagrama 14. Conexiones de un sistema SAN 90

Diagrama 15. Conexiones de un sistema NAS 91

Diagrama 16. Combinación de sistemas SAN y NAS para la data center de una empresa de radio y TV 92

Diagrama 17. Organigrama empresarial de una televisora 147

Diagrama 19. Sistemas de transmisión y recepción de microonda 151

Diagrama 20. Audio profesional de un estudio de Televisión 154

Diagrama 21. Iluminación DMX profesional de un estudio de televisión 155

Diagrama 22. Video profesional de un estudio de televisión 156

Diagrama 23. Sistema de Televisión Digital actual ISDB-tb 158

Diagrama 24. Equipo de una móvil de Alta Definición 161

Diagrama 25. Sistema de transmisión y recepción satelital 165

Diagrama 26. Sincronismo y monitoreo de la señal 167

Diagrama 27. Intercomunicadores de audio 169

Diagrama 28. Arquitectura general IP de una televisora 171

Índice de Tablas

Tabla 1. Contactos de informantes clave de las empresas entrevistadas 114

Tabla 2. Conocimiento teórico metodológico en temas de radio y televisión digital 122

Tabla 3. Conocimiento de la infraestructura de radio y televisión digital 131

Tabla 4. Cronograma de actividades 140

Tabla 5.Tabla de variables e indicadores 230

Tabla 6. Lista de canales de televisión 238

Índice de Gráficos

Gráfico 1. Nivel de conocimientos teóricos 123

Gráfico 2. Nivel de conocimientos en formas de entrega televisiva 124

Gráfico 3. Nivel de necesidad de conocimiento en redes informáticas 126

Gráfico 4. Utilidad de la fundamentación teórica de radio y televisión digital 127

Gráfico 5. Conocimiento en infraestructura de equipos de estudio y producción 128

Gráfico 6. Conocimiento en infraestructura de central técnica 130

Gráfico 7. Conocimiento en infraestructura de transmisión 132

Gráfico 8. Utilidad del manual de recomendaciones técnicas desarrollado 137

Capítulo I: Introducción

En Costa Rica actualmente existe una deficiencia de información, capacitación técnica, aplicación y desarrollo en temas de televisión digital; por esta razón se desarrollará en la presente investigación, un plan para la colaboración directa a las empresas dedicadas a la radio y la televisión en pro del desarrollo tecnológico de dicha área, considerando las necesidades actuales de los técnicos e ingenieros de planta.

El tema es de gran interés de todas las entidades de radio y televisión de Costa Rica y el Departamento de Ingeniería de la Universidad Latina de Heredia, considerando que la digitalización del espectro y las redes de audio y video profesional son ramas muy innovadoras y específicas de las telecomunicaciones actuales, además de ser punto de convergencia de muchas especialidades técnicas tales como: la telemática con sus redes IPV6, la informática con temas tales como los servidores de audio y video en LINUX y MAC, la electrónica digital en relación directa con todos los equipos de intercomunicación, almacenamiento y procesamiento de señales, la producción y edición audiovisual y todos los medios de transmisión guiados y no guiados tales como la fibra óptica, la microonda digital, el internet de banda ancha y otros temas que conllevan a un solo producto final.

1.1. Antecedentes

Existen varias investigaciones que fomentan el desarrollo de esta tesis; una de las más importantes es la realizada por parte del Instituto Nacional de Aprendizaje[1] para el desarrollo de un proyecto de capacitación dirigido a las empresas de radio y televisión digital, llamado “Técnico especializado en audio y video digital”; ello demostró la existencia de una gran necesidad de capacitación y apoyo logístico hacia los trabajadores de estas áreas y la necesidad a nivel país de técnicos en telecomunicaciones y redes informáticas con un énfasis en audio y video profesional.

Por parte del Viceministerio de Telecomunicaciones y el Ministerio de Ciencia y Tecnología (MICITT), se encuentran en la elaboración del proyecto a la nueva ley de

[1] (INA, 2013) Programa de audio y video digital.

radio y televisión, como reforma a Ley 1758[2]; enfocados en la digitalización del espectro radio eléctrico. Siendo este otro antecedente que demuestra la gran necesidad de crear planes de apoyo para el desarrollo de las compañías públicas y privadas ligadas al gremio de las telecomunicaciones en general, para lograr desarrollar de la mejor manera los proyectos planteados, denotando la relevancia país del tema.

Las personas expertas del área reflejan la necesidad de capacitación en muchos temas tales como: conceptos de televisión digital básica, modulación digital, codificación de video, bases de fibra óptica, cableado estructurado, redes informáticas y servidores e interpretación de diagramas internos de equipos e infraestructura general de una empresa de radio y televisión.

Los ingenieros y técnicos del área avanzan paso a paso conforme las tecnologías de la información y el presupuesto anual lo permite pues, también la digitalización implica detalles de gran importancia tales como: saber cuál es la mejor forma en que el usuario final consume los contenidos televisivos y como estar al tanto de la tecnología, manteniendo siempre la estructura híbrida analógica y digital actual de telecomunicaciones con miras a renovar todos los sistemas que involucran las distintas formas de entrega y consumo de la televisión.

Por todo lo anterior y la poca preparación del personal técnico de las empresas de radio y televisión de Costa Rica en los aspectos técnicos del encendido digital de las telecomunicaciones, se ve limitado el compromiso del gobierno de Costa Rica de la digitalización del espectro radioeléctrico para diciembre del año 2017[3].

---

[2] (PGR, s.f.) Decretos y reformas a la ley de radio de Costa Rica.

[3] (MINAET, Decreto No.36774 "Reglamento para la transición a la televisión digital terrestre en CR", 2011)

1.2. Planteamiento del problema

Para el año 2017 se realizará por decreto el “encendido digital del espectro radio eléctrico”, iniciarán formalmente las transmisiones digitales y ya no se transmitirá en forma analógica las informaciones televisivas y otras, las familias se verán en la necesidad de adquirir nuevos dispositivos para disfrutar de esta tecnología, lo cual a su vez implicará inversiones del tipo económico, que afectarán en alguna manera las finanzas familiares; claro está, sin dejar de lado que las empresas dedicadas a la difusión comercial de los contenidos televisivos requieren de la actualización total de los equipos de telecomunicaciones en las centrales técnicas y redes de transmisión multipunto. Por ello, administradores de los equipos y los usuarios finales de los sistemas, tendrán que dominar y conocer respectivamente, los cambios correspondientes a la forma de transmitir, procesar y recibir los contenidos informativos implicados.

Ante dicha situación que enfrentan en general las empresas de radio y televisión a nivel nacional, surgen las siguientes interrogantes:

¿Cuál será el impacto que producirá en Costa Rica la implementación de la televisión digital y la digitalización del espectro radio eléctrico?, ¿cuáles son las posibilidades que esta nueva tecnología aportaría al país?, ¿cómo esta influenciará en el desarrollo de la sociedad costarricense en las distintas áreas sociales, económicas y educativas?, ¿existe algún manual de referencia que apoye a las empresas de radio y televisión de Costa Rica, se puede crear e implementar?

Ante la falta de conocimiento del encendido digital del espectro radio eléctrico; se creará un manual de recomendaciones técnicas para la actualización de los equipos de telecomunicaciones que vaya acorde al presupuesto y las exigencias de las empresas de radio y televisión digital según sus usuarios finales, para con ello dotar del conocimiento del funcionamiento de los futuros equipos por adquirir, sus ventajas, protocolos, características e instalación. Además, esta información puede ser utilizada como referencia para la adquisición de los equipos, antes de efectuar cualquier

inversión, ya que se indicarán marcas, modelos y diagramas de conexión e infraestructura según las exigencias del mercado local, basándose en las entrevistas a los especialistas de redes informáticas y telecomunicaciones, de los principales medios de comunicación televisiva del país.

1.3. Objetivo General

Crear un manual de recomendaciones técnicas, como referencia para la actualización de los equipos de producción, edición, transmisión y recepción de señales televisivas para las empresas de radio y televisión de Costa Rica; en miras a las exigencias actuales de los usuarios, el cambio de televisión analógica a televisión digital y el encendido digital del espectro radioeléctrico.

1.4. Objetivos específicos

1.4.1. Sintetizar la información técnica sobre radio y televisión digital, se considerarán leyes y decretos nacionales, estándares y normativas internacionales.

1.4.1.1. Recopilación de la información nacional sobre radio y televisión analógica y digital.

1.4.1.1.1. Identificación de las políticas y normativas vigentes en el país sobre radio y televisión.

1.4.1.2. Identificación de las diferentes formas de entrega de contenidos televisivos analógicos y digitales con que cuentan las empresas de telecomunicaciones.

1.4.1.2.1. Identificación de los estándares de televisión analógica.

1.4.1.2.2. Identificación de los estándares de televisión digital.

1.4.1.2.3. Identificación de las distintas formas de entrega de televisión digital.

1.4.2. Evaluar la realidad actual de las principales empresas de radio y televisión digital de Costa Rica, se consideran las entrevistas a informantes

clave de las empresas líderes y visitas técnicas a las centrales de telecomunicaciones.

1.4.2.1. Medición del nivel teórico y técnico metodológico de las distintas empresas de radio y televisión de Costa Rica.

1.4.2.1.1. Entrevistas con al menos cinco expertos de distintas empresas de radio y televisión de Costa Rica.

1.4.2.1.2. Identificación de los conocimientos teóricos y técnico metodológicos en temas de redes, servidores y data center de los técnicos en audio y video de las empresas de radio y televisión de Costa Rica.

1.4.2.2. Identificación general del equipamiento existente de las distintas empresas dedicadas a la radio y televisión de Costa Rica.

1.4.2.2.1. Entrevistas con al menos cinco expertos de distintas empresas de radio y televisión de Costa Rica.

1.4.2.2.2. Visita técnica de al menos a cinco centrales técnicas de telecomunicaciones.

1.4.2.2.3. Visita general de al menos dos estaciones de transmisión de radiocomunicaciones.

1.4.2.3. Conocimiento de los planes de actualización de los equipos de telecomunicaciones y producción a corto, mediano y largo plazo de las empresas de radio y televisión de Costa Rica.

1.4.2.3.1. Entrevistas con al menos cinco expertos de distintas empresas de radio y televisión de Costa Rica.

1.4.2.3.2. Descripción de un procedimiento a seguir por parte de las empresas en temas de actualización y equipamiento de telecomunicaciones.

1.4.2.3.3. Estudio de marcas, modelos e interconexión de equipo de audio y video profesional, utilizados en las distintas etapas de trabajo.

1.4.3. Desarrollar un manual de recomendaciones técnicas para la actualización de los equipos de telecomunicaciones de las distintas

compañías de radio y televisión digital; serán consideradas marcas, modelos y funcionamiento de los equipos propuestos.

1.4.3.1. Desarrollo del manual de recomendaciones técnicas.

1.4.3.1.1. Diseño de los diagramas en bloques de las etapas de trabajo correspondientes a una empresa de radio y televisión.

1.4.3.1.2. Estudio y desarrollo de las tendencias de equipamiento tecnológico en audio y video profesional.

1.4.3.1.3. Desarrollo de recomendaciones según marcas, modelos y

1.5. Justificación del tema

A poco más de un año del “apagón analógico para la televisión terrestre de Costa Rica” las empresas líderes en radio y televisión nacional, no cuentan con un manual de recomendaciones técnicas para el correcto aprovisionamiento de equipos para la transmisión y recepción de señales de televisión digital aplicable en las centrales de radio y televisión, que sirva como referencia para el cambio de tecnología de televisión analógica a digital. Dicho manual debe contar con una amplia explicación del funcionamiento de las distintas formas de entrega televisiva, dígase IPTV, CATV, TDT, OTT, ISDB-T, DTH, WebTV y otros; considerar la realidad de los distintos proveedores del país, tales como: televisoras públicas y privadas, compañías de telecomunicaciones y proveedores de televisión por cable con el fin de lograr una guía muy puntual para los ingenieros y el personal técnico que tenga plena relación con la televisión y la radio en miras a mejorar y actualizar su conocimiento teórico, práctico y metodológico afín.

La necesidad de crear el manual de recomendaciones de equipamiento debe incluir: la realidad actual del equipo, las limitantes de desarrollo para mejorar la infraestructura de telecomunicaciones, la proyección de la empresa a corto mediano y largo plazo, información básica correspondiente al área de televisión analógica y digital y definir cuál será el correcto camino para el desarrollo de las empresas en este tema.

Se requieren recomendaciones para la adquisición de equipos nuevos de redes de telecomunicaciones y posible aprovisionamiento de los departamentos técnicos y de ingeniería de las empresas de radio y televisión del país; considerando las estrategias actuales que ofrece el mercado para lograr una transmisión y recepción de señales televisivas según las exigencias del usuario final mencionando equipos, marcas, proveedores, diagramas y sistemas según la realidad plasmada anteriormente; algunos ejemplos por desarrollar serán los sistemas Live IP, las interfaces multimedia de redes IP NMI de Sony, la interoperabilidad y la producción en directo por IP, las nuevas tendencias de resolución de video 4K y 8K, las fibras ópticas especiales para las normativas SMPTE, los nuevos sistemas de baja latencia para la compresión y procesamiento del video, las consideraciones especiales para obtener redes inalámbricas malladas MESH y otros sistemas que mediante marcas tan importantes como Evertz, Grass Valley, Sony, Hitachi u otras, que diseñan, implementan y producen tecnología para obtener una producción, edición, transmisión, recepción y medición de campo ideal para el usuario final que ve los contenidos televisivos de distintas formas tales como internet en sus celulares, por medio de sus televisores inteligentes, por medio de redes FTTX, TDT y demás proyecciones por tratar.

Tomando todos los insumos necesarios para generar una credibilidad final y correcto desarrollo del proyecto de graduación, se debe visitar la infraestructura de centrales técnicas de televisoras y cabeceras de televisión para conocer y plasmar la realidad, en razón de los equipos recientes adquiridos con fotografías, videos y diagramas de interconexión de equipo de transmisión y recepción de señal de radio, televisión y datos.

Capítulo II: Fundamentación teórica

2.1. Televisión analógica y digital en Costa Rica

En el país al inicio del siglo XIX existían muchos pioneros en telegrafía que no solamente conocían y estudiaban del tema y los medios de comunicación; sino que también eran inventores y desarrolladores. Las primeras transmisiones de radiofrecuencia de prueba en Costa Rica, fueron realizadas por José Fidel Tristán cerca del año 1900; las mismas eran pruebas que requerían de gran potencia y de muy poca distancia, estas pruebas llevaron a la creación de la primera estación profesional de transmisión nacional establecida en aquel entonces por la compañía "United Fruit Company" en 1904 para que funcionara como telefaro a los barcos que transportaban sus mercaderías. En el año 1901 se creó en el Liceo de Costa Rica la escuela de Radio telegrafía, fue acá donde se estudiaban y creaban los primeros experimentos de telégrafos inalámbricos y otros experimentos, seguidamente la escuela superior de señoritas también creó su escuela de telegrafía por lo que aparecieron en aquel entonces en el país gran cantidad de radio aficionados, tal es el ejemplo de Marina de Dall'Anese la primera mujer costarricense que experimenta dicho tema oficialmente. Para el año 1922 se generan ya las primeras frecuencias de Radio afición de la nación y cerca de 1923 el señor Armando Céspedes comenzó con sus pruebas de radio transmisión en Heredia donde se realizaron difusiones al Caribe, Estados Unidos e incluso Europa en amplitud modulada de onda corta con su estación de radio propia llamada TI4NRH, quinta estación de radio a nivel mundial.

El telégrafo y la correspondencia existen en Costa Rica desde mucho tiempo antes de la invención electrónica, pero al llegar los tubos del vacío, los capacitores, las bobinas y las resistencias; se desarrolló demasiado la radio afición y la radio frecuencia, por lo que fue necesario crear en el país la primera Ley de Radio, la Nº39, del 17 de julio de 1920 por parte del gobierno, la misma que se mantuvo en vigencia

hasta 1954; unos años después, con algunas variantes pasó a ser la ley 1758 vigente de radio y televisión.

Con la aparición de la frecuencia modulada FM, nuevamente se ve transformado todo el sistema de radio por lo que se actualizan las leyes, se actualizan los equipos y se actualizan también los sistemas aun los analógicos. Para finalizar, con la llegada de la televisión analógica al país a eso de los cincuentas, cambia nuevamente la comunicación y se hace mucho más interesante y agradable para toda la población pues ya no es solamente escuchar historias de la radio, sino que ahora se convirtió en experimentar y ver lo que ocurre.

Para el año 1951 Don Otilio Ulate en ese entonces presidente de la República le pide a Don Carlos Manuel Reyes Zamora y Don Álvaro Dorado Romero financiados por don Rodolfo Jiménez Roig, que inicien el desarrollo de la TV en el país a lo cual se opondrá en un futuro don José Figueres Ferrer quien quería que la televisión fuese solamente del estado. Ante las negativas y problemáticas no fue hasta el año 1955 que don Mario Echandi, candidato a la presidencia para aquel entonces, solicitó el apoyo de los circuitos cerrados de televisión para fomentar su campaña política y como recompensa a los ingenieros de televisión, les ofreció que les brindaría los permisos de una frecuencia privada para la transmisión si él quedaba de presidente; este hecho se logró con mucha alegría para 1958 cuando se transmite por primera vez y como única televisora a nivel nacional “TELEVITICA” en las frecuencias de canal 7 con la ayuda de don Roberto Hernández, Álvaro Dorado, Fernando Quesada Marín y Álvaro Rodríguez Castro, productores de las primeras imágenes por transmitir del país, se logró también gracias al apoyo que generó la unión de don Carlos Manuel Reyes y don René Picado que después de enviar varias cartas a la televisora ABC lograron que la empresa donara sus equipos a Costa Rica para que se diera el hecho el 6 de mayo de 1960. Posteriormente nace “TIC-TAC” canal 9, dos años después, exactamente el 6 de mayo de 1962 cuando don Arnoldo Vargas Vargas emitía los domingos con la segunda empresa privada de transmisión analógica de televisión de Costa Rica, fue en conjunto a don Claudio Reyes quienes también crearon canal 4 a color en el volcán Irazú más adelante. Para el 12 septiembre del 1965 nace canal 6 telecentro; la tercera

televisora comercial creada por don Mario Sotela, Carlos Alfaro Mc-Adam, Luis Corella y Fernando Elata de Panamá seguida por Canal 2 Telenac de don Carlos Reyes. (Año 1965).

Para el año 1969 nace canal 11 a color y con el presidente Daniel Oduber Quirós en el año 1974; comenzó el desarrollo de los proyectos de comunicación para el gobierno de la República. Es importante destacar que con el apoyo de don Fernando Volio canciller de aquel entonces, se contactó a los reyes de España, mismos que donaron todo el equipo a color de canal 13 para el 16 septiembre de 1977 actual SINART sistema nacional de radio televisión de Costa Rica y revista Contrapunto que se inauguró con la visita de los monarcas a Costa Rica.

Pasaron muchos años para que se generara otro cambio relevante en temas de las comunicaciones televisivas, pero con la digitalización del espectro, la creación de imágenes de alta definición, la interactividad y la incorporación de las comunicaciones digitales y la internet a la nación, nació la gran necesidad de buscar nuevas recomendaciones y guías para trabajar bien con los temas del espectro de Costa Rica.

Para el año 2002 se firma el tratado internacional 8100 donde la Asamblea Legislativa creó una alianza con la UIT en temas de telecomunicaciones con el fin de guiarse en todos los aspectos técnicos e iniciar con el encendido digital del espectro radio eléctrico que después tomó fuerza cuando se creó la ley general de telecomunicaciones 8642 del año 2008; con base en esta ley se crea el plan nacional de atribución de frecuencias PNAF en el año 2009 y durante el gobierno de Laura Chinchilla se firmaron los decretos de ley Número 35657, donde se crea la comisión mixta de televisión digital que mediante el decreto No. 36009 MP-MINAET define teóricamente la conveniencia teórica del estándar brasileño japonés, mismo que con el Decreto Ejecutivo No 36775, llamado reglamento para la transición hacia la televisión digital define la ruta a seguir por la nación y las televisoras.

Así se inicia la transición en temas de televisión digital, las pruebas se realizaron en los estándares europeos DVB, estadounidenses ATSC y brasileños japoneses ISDB-Tb por parte de las principales estaciones de televisión de Costa Rica y sus

técnicos. Cabe destacar que pasan algunos años y las comunicaciones digitales logran muchas nuevas exigencias a la hora de ver televisión por parte de los usuarios finales; exigencias tales como la alta definición y ahora los sistemas 4K y 8K que, de la mano con la venta de reproductores y cámaras de video al consumidor, denotan el gran cambio a la hora de ver las imágenes.

El 19 de marzo del 2012, El presidente ejecutivo del SINART, inauguró la primera transmisión oficial de televisión digital del Gobierno de Costa Rica; SINART canal 13 transmitió oficialmente su frecuencia de VHF analógica y con su repetidora de UHF Canal 20, emitió los canales digitales SINART HD con opciones de crecimiento en relación con la virtualización de la transmisión (CH13.1,CH13.2 y CH13,3), es importante destacar que para ese entonces ya tres canales privados transmitían televisión digital de alta definición. La forma de ver televisión revolucionó y ya no es únicamente en las pantallas en los hogares donde se espera una hora específica para observar nuestra serie favorita o película; sino que actualmente existen muchas formas de entrega que se han desarrollado poco a poco gracias a la digitalización de las comunicaciones: televisión por internet, televisión a la carta, televisión en demanda, televisión por cable y fibra óptica, etc. La televisión es y seguirá siendo la forma preferida de comunicación del mundo por lo que su evolución es un orgullo para los ingenieros en telecomunicaciones, claro está, sin dejar de lado la gran importancia de todas las personas y técnicos que trabajan en ella para el disfrute de los usuarios finales y consumidores. En la Figura 1 se visualiza una serie de fotografías de los pioneros de la radio y la televisión de Costa Rica.

Figura 1. Pioneros de la radio y televisión de Costa Rica

Fuente: Elaboración propia

2.2. Políticas y normativas nacionales importantes

2.2.1. Ley de Radio y Televisión 1758

En esta ley del primer semestre de 1954, se Indica que el espectro será para uso semiprivado pues, tiene que aparecer un 65% en manos de los costarricenses y el resto para los empresarios trasnacionales, además con la creación de esta ley se dividen correctamente las frecuencias en oficiales, Amplitud Modulada, Frecuencia Modulada, televisión analógica, sistemas de meteorología, frecuencias marítimas, frecuencias libres para los radio aficionados y en última instancia se asignan frecuencias aeronáuticas, todas controladas por el Departamento de Control Nacional de Radio, quien registra el uso de las frecuencias, recibe las solicitudes de concesiones, verifican los registros técnicos, recibe y procesa infracciones, informa al

gobierno del cese de estaciones de radio para que el poder ejecutivo realice dicho cambio y además se guía con la UIT.

Otro detalle importante es que las estaciones de radio y televisión deben ceder al menos 30 minutos a la semana para la educación y cultura, en tiempo de política esos tiempos se otorgan para la propaganda del gobierno, en esta ley también se define que toda frecuencia estará limitada al territorio nacional, además se establecen en firme las normas y las reglas de trabajo de las televisoras con porcentajes de producción nacional e internacional limitados, se regulan los pagos por anuncios y los pagos anuales del CANON acorde a la potencia de emisión y el tipo de modulación.

Actualmente mediante varias reformas a la ley y derogaciones; las concesiones solamente son asignadas por el viceministerio de telecomunicaciones y los propios canales de televisión y radio tendrán que medir y regular sus emisiones; también se define que SUTEL será el ente acoja las quejas, multas y sanciones totales.

Con la vigente ley quedó derogada totalmente la ley 39 del 17 de julio de 1920, considerando que la última derogación realizada fue el día cuatro de abril del 2016 por parte de la Asamblea Legislativa.

2.2.2. Ley General de Telecomunicaciones 8642

Con la creación de esta ley del 4 de junio del 2008, nace una nueva oportunidad para las empresas de radio y televisión de Costa Rica que necesitan fortalecerse y modernizar sus equipos, producciones y transmisiones pues el principal objetivo de la misma es regular las telecomunicaciones y mejorar en todos los ámbitos; a partir de esto se inicia el proceso de digitalización del espectro radio eléctrico, que conlleva una serie de decretos y trabajos de campo de mucha importancia realizados por expertos en el área, abogados y entes gubernamentales que buscan lograr manejar

eficientemente todos los medios de comunicación no guiados tales como la microondas, la radiofrecuencia y otros.

2.2.3. Decreto ejecutivo 35657

El 5 de noviembre del 2009, se crea la comisión especial mixta para analizar e informar al rector del sector de telecomunicaciones del posible estándar aplicable al país e implicaciones tecnológicas, comerciales, industriales y sociales de transición de la televisión analógica a la digital; la misma está conformada por miembros de la UCR, SUTEL, MEP, CAMTIC, INFOCOM, VICE, y la universidad Veritas; con el paso de los años esta comisión cambia y se agregan representantes de CANARTEL y SINART. De estas comisiones nacieron dos sub comisiones que apoyan y defienden sus puntos de vista técnicos en el caso de la sub comisión técnica conformada por el viceministerio de telecomunicaciones y la cámara de Infocomunicaciones y tecnologías (Repretel, Sinart y Teletica) más la comisión del plan de solidaridad conformada por los principales importadores y distribuidores de radio y televisión del país, el MEIC y la asociación de consumidores de Costa Rica, todos en resumen definieron el estándar ISDB-Tb como el ideal para nuestra geografía y demás aspectos considerados y además se planteó cual será la ruta a seguir para implementar correctamente el estándar seleccionado.

2.2.4. Decreto ejecutivo 36009

Mediante este decreto 30009 del 29 de abril del 2010, se define oficialmente el estándar de Televisión Digital ISDB-Tb para Costa Rica y sus implicaciones que será presentado ante el gobierno de la República con demostraciones técnicas y prácticas apoyadas con opiniones y respuestas afirmativas de parte de todos los sectores.

2.2.5. Decreto ejecutivo 36774

El 6 de septiembre del 2011, se crea el reglamento para la transición a la televisión digital terrestre en Costa Rica con el objeto de establecer medidas y

acciones técnicas legales necesarias para digitalizar los servicios de radiodifusión de señal abierta y facilitar la transición para que los televidentes obtengan más variedad y calidad de las producciones nacionales, más cantidad de servicios, que el gobierno logre optimizar el espectro radioeléctrico y otras ventajas más ligadas a una mayor cantidad de canales de televisión.

En este decreto se definen fechas, alianzas y una serie de disposiciones técnicas y legales, aparte de la entrega de permisos de transmisión y concesiones, procedimientos, acuerdos, requisitos, condiciones y obligaciones.

2.3. Estándares de televisión analógica

La televisión analógica es un orgullo para todo el mundo en general, es una forma distinta de ver las cosas, es una combinación de varios sistemas de telecomunicaciones analógicos y además es la fuente de información preferida por excelencia. La combinación de amplitud modulada, frecuencia modulada y modulación por cuadratura QAM en conjunto con un material de producción televisivo genera la información final por transmitir. Ejemplos tales como: noticieros, deportes y programas culturales, etc. son lo que el usuario final recibe, sin embargo, existe un trabajo inmenso tras la transmisión de televisión; técnicos de producción, edición, videotecas, administrativos, técnicos de telecomunicaciones, técnicos de audio y video, presentadores, proveedores y muchos más, están ligados a este trabajo multifacético de gran relevancia.

La televisión analógica convencional inició con tres estándares de transmisión en los años sesentas; el sistema PAL, el sistema SECAM y el sistema NTSC. En la actualidad son únicamente dos estándares a nivel mundial que definen el límite final ante la digitalización del espectro. El sistema Enhanced Wide-Screen NTSC TV transmission System (UIT-R BT.1298.) y el sistema PAL Plus (UIT-R BT.1197-1) que absorbe el antiguo SECAM como base para dar cabida a los actuales estándares de televisión digital. A continuación, una breve descripción de los dos estándares analógicos vigentes aprobados por la UIT.

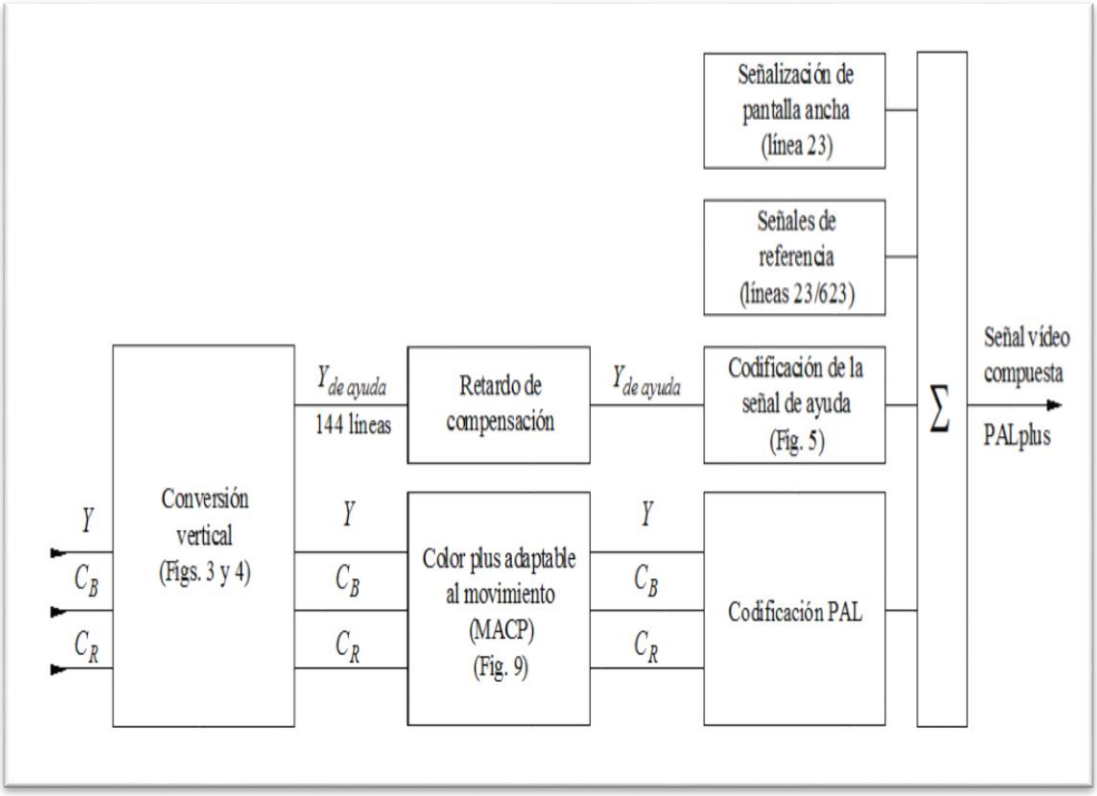
2.3.1. Estándar PALplus

Ahora en algunos países de Europa que todavía cuentan con transmisión de televisión analógica rige el último estándar UIT-R BT.1197-1 llamado Phase Alternating Line plus; línea de fase alternada a la cual se le llama Sistema de transmisión de televisión PAL de pantalla ancha mejorada (sistema PALplus), este en resumen es un sistema analógico con toda las predisposición de un sistema digital; por ejemplo, se crean y se transmiten imágenes con relaciones de aspecto 16:9 y 4:3, se sigue trabajando con 625 líneas en total aprovechables 576 entrelazadas, se tiene una frecuencia de cuadro de 25 ciclo y de campo de 50 ciclos, la frecuencia horizontal es de 15625 y 31250 ciclos horizontales según su calidad, la frecuencia de sincronismo del color sigue siendo de 4,4336 MHz, es un estándar europeo que aún prevalece en países como Brasil y Argentina y en razón de la señal de luminancia se definen las componentes Y(R,G,B) = 0,30R + 0,59G + 0,11B, por igual en croma (diferencia de color) de U(B,Y) = 0,493(B - Y), V(R,Y) = 0,877(R - Y), el ancho de banda BW es de 5 Megaciclos y 1 megaciclo para el color.

La producción se realiza con equipos bajo los estándares de codificación y decodificación MPEG-2 correspondientes a 4:2:2, 1250/50/2:1 que baja a 625/50/2:1 para hacer compatibles todos los contenidos con PAL para su transmisión por los 8 Megaciclos de ancho de banda final, según las recomendaciones UIT-R BT.601 basado en el muestreo de 13.5 Megaciclos y reconociendo que la cantidad de líneas digitales serán de 430 líneas finales.

En el Fuente: Unión internacional de las telecomunicaciones se demuestra la división electrónica interna en bloques de la recomendación BT.601 correspondiente al sistema PALplus, así se incorpora el bloque de procesamiento y mejora del color MACP “Color plus adaptable al movimiento” para el tratamiento, grabación y distribución de señales con el fin de obtener la mejor imagen final analógica predispuesta para la transmisión digital de video broadcast en diferencia al sistema PAL convencional creado para los televisores analógicos.

Diagrama 1. Sistema PALplus recomendación UIT-R BT.601



Fuente: Unión internacional de las telecomunicaciones

2.3.2. Estándar NTSC

El estándar NTSC (National Televisión System Committee, Comité Nacional de Sistemas de Televisión), fue creado por la FCC en 1940 y actualmente se utiliza en el país por parte de todas las estaciones de televisión nacional; se utiliza aún en Canadá y Centroamérica, pero países como México y Estados Unidos dejaron de utilizarlo por la digitalización del espectro radio eléctrico.

El estándar que se utiliza en la actualidad es la recomendación ITU-R BT.1298 “Enhanced wide-screen NTSC TV transmission system”, misma que aplica los siguientes cambios y bases en pro de la producción de video digital; las imágenes por transmitir tienen una relación de aspecto 4:3 escalables a formatos de carta 16:9, se sigue trabajando con 262,5 líneas entrelazadas a 29.97 ciclos de campo para lograr 525 líneas en total para obtener así los 59.94 ciclos de una trama de video analógico,

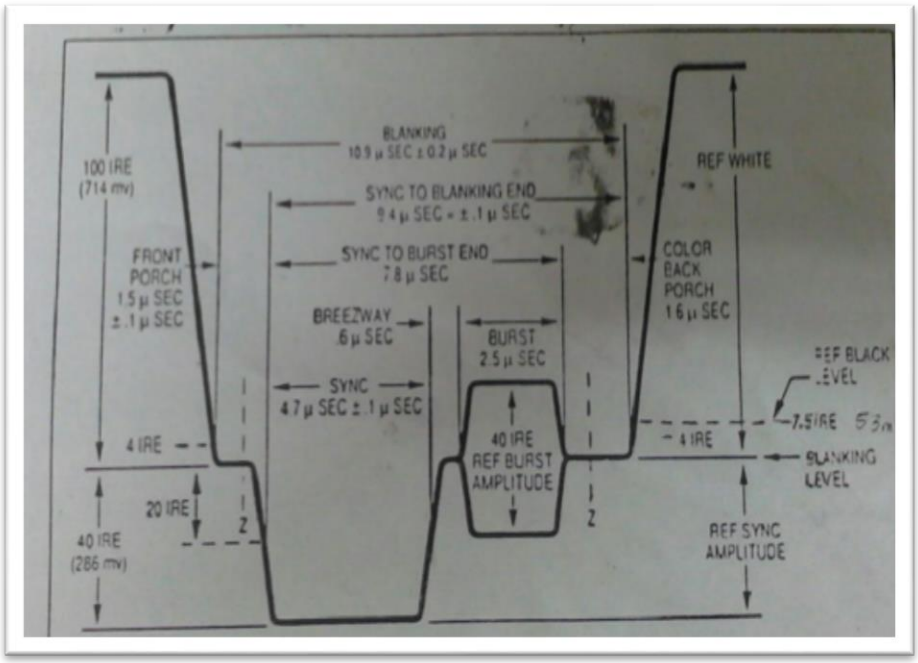
la frecuencia horizontal es de 15734 Hz y 31468 Hz para un horizontal progresivo según su calidad de imagen y tamaño, la cantidad de líneas realmente aprovechable son 480 y la frecuencia de sincronismo del color sigue siendo de 3.579545 MHz.

Con la división de 15.734 líneas por segundo entre 262,5 líneas por campo se obtiene aproximadamente 59,94 campos por segundo de barrido vertical y entrelazando desde aquí, se logra observar una señal en movimiento, al hablar del ancho de banda para la transmisión analógica, se trabaja con un espectro de 6 Megaciclos cuya distribución es: para la luminancia o señal en blanco y negro en amplitud modulada 1.25 Mhz sobre la banda lateral inferior, para el audio en frecuencia modulada se colocará 0.25 Mhz bajo la banda lateral superior y por último la portadora de color es modulada en cuadratura a lo cual se le llama señal diferencia de color U y V, se coloca a 3.58 Mhz sobre la frecuencia central de transmisión de video; el ancho de banda de la señal de color es de 2 Mhz, entre la portadora de color y la portadora de sonido existen 4.5Mhz en total.

En la Figura 2 *se muestra una señal de video analógico NTSC con todos sus parámetros de medición descritos anteriormente, mientras que la*

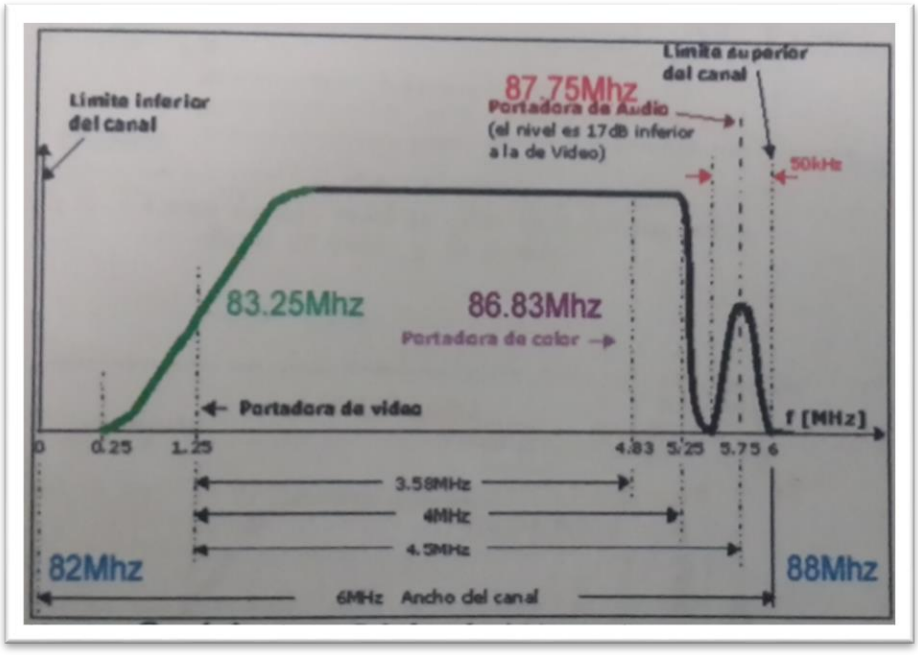
Figura 3 se muestra la distribución de la señal analógica en el espectro radio eléctrico descrito antes visto en un equipo analizador de espectros.

Figura 2. Señal de video NTSC analógica



Fuente: Televisora Repretel

Figura 3.Ancho de banda de televisión analógica



Fuente: Televisora Repretel

La producción de contenidos para la transmisión de video mediante el estándar NTSC se realiza con equipos bajo las normativas de codificación y decodificación MPEG-2 mejoradas; a lo cual se le llama técnicamente “sistema de Televisión NTSC mejorada, TVDM-II” que se basa en la recomendación UIT-R BT.1298. Con este sistema se logran crear contenidos en 16:9 a 480 líneas activas de producción y en 16:9 a 360 líneas activas de transmisión en formato carta. Se agregan las señales de ayuda y sincronismo vertical VH (elevación de resolución vertical) y VT (ayuda temporal vertical) que generan las franjas negras en la parte superior e inferior de la imagen en un TV con aspecto 4:3; además se incluye la señal HH (ayuda horizontal) para el sincronismo horizontal final, las tres señales se colocan a los 4.2 Mhz y se modulan en división de frecuencia FDM para lograr así todas las mejoras de resolución de la imagen final. Los formatos de señalización de entrada son 525/59,94/2:1 y 1125/60/2:1. La señal de sincronismo vertical antigua que se colocaba debajo del nivel de video ahora se elimina y se incluye la multiplicación de las señales VH y VT dentro del ancho de banda final y la señal HH dentro de la codificación del color en lo que llamamos técnicamente filtro de peine de la señal final, resulta importante destacar que la señal ya no es analógica al 100% ni tampoco cuenta con un blanco máximo como antes, sino que ahora es al 75% de blanco y se incluyen barras pequeñas más otros datos que corresponden a las barras SMPTE para ajuste y calibración del video.

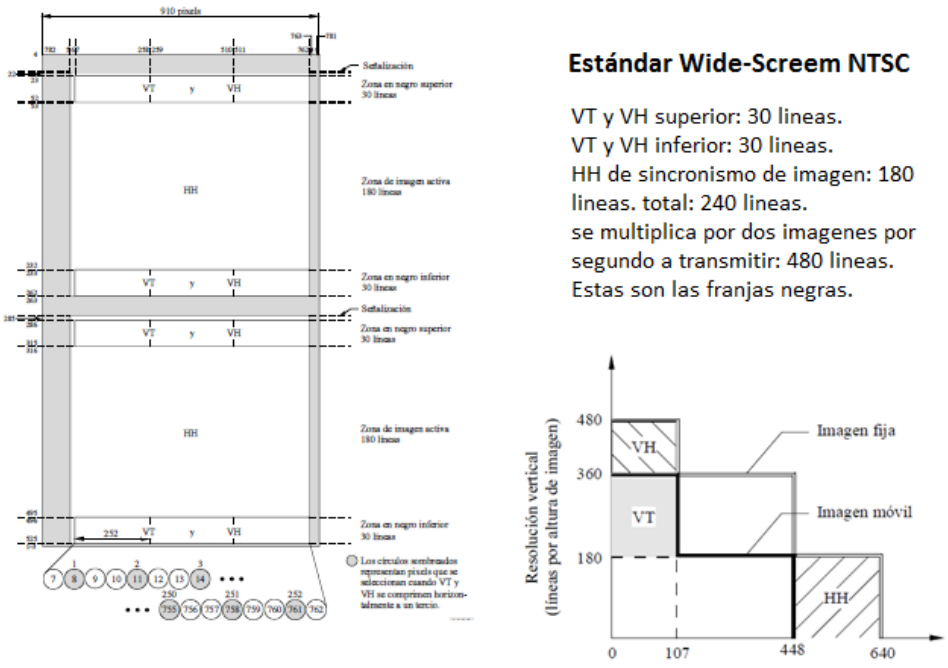
En la Fuente: Recomendación BT.1298 se detalla la nueva señal de video vista en un osciloscopio con relación de aspecto 16:9 del sistema de televisión mejorado TVDM-II correspondiente a la normativa BT.1298, aparte en la Fuente: Normativa BT.1298 se representa las señales VT, VH y HH de la normativa BT.1298 anteriormente descritas y, por último, en la Fuente: Elaboración propia se representa la relación de aspecto 16:9 con la antigua 4:3 y las barras SMPTE de calibración de equipo actuales.

La imagen wide scream por transmitir cuenta con la siguiente descripción: las franjas superiores de color negro están conformadas por 30 líneas de VH ancho vertical y VT tiempo vertical y la franja inferior también tiene 30 líneas; entre ambas está la señal de croma con la señal HH (ancho horizontal) de 180 líneas digitales por transmitir por lo que en total se suman 240 líneas digitales por cuadro y se necesitan dos cuadros para formar una imagen en movimiento 2:1, lo cual es una señal NTSC de la norma BT.1298.

Figura 4. Sistema de Televisión mejorado TVDM-II

Fuente: Recomendación BT.1298

Figura 5. Señales de ayuda VT, VH y HH



Fuente: Normativa BT.1298

Figura 6. Barras SMPTE para calibrar equipo

Fuente: Elaboración propia

2.4. Estándares de televisión digital

La televisión digital en general encasilla un conjunto de tecnologías de transmisión y recepción de imagen y sonido, a través de señales digitales, dígase mediante formas de entrega tales como la IPTV, la TDT y otros más.

En contraste con la televisión tradicional, la televisión digital codifica sus señales de forma binaria mediante sistemas MPEG, H265, H264 u otros, habilitando así la posibilidad de crear vías de retorno entre el consumidor y el productor de contenidos, la creación de aplicaciones interactivas y la capacidad de transmitir varias señales en un mismo canal asignado, gracias a la diversidad de formatos existentes. Con el paso de los años, se olvidan las cintas magnéticas y nacen los sistemas de video digital VCD y DVD, por lo que los usuarios exigen que la televisión analógica se vea con la misma calidad de imagen que un DVD; algo parecido está sucediendo ahora con la

calidad HD y 4K grabada para los reproductores Blu-Ray pues el usuario quiere las mismas características que tienen estos equipos en sus pantallas y monitores.

La televisión digital abierta y sus otras formas de entrega abren las siguientes posibilidades: mayor cantidad de canales dentro del mismo ancho de banda, versatilidad del sistema, alta definición de imagen y relación de aspecto 16:9, sonido multicanal de audio, múltiples transmisiones de sonido, guía electrónica de programación EPG, interactividad, posibilidad de compra de contenidos en línea video en demanda mediante un canal de retorno y otras muchas más.

En la Figura 7, se demuestran los estándares de la televisión digital abierta que sustituyen la TV convencional; a continuación, el listado, ATSC Comité de Sistemas de Televisión Avanzada, el DVB difusión de video digital, el DTMB Digital Terrestrial Multimedia Broadcast y el sistema adoptado en el país por decreto ejecutivo: el ISDB-Tb Radiodifusión Digital de Servicios Integrados de Brasil y Japón.

Figura 7. Estándares y entes reguladores de TDT

Fuente: Elaboración propia

2.4.1. Estándar ATSC

3. Mediante la página oficial http://atsc.org/standards/atsc-3-0-standards/ se detallan las siguientes características técnicas del Comité de Sistemas de Televisión Avanzada; se trabaja con alta definición 1920X1080 pixeles, relación de aspecto 16:9, soporta hasta 6 canales virtuales de televisión digital en el mismo ancho de banda de 6 MHz con modulaciones QAM y OFDM, codificación del sonido multicanal en AC-3 y video en MPEG-2, se detalla como una mejora del sistema NTSC con una frecuencia vertical de 60 ciclos, trabaja en banda cable, banda abierta y banda móvil ATSC-M/H.

3.1.1. Estándar DVB

Digital Video Broadcasting es un grupo de organizaciones y países europeos que promueven los formatos de televisión digital a nivel mundial, este grupo de trabajo define muy bien cuatro formas de entrega; DVB-T (terrestre) que modula en analógico con UHF y VHF y en digital en 16QAM, 64QAM, con sistemas COFDM y modulación jerárquica, en segunda instancia DVB-S(satélite) trabaja con señales analógicas SHF y digitales QPSK, 8 PSK y 16PSK, el estándar DVB-C(banda cable) utiliza VHF y UHF en transmisión analógica y en digital modulaciones QAM, 16-QAM, 32-QAM, 64-QAM, 128-QAM y con sistemas Docsis hasta 512-QAM y por último DVB-H (televisión móvil) trabaja en conjunto a los sistemas satelitales y los de telefonía celular UMTS y LTE de los EBnodos.

Es necesario destacar que a través de estos sistemas se promueve también la entrega de contenidos interactivos; los mismos trabajan con protocolos IP de entrega y solicitud, teletexto, subtítulos y otras áreas más como películas de video en demanda, guía electrónica de programación EPG y otras según lo planteado en la pagina oficial https://www.dvb.org/.

3.1.2. Estándar DTMB

Digital Terrestrial Multimedia Broadcast es el estándar de China y Hong Kong, Cuba y otros pequeños países. Anteriormente este estándar se llamaba DMB-T/H (Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial/Handheld), sus capacidades en temas de movilidad son: recepción en definición estándar, audio digital y entrega de datos de manera bilateral, la recepción fija trabaja por igual, pero la entrega se da en alta definición y sonido multicanal, para este estándar se puede trabajar con redes de radio difusión múltiples MFN y redes de frecuencia únicas SFN según la geografía del país, la modulación por utilizar es parte de la ciencia y sus secretos de desarrollo, se utiliza un estándar llamado APSK (modulación por desplazamiento de amplitud y fase) y Gray-APSK.

El intervalo de guarda que se utiliza para sincronizar los datos el audio y la imagen es el código pseudo-aleatorio de ruido, la codificación y la protección de errores se da mediante el sistema digital LDPC (Low-Density Parity-Check) y la modulación final es una variante específica de OFDM llamada TDS-OFDM (Time Domain Synchronization - Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Para la transmisión de la trama se utiliza Transformada Discreta de Fourier (DFT) definida en el dominio de la frecuencia y para multiplexar y sincronizar el audio, el video y los datos se utiliza el dominio temporal de la transformada (TDS).

Es muy importante denotar que se logran de 6 a 15 canales virtuales de transmisión digital a diferencia de otros estándares y dos canales HD en el mismo ancho de banda, pero la ingeniería desarrollada es poco compartida.

3.1.3. Estándar ISDB

La Radiodifusión Digital de Servicios Integrados es un conjunto de normas diseñado en Japón y mejorado para nuestro continente mediante los estándares brasileños; con el decreto Ejecutivo Nº 36009-MP-MINAET, denominado “Definición del Estándar de Televisión Digital Aplicable al País e Implicaciones Tecnológicas, Industriales, Comerciales y Sociales de la Transición” del 29 de abril 2010, el Poder

Ejecutivo adoptó el estándar de televisión digital abierta japonés brasileño, conocido en sus siglas como “ISDB-Tb” para Costa Rica.

La Asociación de Industrias y Negocios de Radiodifusión (ARIB) es la encargada de crear y mantener el estándar ISDB a nivel mundial, ARIB definió en conjunto al grupo de experto en radiodifusión digital DIBEG seis formas de entrega para la televisión digital japonesa; el ISDB-T (terrestre), ISDB-S (satelital), ISDB-C (cable), ISDB-Tmm (servicios de contenido multimedia), ISDB-Tsb (radiodifusión terrestre de sonido), ISDB-Tb(Built-in) estándares brasileños incorporados con ONE-SEG y por último, la banda 2.6GHz satelital que se está utilizando únicamente en Japón.

Es importante detallar las características técnicas del estándar, entre las cuales se encuentran las siguientes: el ancho de banda sigue siendo los 6 Mhz del canal analógico, pero ahora se divide en canales digitales SD, HD y virtuales con relación de aspecto 16:9 y 4:3 según se decida, la señal de video es multiplexada mediante la modulación OFDM y permite en este estándar de trece segmentos trabaje de manera jerárquica para que el técnico defina la forma de transmitir las señales finales, por ejemplo, una distribución de 3 canales SD y uno móvil ONE-SEG, un canal HD y un SD a la vez, según se decida, ISDB permite también la entrega de los servicios interactivos, además se suministra la guía de programación del canal electrónico EPG, se trabaja con redes SFN y MFN según la geografía del país, la recepción de señal es muy sensible y robusta ante ruidos, pérdidas e interferencias, existe la opción de liberar el espectro de VHF y aprovecharlo en otras tecnologías (interés principal del gobierno) pues se crean muchos canales virtuales que llegan a sustituir y mejorar los canales analógicos, se logra la recepción de señal SD en dispositivos móviles mediante la emisión ONE-SEG a altas velocidades (100 Kilómetros por hora), aparecen también opciones para las empresas de seguridad como la CNE mediante el sistema de alerta de emergencias automático EWBS, se trabajan datos e interactividad con el usuario final, tal es el ejemplo de las estadísticas en línea de partidos de futbol o la participación en votaciones y concursos, aprovechando la tecnología digital.

Todo lo anterior son ventajas, mejoras y logros que se obtiene para los dispositivos móviles, portátiles y fijos que utiliza un usuario final, no sin dejar de lado la entrega del sonido multicanal digital de hasta 5.1 canales.

2.4.4.1. ISDB-T**:** la transmisión del canal se da en trece segmentos y se trabaja la transmisión jerárquica según la decisión de distribución final de cada empresa, se definen las siguientes técnicas de modulación 64QAM-OFDM,16QAM-OFDMy QPSK-OFDM, DQPSK-OFDM, la codificación se trabaja internamente con códigos convulacionales de 7/8, 3/4, 2/3 y 1/2, mientras que la codificación externa es con Reed Solomon (204,188), el intervalo de protección de guarda se trabaja en 1/16,1/8,1/4, una interpolación de tiempo, frecuencia (transformadas de Fourier), la codificación del audio es MPEG-2 y H-264, la codificación del audio es en AAC y si se trata de redes de frecuencia única SFN se trabajará con estructuras segmentadas OFDM y no con QAM. El sistema de un segmento conlleva una calidad de video muy baja referente a SQVGA Super Video Grafics Array (160x120 o 160x90), QVGA (320x240 o 320x180) o CIF (352x288), pero la mezcla de segmentos genera la posibilidad de 480p, 720p, 576i y 1080i para la transmisión final de imágenes.

2.4.4.2. ISDB-S: la banda satelital trabaja con modulaciones 8PSK/PSK.

2.4.4.3. ISDB-C: la banda cable trabaja con modulaciones de hasta 64QAM.

2.4.4.4. ISDB-Tmm: el servicio de contenidos multimedia trabaja en la banda VHF (207.5MHz-222MHz) en SFN y aun no aplica para el país.

2.5. Formas de entrega de la televisión digital

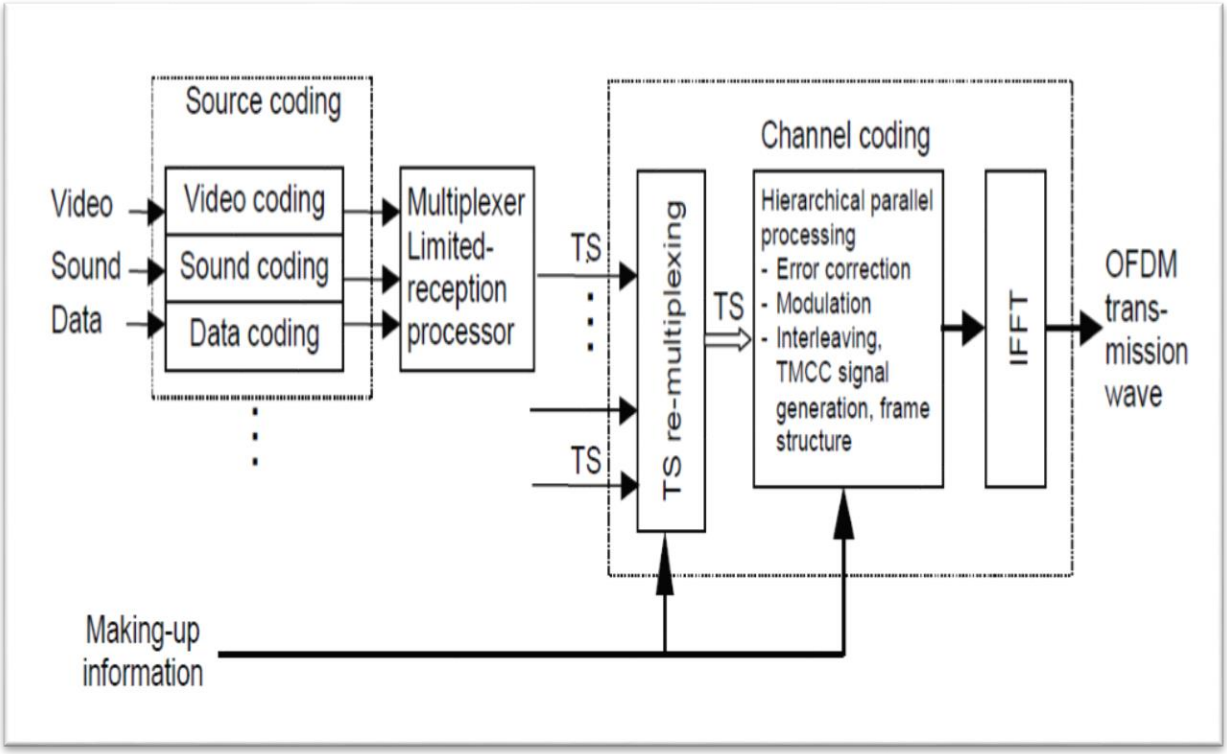
Existen distintas formas para hacer llegar la señal televisiva análoga o digital al consumidor final, a continuación se citan algunos de los casos aplicados en el país, en temas de televisión analógica solo se utiliza el estándar NTSC que está siendo sustituido por la televisión digital terrestre abierta TDT con el estándar ISDB-Tb de

acuerdo al plan maestro del gobierno TVD, en temas de televisión aparecen los sistemas CATV y RF Overlay que trabajan mediante las redes de distribución HFC y FTTX, paralelamente se desarrolla IPTV mediante la plataforma XDSL e IPTV sobre F.O con paquetes triple play, televisión digital por satélite profesional también paga es otra forma de entrega con los sistemas FTA y DTH, El Streaming de video, el video en demanda, el video a la carta y LTE broadcast con equipos OTT son una forma de entrega muy innovadora dadas las exigencias actuales de los usuarios finales, también los sistemas en desarrollo llamados HbbTV hybrid broadcast broadband que combina los servicios de radio difusión con el ancho de banda móvil y por último, para PC los servicios llamados WebTV que son páginas web que cuentan con acceso a varios canales.

3.5.1. Televisión Digital Terrestre, TDT

La Televisión Digital Terrestre (TDT), hace referencia a todos los estándares de transmisión de señal abierta del espectro radio eléctrico regulados por el gobierno mediante las redes de frecuencia única y las redes de frecuencia múltiple, dichos sistemas se distribuyen de la siguiente manera: VHF-L (54 a 72 Mhz canales 2 al 4 y 76 a 88 Mhz canales 5 y 6), VHF-H (174 a 216Mhz canales 7 al 13) y UHF (470 a 608Mhz canales del 14 al 37 y 614 a 806 Mhz de los canales del 38 al 69), en el Diagrama 2 se muestra la topología de conexión de un transmisor de TV abierta según el estándar ARIB STD-B31 donde la señal de salida puede ser codificada en 64-QAM o en OFDM según la red de transmisión, el mismo inicia con la captura del video, el audio y los datos por transmitir que serán codificados, multiplexados y transmitidos en potencia. El país cuenta con el sistema NTSC analógico y los sistemas ISDB-Tb con transmisión jerárquica digitales donde se aprovecha la transmisión móvil y portátil ONE-SEG, la HD y varios canales virtuales según los transmisores y la distribución decidida por la empresa. Es importante destacar que se trabaja a nivel país con la marca TVD como un sello para la compra segura de receptores de televisión digital y STB Set Top Box certificadas para su funcionamiento en el territorio nacional.

Diagrama 2. Topología de conexión de equipo de transmisión



Fuente: Estándar ARIB STD-B31

3.5.2. Televisión por cable, CATV

En español CATV significa Video Cable por suscripción mientras que en inglés se le llama Community Antenna Televisión, CATV es una modalidad de entrega que conlleva actualmente paquetes de internet, telefonía y televisión por radio frecuencia a través de los medios de transmisión cable coaxial y fibra óptica.

Existen varias formas de entrega: la primera corresponde a la televisión analógica sobre cable coaxial, donde la estructura ofrece una grilla de aproximadamente 50 canales SD llamado paquete básico, con el uso de las cajas decodificadoras de televisión y las grabadoras DVR se instalan servicios HD y las líneas de canales premier de las principales cadenas de televisión privada en la misma plataforma coaxial analógica, además de la opción del video en demanda que funciona

como parte del software de las STB, a estos sistemas se les agrega el servicio de internet y datos sobre la red coaxial dadas las exigencias de los usuarios mediante la aplicación de equipos Cable Módems y equipos CMTS (Sistemas de Terminación de Cable Módems) instalados en las cabeceras con anchos de banda variables donde se decide trabajar con paquetes empresariales y paquetes para el hogar, todo esto se logra aún con las redes cableadas de cobre, pero con la aparición de la fibra óptica en el país para los años ochentas, se incorporan los anillos de cobertura para las ciudades y los sistemas empiezan a migrar de cables coaxiales a redes y anillos de fibra óptica; al tener ambos sistemas nace la llamada red híbrida HFC que generan la disponibilidad de mayores anchos de banda y la incorporación de la telefonía IP a los paquetes de entrega al usuario.

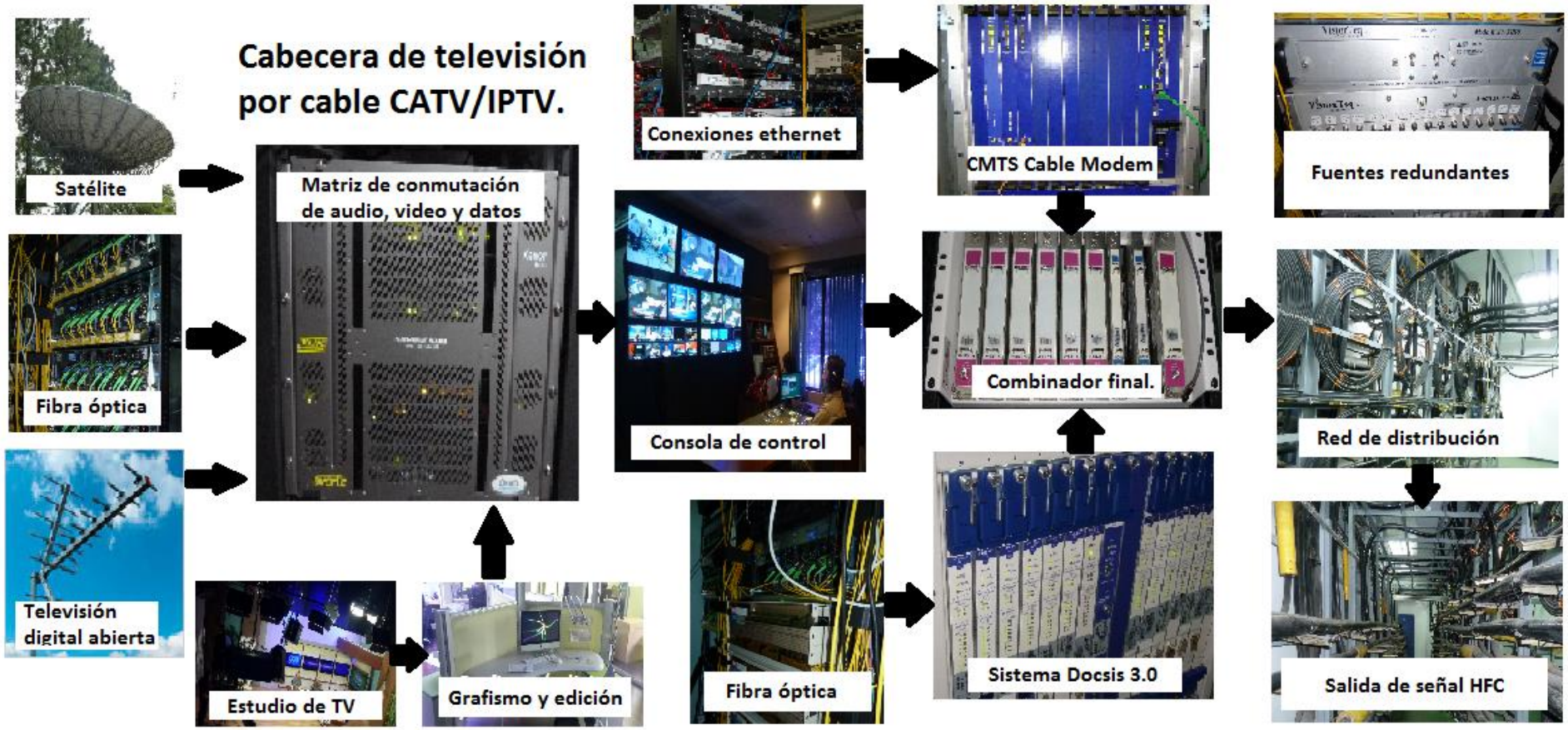
Existen dos grandes limitantes para CATV, la inversión inicial y el alquiler de las redes de distribución públicas y privadas que necesitan las empresas de televisión por cable para su crecimiento en cobertura (postes de alumbrado público y otros), seguidamente llega la IPTV y la VOIP como parte de las solicitudes de los abonados, pero para lograrlo, es necesario el paso obligatorio hacia las redes de distribución y entrega FTTX para generar un verdadero triple play. Los últimos equipos para el aprovechamiento de CATV e internet sobre redes de cobre son los sistemas DOCSIS 3.0 que logran subir sobre RF de manera asimétrica hasta 100 megas de ancho de banda final empresarial aparte de la telefonía IP y la televisión Overlay que sigue siendo digital o incluso la real IPTV.

En el

Diagrama 3¡**Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detalla la estructura de una cabecera de televisión por cable compuesta por un cuarto de máquinas donde se concentrarán todos los contenidos por transmitir para el usuario final, dígase internet de banda ancha, antenas y recepciones satelitales, antenas y recepciones de televisión abierta, un centro de producción y edición de contenidos, canales de radio digital y audio y más dependiendo de los presupuestos para trabajar y desarrollar el Head End. Para agrupar y recibir todas estas señales se utilizan matrices de video para CATV y enrutadores digitales controlados por un sistema master de transmisión del mismo equipo y una vez determinado que se hará con cada paquete básico, HD o Premium, mediante los codificadores se trabajará en conjunto con un equipo combinador y de facturación paralelo que asignará usuarios y privilegios finales.

Si se cuenta con una red de internet, será necesario acoplar a la cabecera un equipo CMTS (Sistema de Terminación de Cable módems) para la distribución de mayores anchos de banda e incluso telefonía IP estos equipos con la inclusión de la fibra óptica inician su proceso de sustitución del cable coaxial por la migración hacia la F.O. para lo que se decide utilizar las plataformas Docsis y Camaleón de WISI con el fin de obtener el último y máximo provecho a las redes de cobre aún existentes y las redes hibridas de fibra y coaxial HFC actuales.

Diagrama 3. Cabecera de televisión por cable



Fuente: Elaboración propia

2.5.2.1. La arquitectura de una red por cable mediante HFC

La arquitectura híbrida fibra y cobre HFC, contiene las siguientes partes:

2.5.2.1.1. Head-End: Es la cabecera o centro de distribución de señal, donde se generan los siguientes contenidos: vídeo bajo demanda (VOD), pago por visión (PPV), vídeo juegos interactivos, videoconferencias, monitoreo de circuito cerrado de televisión, tele compras, tele banca, acceso a bases de datos, internet y telefonía IP, aparte de la televisión analógica o digital según los paquetes estudiados en HD y SD, más la producción y la guía electrónica.

2.5.2.1.2. Red troncal de distribución: donde se realiza la distribución inicial de la señal del Head-End y la integración de los servicios, el anillo primario de fibra óptica contiene muchas líneas y puede abastecer hasta 40 mil hogares o empresas divididos en 4 nodos de 10 mil cada uno, en ella existen muchas fibras redundantes superpuestas donde se transportan los servicios de RF por una línea y los demás servicios de telecomunicaciones a través de la red jerárquica digital síncrona (protocolo de jerarquía digital síncrona SDH).

2.5.2.1.3. Red troncal secundaria: son otros anillos de fibra redundantes que unen los nodos primarios con los secundarios, cada anillo secundario debe de unirse a dos nodos del primario para redundar, en este caso existirán 5 nodos secundarios que también tendrán que ser redundantes en equipos, fibras y rutas. De ahí salen los anillos terciarios con 2000 abonados a partir de 4 o 5 nodos más colocados sobre fibra óptica o en redes hibridas HFC.

2.5.2.1.4. Red troncal terciaria: en esta red se colocan los nodos finales a 500 hogares por dos rutas distintas; la principal y la

alternativa. Al llegar a estos nodos solo existe la opción de salidas coaxiales mediante multiplexores para CATV y telefonía IP dadas las limitantes de la red.

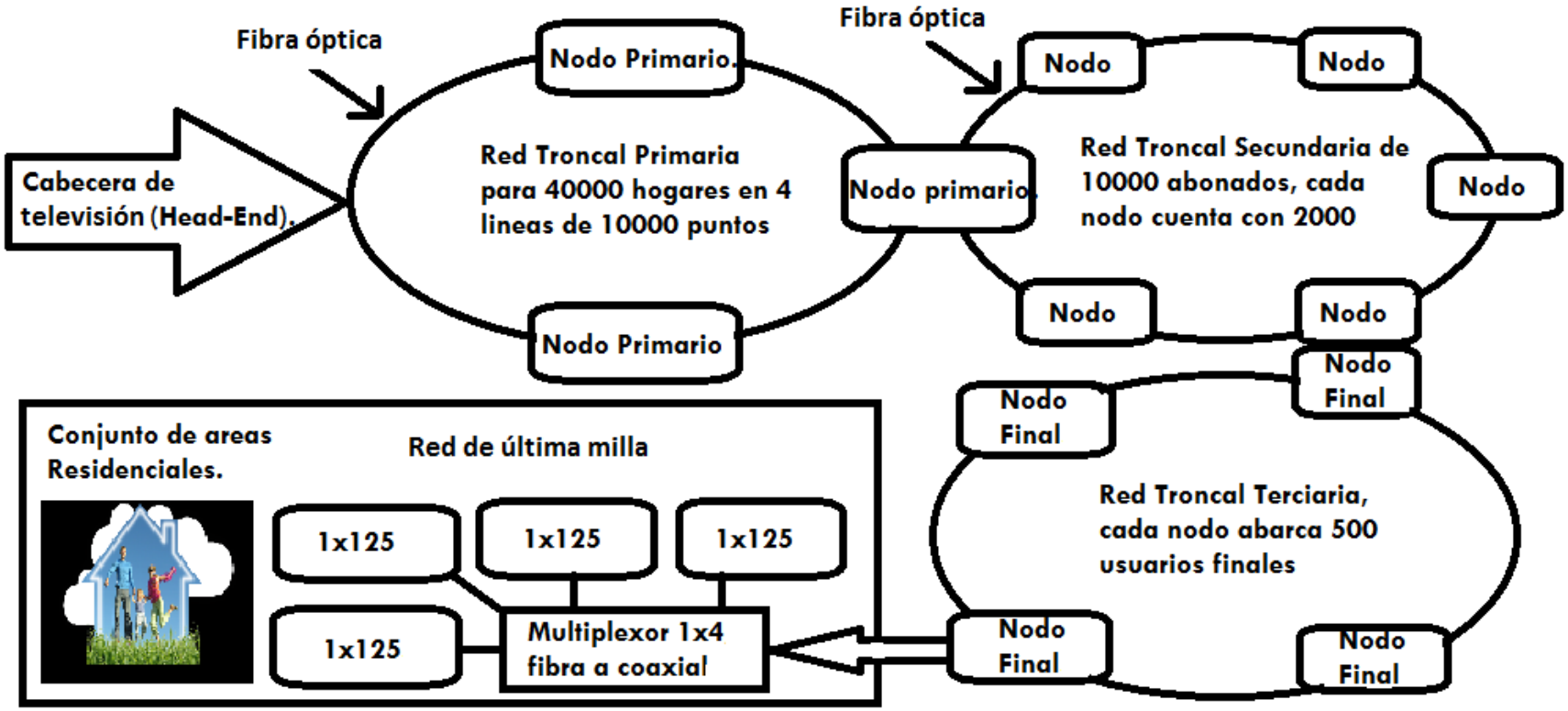
2.5.2.1.5. La arquitectura de una red HFC contiene las siguientes partes: Un nodo final de fibra a coaxial 1X4 que contendrá Taps y derivaciones en cada edificio detallando que se trabajan 4 salidas que se desglosan entre 60 a 125 abonados.

2.5.2.1.6. Red del usuario: esta etapa une el derivador con la señal amplificada a la toma final de la vivienda y esto se trabaja con topologías árbol rama o estrella según la distribución de última milla.

En el

Diagrama 4 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se describe gráficamente las redes troncales y de distribución híbrida de fibra y cobre HFC descritas antes.

Diagrama 4. Redes troncales y de distribución de F.O y HFC



Fuente: Elaboración propia

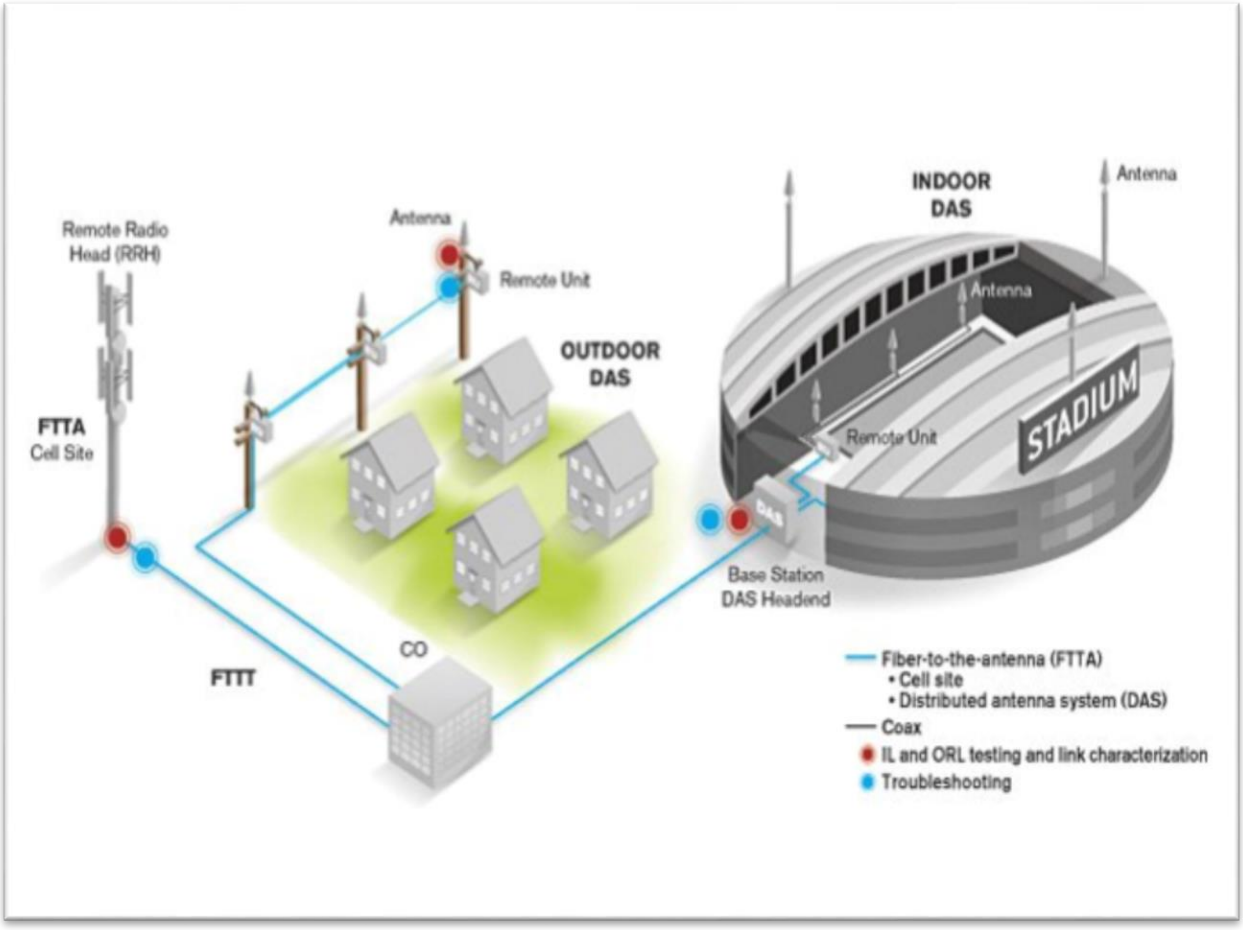
2.5.2.2. La arquitectura de los Sistemas FTTX

Este sistema de entrega al usuario de última milla de fibra óptica se le llama “Fibre to the X”, la X corresponde al destino final, dígase FTTH (home) fibra hasta el hogar que contiene una o dos fibras dedicadas a cada usuario en conexión punto a punto con topología de estrella o mediante una red óptica pasiva PON (Passive Optical Network). FTTB (building) fibra hasta la acometida del edificio, este medio llega hasta el cuarto de máquinas de una edificación donde internamente se distribuye toda la señal al usuario final mediante medios de cobre o inalámbricos internos.

La combinación de ambas se les llama FTTP (premises) fibra hasta los locales. Otra nomenclatura es FTTN (node) fibra hasta el Nodo, como se explicó con anterioridad se refiere a cualquier nodo de los anillos de fibra primarios, secundarios o terciarios de la red de distribución. FTTC (cabinet) fibra hasta el armario de telecomunicaciones es un servicio de banda ancha de alta velocidad cuyo principio de funcionamiento fue acortar distancias de las conexiones de cobre telefónicas, es otra aplicación de la fibra óptica para lograr sistemas tales como la IPTV o la VOIP sobre las líneas de par trenzado, se logró mediante la instalación de equipos DSLAM Digital Subscriber Line Access Multiplexer (Multiplexor de línea de acceso de abonado digital) en cada armario de telecomunicaciones de la empresa.

A partir del DSLAM se distribuye al usuario final la señal mediante pares de cobre gracias a los equipos VDSL (very high bitrate digital sucriber line), línea de abonado digital de muy alta tasa de transferencia para velocidades de entre 10 y 40 Mbps según las distancias y por último, el sistema FTTA (antenna) que corresponde a los sistemas de entrega de fibra óptica de la central telefónica hasta la antena de comunicación de radio LTE que se conectan a los cabezales de radio remotos (RRH Remote radio head) y los sistemas de antenas distribuidas (DAS Distributed antenna system) para dar cobertura en lugares que se saturan tales como: parques, aeropuertos o estadios, todos estos sistemas se intercomunican por fibra óptica. En la Figura 8 se detalla una distribución innovadora FTTA tomada de la página oficial de EXFO, empresa dedicada a la venta de equipo de pruebas y medición de calidad para la fibra óptica.

Figura 8. Sistema fibra hasta la antena FTTA



Fuente: www.exfo.com

2.5.2.3. Redes de distribución de la fibra óptica

Las redes de F.O. se distribuyen de forma directa o compartida, tal es el ejemplo de las redes ópticas pasivas PON (Passive Optical Network) y las Gigabit-PON que utilizan, unidades ópticas de terminal de línea OLT's (Optical line terminal) en los data center, distribuidores ópticos de red multiplexores y divisores ópticos ODN's para que una sola fibra sirva para hasta 128 abonados distintos con topologías punto a multipunto y por último las ONU Optical network unit para empresas y residenciales y las ONT (optical network terminal) para el usuario final residencial.

Otra red es la activa AON (Active optical network) cuya diferencia radica en que los equipos de distribución óptica se conectan a la red eléctrica con la ventaja que se

logran entre 500 y 1000 abonados con anchos de banda de hasta 100 megas según los presupuestos de los usuarios finales; seguidamente Ethernet point-to-point (PPPoE o EPON) que corresponde a fibras dedicadas para servicios de triple y cuádruple play (servicios de voz, video, datos y movilidad) donde la oficina central o el data center se comunica directamente con el abonado donde la opción de entrega final constituye la de Electrical Network, aquí se convierte la señal óptica en eléctrica mediante los equipos de terminal óptica ONT finales (optical network terminal).

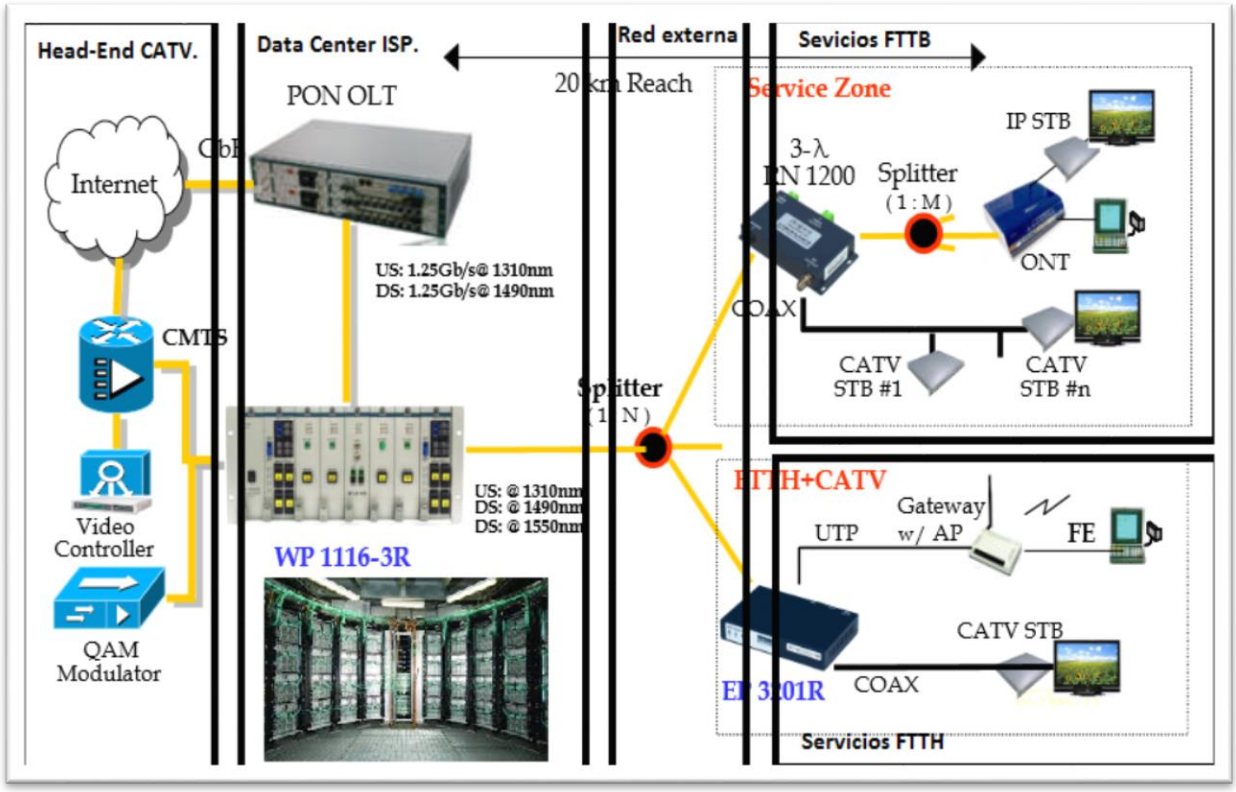
2.5.2.4. RF Overlay (superposición)

Este concepto corresponde a la transmisión de radio frecuencia a través de redes de fibra óptica pasivas para lograr un triple play, se utiliza un láser dedicado que modula el video a 1550 nm de longitud de onda en paralelo a la señal de datos digital de subida con 1310 nm y de bajada con 1490 nm para el internet y los protocolos IP; la señal de RF va de 80 a 862 Mhz para la televisión análoga y TV digital terrestre y de 950 a 2150 Mhz para la televisión satelital, la forma de transmitir datos sigue siendo multiplexación por división de longitud de onda WDM.

La señal se obtiene de una cabecera de tv y se envía de forma analógica superpuesta a la transmisión de datos mediante una red GPON donde el usuario tendrá una ONT de donde se extrae la RF y los datos por aparte, cabe destacar los problemas que se mejoran con el nacimiento de la IPTV, los láser son lineales y altamente caros, la señal es necesario amplificarla luego de los multiplexores, la señal ruido de los canales de tv debe estar entre 42 y 48 db para que funcione correctamente, afectando en que los canales análogos necesitan mayor amplificación que los digitales, resulta necesaria la aplicación de amplificadores ópticos EDFA, por lo tanto, debe realizar un ajuste de potencia óptica, dificultad para la entrega de sistemas a la carta, la distribución de señal es por RF por lo que las tendencias de visualización actuales se ven limitadas ante la RF Overlay.

En el Diagrama 5 **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detalla, el diagrama en bloques de un sistema RF Overlay distribuido sobre la plataforma FTTx; mismo que conlleva el Head-End, un datacenter ISP, una red externa y una forma de entrega FTTB (edificio, building).

Diagrama 5. Diagrama en bloques de un sistema RF Overlay



Fuente: www.furukawa.com

3.5.3. Televisión por protocolos IP, IPTV

Esta modalidad de entrega llamada televisión por protocolos IP “IPTV”, está diseñada para proveedores de televisión por cable, telefonía IP e internet de banda ancha, el acrónimo representa televisión sobre protocolos de internet, la gran diferencia con RF Overlay radica en colocar un servidor de video y otros equipos que trabajan únicamente cuando el usuario final lo solicita, la IPTV necesita anchos de banda mayores para su correcto trabajo, por ejemplo, si solicitó ver paquetes básicos

SD de televisión, se necesitará una conexión dedicada de 1.5 megas aproximadamente y si se quiere trabajar con un canal de definición alta HD, se requerirá una conexión dedicada de aproximadamente 8 Megas, aun IPTV trabaja con codificación MPEG-4 por lo que sí se desea un ancho de banda de internet, que puede ser de 4 megas y estar viendo un canal en la definición, igual se tendrá que sumar los BW y se necesitará una conexión de al menos 12 Mbps.

Es muy importante denotar que las plataformas de servicio son los sistemas XDSL o FTTx; si se trabaja con VDSL se logran anchos de banda de hasta 40 Megas, pero la sensibilidad será mayor entre más BW se tiene. Se define que la señal ruido no debe exceder los 13 dB para lograr garantizar el servicio con buena calidad y la atenuación no debe ser mayor a 40 dB por lo que es necesario considerar las distancias de conexión, los nodos, los amplificadores ópticos y otros equipos ligados al sistema.

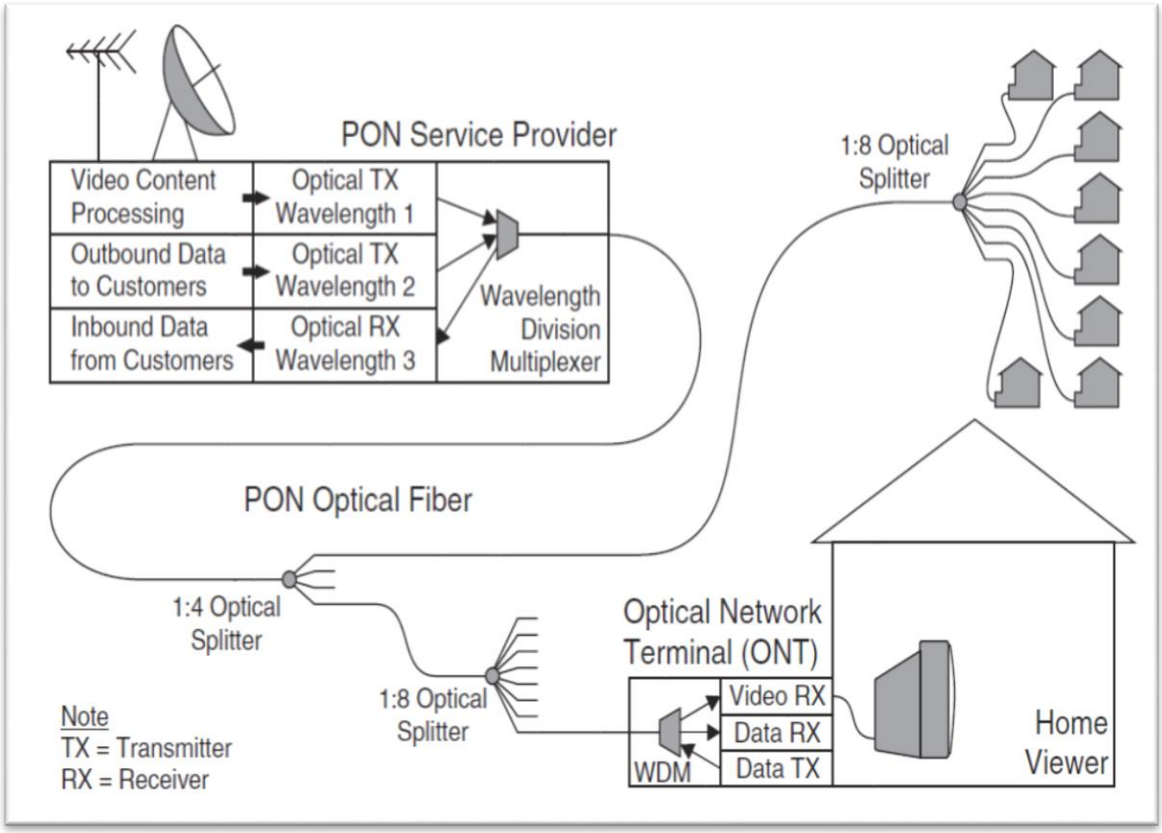
El sistema está compuesto por una cabecera de TV o una fibra dedicada que trae la grilla de canales de tv alquilada a una data center, una red de área de almacenamiento y servidores de audio y video SAN (storage área network), el área de distribución del contenido, los equipos de entrega y suscripción; y por último, el software de distribución y procesamientos. Actualmente la codificación del video se hace mediante sistemas MPEG-2 y MPEG-4, la IPTV no es solamente televisión, también contiene paquetes de video conferencia, video llamadas, video en demanda, pago por evento, video a la carta, video Streaming, pago por ver PPV, almacenamiento de contenido, internet con paquetes de Facebook y otros, control parental, guía electrónica, interactividad, video juegos en línea y más.

2.5.3.1. IPTV sobre la arquitectura FTTP

La verdadera televisión por IP tiene únicamente dos arquitecturas sobre las que puede en realidad llegar a las distintas instalaciones con canales HD y SD sin ningún problema de pérdidas de señal o conexión; las arquitecturas son, la fibra óptica directa y los sistemas de banda ancha VDSL. En relación con la primera arquitectura, llamada

FTTP (fibre to the premises), se define que el cable óptico debe apuntar hasta el último lugar de conexión, por ejemplo, desde la data center hasta la caja decodificadora STB de la residencia, en otras palabras, el lanzamiento de fibra (Drop de fibra) llega hasta el usuario final directamente con un acceso punto a punto. La única limitante para la entrega de servicios del proveedor es el contrato por realizar con el usuario final donde se definen anchos de banda, grilla de canales, servicios VoIP y otros más, la infraestructura por utilizar es pasiva (PON) con multiplexores de señal de 1X32 para los usuarios finales y la señal es multiplexada por longitud de onda WDM. En el Diagrama 6**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detalla una distribución de la señal de video con base en las arquitecturas FTTP, mediante redes pasivas de fibra óptica.

Diagrama 6. Sistema FTTP para IPTV



Fuente Video sobre IP de Wes Simpson, II Ed

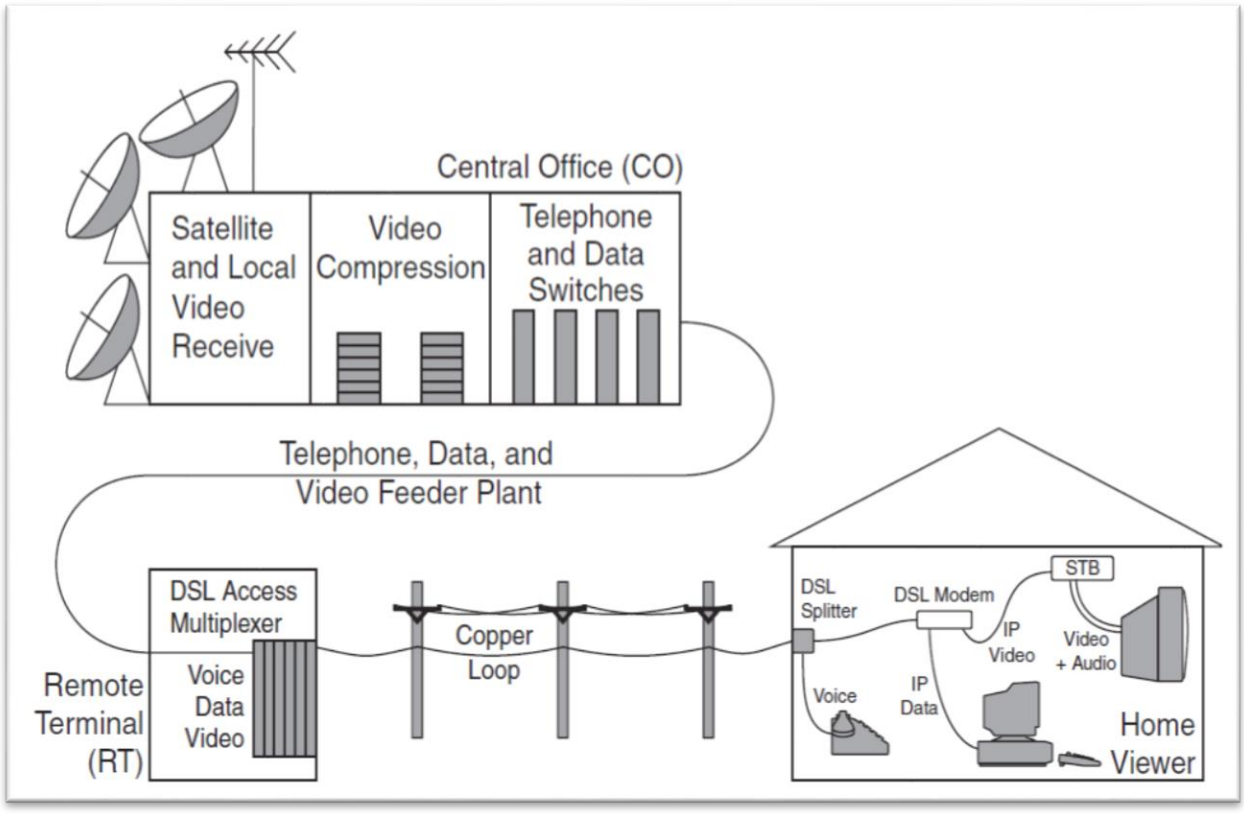
2.5.3.2. IPTV sobre protocolos xDSL

DSL es una tecnología de transmisión de banda ancha digital que implica el envío de información de datos a través de una línea telefónica de abonado, también denominada bucle local. El acrónimo DSL significa "línea de abonado digital". Las aplicaciones de DSL implican el transporte de datos, voz y actualmente video. DSL en general describe la tecnología, mientras que xDSL representa las variedades individuales de la tecnología DSL. La x es una variable que cambia en función de la velocidad y aplicación de la tecnología xDSL, por ejemplo, ADSL, ADSL2, ADSL2+, SDSL, IDSL, HDSL, SHDSL, VDSL y VDSL2. En estos casos la A significa Asimétrica, la SH alta velocidad simétrica, la V es de Very High Bit Rate (muy alta tasa de transferencia). Para lograr transmitir hasta 40 Mbps y tratar con sistemas de entrega triple play, se recomienda trabajar con las tecnologías VDSL.

La topología de conexión del equipo DSL es la siguiente, Oficina Central (C.O), en ella se adquieren los sistemas de televisión, se comprime y procesa el video, además se agregan los procesadores de datos y telefonía, mediante fibra óptica, microonda digital y líneas de cobre se interconectan la C.O. con las distintas terminales remotas RT, también conocidas como centrales locales donde existen los equipos multiplexores DSLAM (Access Multiplexer) cuya función principal es la combinación de las señales de telefonía, video y datos; estas informaciones se transmiten a través de un par de cobre telefónico para los usuarios finales mediante el servicio telefónico convencional (POTS) Plain Old Telephone Service a la cual se le llama red telefónica conmutada (RTC) o red telefónica básica (RTB), donde se incluyen spliters y armarios de distribución de pares telefónicos, postes de distribución eléctrica y acometidas de conexión para empresas y hogares.

Por último, los equipos del suscriptor son los siguientes: Spliter 1X2 DSL en la entrada, ahí se separa la voz de los demás servicios entregados, el Modem DSL se conecta a la segunda línea y el mismo cuenta con una salida de datos ethernet IP Data para la red LAN y también tiene una salida que se conecta al sistema de televisión llamada IP Video, la misma finalmente se conecta a un equipo STB set top box que decodifica los protocolos IP en video y audio digital para observar la grilla de canales finales. En el Diagrama 7**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detalla la topología de conexión de dichos sistemas xDSL para entregas triple play.

Diagrama 7. Topología xDSL para IPTV y triple play



Fuente: Video sobre IP de Wes Simpson, II Ed

El rendimiento del servicio xDSL varía en función de las siguientes condiciones: distancia entre las instalaciones de un cliente y la oficina central o terminal remota de la empresa de telefonía local, la capacidad de la red troncal digital que está disponible para admitir cada DSLAM. La cantidad de usuarios que se agregan a la red troncal digital disponible, el comportamiento de la comunidad que recibe el servicio (es decir, con qué frecuencia utilizan el servicio, cuántos datos consumen, qué tipos de servicios les ofrecen), la calidad del bucle local entre las instalaciones del cliente y la oficina central del proveedor del servicio, la proximidad de fuentes de ruido con el equipo de DSL y el bucle local, el estado del cableado de las instalaciones del cliente, el estado de la alimentación eléctrica pública y la conexión a tierra del sistema. En la Figura 9 se muestran una serie de fotografías de equipos IPTV y GPON cortesía de ambas empresas, mientras que en la Figura 10**¡Error! No se encuentra el origen de la**

referencia. se muestran algunas fotografías de planta externa e interna en temas de planta externa, armarios y distribución de equipos.

Figura 10. Equipos xDSL e IPTV

Fuente: Elaboración propia, empresas ESPH y el ICE

Figura 9. Planta externa y planta interna servicios xDSL

Fuente: Elaboración propia, empresas ESPH y el ICE

3.5.4. Televisión vía satélite

El satélite es una forma de entrega analógica y digital de video, datos y audio, en temas de televisión la señal se codifica y se modula en una estación terrestre que transmite la señal a un satélite mediante un ancho de banda especifico, el satélite contiene un equipo transponedor que toma la frecuencia de subida, la procesa, la amplifica y la cambia para su bajada hacia los usuarios finales; el transponedor puede distribuir la señal con topologías punto a punto o punto a multipunto según los fines y aplicaciones para lo que se adquieran dichos servicios. Otro detalle relevante es que existe una sombra de cobertura territorial, por ejemplo, Intelsat e Hispasat tienen cobertura en América.

Para continuar con la explicación técnica, es necesario plantear los tres tipos de televisión por satélite: la primera es Direct To Home DTH, la segunda corresponde a la recepción dedicada para las empresas de televisión por cable (televisora a cablera) y en tercera instancia la comunicación dedicada de televisora a televisora (canal a canal); no sin dejar de lado que existen sistemas llamados free to air FTA que aprovechan los usuarios aficionados para ver televisión de otros países en general sin pagar.

Su funcionamiento básico se basa en satélites repetidores colocados en la órbita geoestacionaria donde se trabaja con dos bandas de frecuencia, la banda C analógica y la banda KU digital. La banda KU puede colocar 360 satélites a 1 grado de distancia cada uno en la órbita, mientras que la banda C cuenta con una separación de 2 grados por lo que únicamente se cuenta con 180 satélites. En detalle se comenta que la transmisión de señal televisiva de subida se realiza con parabólicas de entre 9 y 12 metros de diámetro para lograr enfocar con más facilidad el satélite, además obtener mejores niveles de potencia de emisión, los anchos de banda de cada transponedor son alquilados y utilizados, según disponga el arrendatario.

Es necesario saber que cada satélite puede tener aproximadamente 24 transponedores en banda C y 32 en banda Ku con frecuencias que van de los 27 a los

50 megaciclos. La banda C va de 3.7 a 4.2 GHz y 5.9 a 6.4 GHz, su principal ventaja es la robustez de la señal ante condiciones muy adversas como la lluvia y los granizos de las zonas tropicales, la banda segmentada Ku va de los 12 a los 18 GHz y su principal aplicación es la televisión digital directa, cabe destacar que toda América trabaja en la banda KU con antenas de 0.8 a 1.4 metros de diámetro como es el ejemplo de Sky TV y Claro TV.

A nivel de empresas de televisión, existe la ventaja de la seguridad de la información porque la conexión es punto a punto y no pasa por múltiples saltos como es el caso de las conexiones IP, los anchos de banda para alquilar normalmente son de 6 o 9 megas Intelsat 21 e Intelsat 14 son dos buenos ejemplos para subir la señal y que cualquier empresa de televisión por cable utilice la señal proporcionada pues la mayoría de empresas cableras de LATAM están colocadas en estos, la forma de codificar la decide el empresario que alquila el espacio en el transponedor, por ejemplo, DVB en modulación 8PSK.

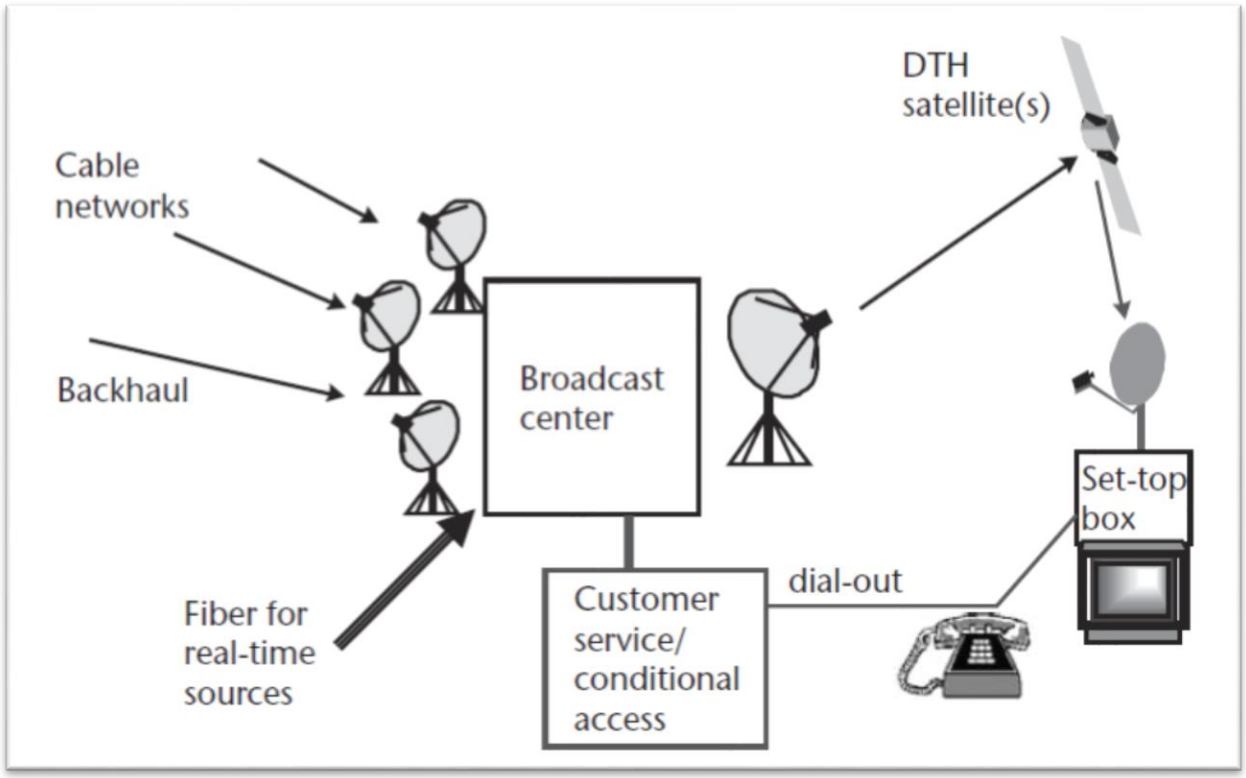
2.5.4.1. Sistemas DTH

Este sistema Direct to Home se le llama también DBS (transmisión directa satelital), para la recepción se requiere de antenas de diámetros pequeños, considerando la amplia zona de cobertura de los trasponedores satelitales, además son una opción de entrega directa al usuario para lugares donde no se tiene cobertura mediante los sistemas CATV, otra ventaja es que son mucho más baratos y sencillos de instalar, son sistemas muy directivos y con el fin de proteger de interferencias las señales se utilizan polarizaciones cruzadas (vertical y horizontal) y desplazamientos de frecuencias (hacia la derecha y hacia la izquierda).

Otras características importantes por mencionar son las grandes distancias entre proveedor y cliente, la latencia y retrasos de señal son amplios (dígase de 1 a 10 segundos), la cantidad de usuarios es muy amplia sin necesidad de mucho control, no requiere de mucho mantenimiento por parte del técnico, además son sistemas bilaterales muy flexibles.

Su arquitectura está compuesta por el transmisor que conlleva una antena de gran tamaño para obtener grandes potencias de subida y dos reflectores con el fin de mejorar la linealidad y lograr evitar las atenuaciones, seguidamente está el satélite con todas sus partes (paneles solares, baterías, transponedores y reflectores de antena, tanques de combustible y propulsores), por último, en la estructura general del sistemas satelitales se encuentra el receptor que conlleva los siguientes equipos: plato receptor que concentra los haces, unidad exterior de la antena receptora LNB que amplifica la señal y el decodificador STB satelital que se conecta al monitor final del usuario. En el Diagrama 8**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se denota un diagrama en bloques de un sistema DTH.

Diagrama 8. Estructura satelital DTH



Fuente: The Satellite Communication Applications Handbook, II Ed

3.5.5. Video y Audio Streaming

La traducción de Streaming al idioma es transmisión sin interrupción, este concepto se utiliza para dar énfasis a las señales de video y audio en vivo a través de la Word Wide Web WWW o red mundial, transmitir en tiempo real se logra incorporando equipos electrónicos codificadores, moduladores y multiplexores digitales en un solo sistema informático. Se habla de incorporar a la WWW el audio, la música, los video juegos, la interactividad, la telefonía y por último, los videos en línea, las video llamadas y la televisión digital HD, 4K e incluso 8K mediante protocolos IP que consumen mucho ancho de banda, Streaming es el equivalente a transmisión de televisión digital por radiodifusión pero por este caso, el medio de transmisión es la internet, aprovechando el almacenamiento BUFFER de cada dispositivo informático receptor, claro está que también se puede almacenar la información y procesarla en servidores paralelamente para que el usuario final puede solicitarla tiempo después mediante sistemas de televisión a la carta y video en demanda o pago por ver PPV los contenidos diferidos.

La transmisión multimedia TCP/IP toma fuerza actualmente pues ya es accesible a los usuarios finales sin ningún coste o a precios muy cómodos en dispositivos móviles como celulares, tabletas o computadoras portátiles. Se destaca que por medio de esta tecnología se han implementado también las videoconferencias, las clases virtuales, la radio por internet, la música a la carta y mucho más.

Ahora cambia la forma de ver la televisión y los contenidos pues son usuarios constantes de la internet y los dispositivos móviles, ya no se espera un horario para una programación ni se quiere ver anuncios, genera de parte de las empresas de radio y televisión la necesidad de crear sistemas electrónicos móviles de fácil instalación y aplicaciones celulares libres que compitan con compañías trasnacionales tales como Netflix o Spotify.

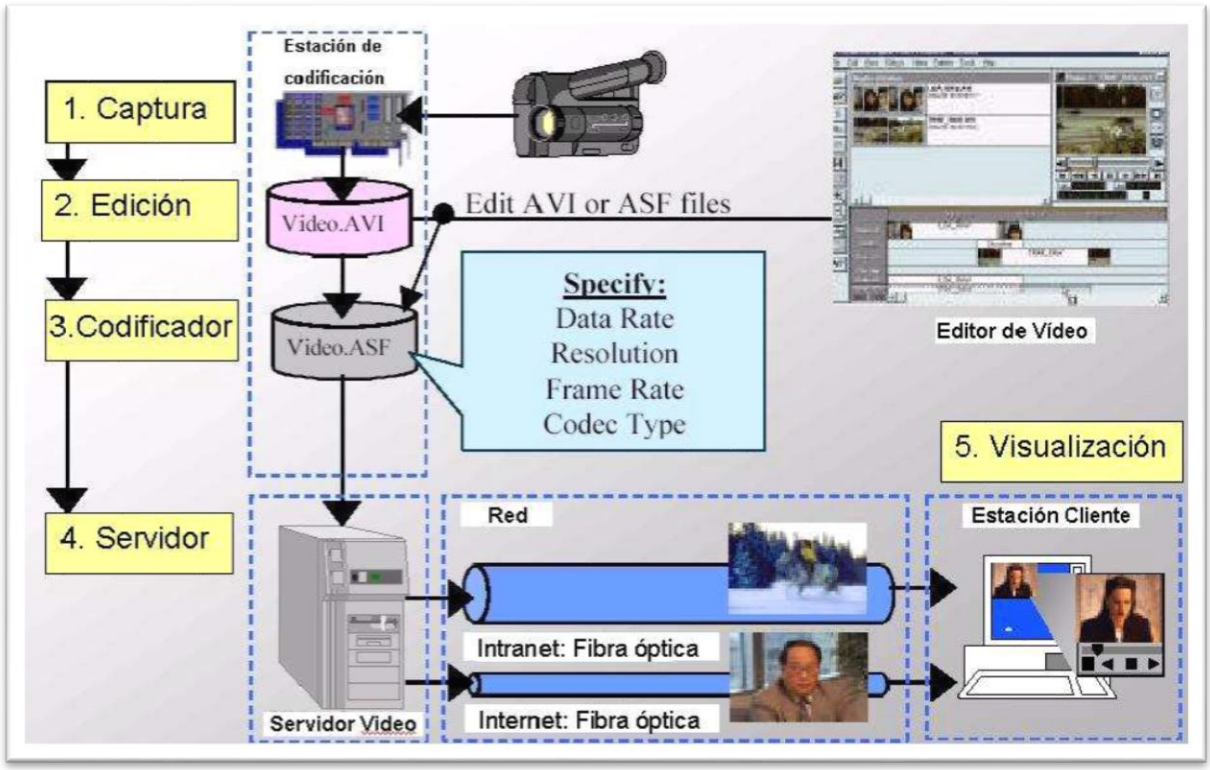
Streaming requiere las siguientes tecnologías para su correcto funcionamiento: primero se requiere de un CODEC, el mismo contiene codificadores para comprimir y

decodificadores para descomprimir el audio, el video y los datos mediante varios algoritmos (MPEG, AAC, MP3, H265), en segunda instancia se requiere de un contenedor intercalado de archivos de audio y video (software y extensión de archivo que apoya el proceso de emisión de audio, video y datos en conjunto a la buffer de proceso y almacenamiento), algunos ejemplos de formatos serían AVI, FLV, ASF, etc. En tercera instancia se requiere de un protocolo de transmisión sin interrupción de Windows, Linux o MAC, como el HTTP para lograr así empaquetar la información y transmitirla físicamente sin pérdidas de un servidor Streaming a un usuario final. El cuarto paso es utilizar un protocolo de control de transmisión de datos dígase TCP y UDP para interactuar con el servidor y, por último, el paso cinco es la precarga de información en el buffer para evitar retrasos por mala conexión o sobrecarga de usuarios.

A continuación, se muestra el

Diagrama 9 de bloques de un sistema de video Streaming correspondiente al **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** del presente texto donde se detalla la descripción anterior de una manera más gráfica. Es importante considerar las formas de entrega de los protocolos IP llamadas Unicast, Anycast, Broadcast y Multicast, las dos últimas se utilizan para el streaming de video y audio. La distribución de la señal multicast de IPV4 se da por medio de UDP y se controla mediante IGMP mientras que IPV6 fue diseñado para todos los equipos actuales electrónicos que acceden a internet lo que genera una mayor atinencia de dicho protocolo en la actualidad. Las normativas aplicadas para comprender de una mejor manera estos sistemas IPV6 e IPV4 son la RFC-3171 y la RFC-4291.

Diagrama 9. Sistema video streaming

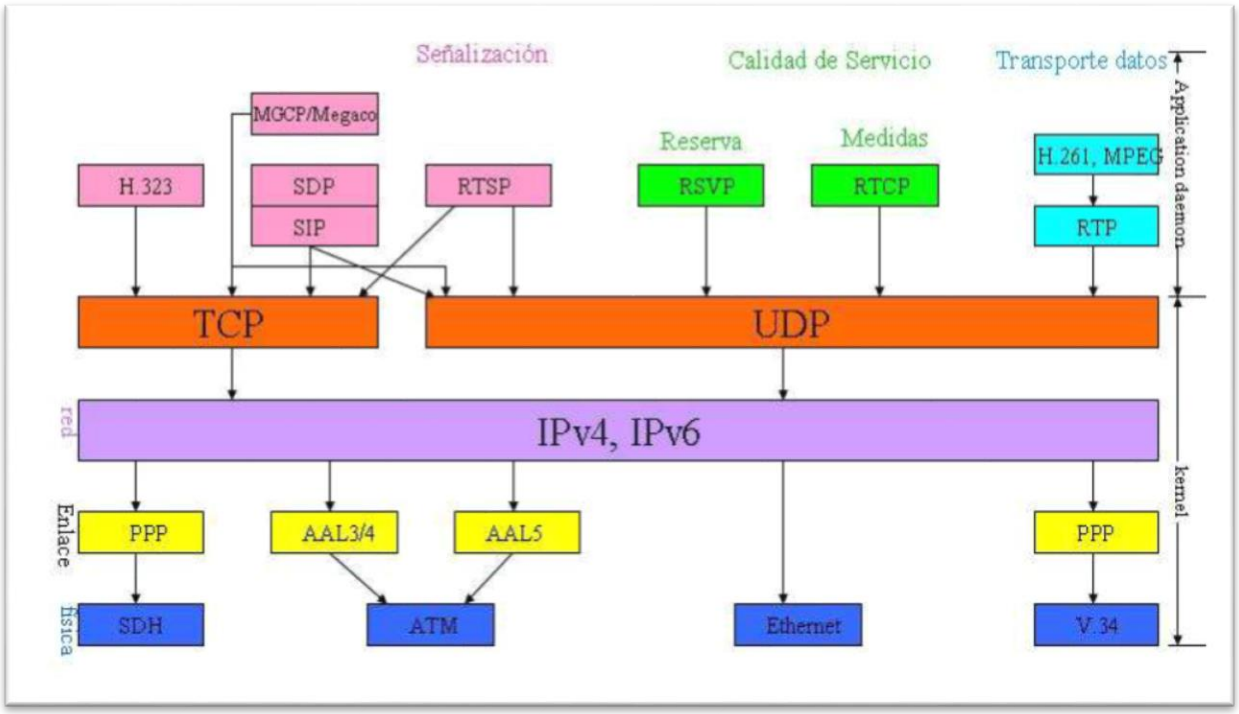


Fuente: The Technology of Video and Audio Streaming, II Ed

En el

Diagrama *10*¡**Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se muestra la pila de protocolos multimedia utilizada para la transmisión del video streaming actuales aplicados en IPv6 e IPv4.

Diagrama 10. Pila de protocolos para video streaming



Fuente: The Technology of Video and Audio Streaming, II

3.5.6. VOD, video a la carta y televisión al día

Estos sistemas de acceso condicional de visión a la distancia, permiten a un usuario acceder a los contenidos multimedia de un servidor de audio o video de forma personalizada; este proceso se puede realizar mediante un software y la solicitud de una película, un contenido, una serie, un audio e incluso una entrevista o programa completo pregrabado y editado en el momento que se desee hacer, algo así como si fuese un reproductor DVD, a esto se le llama servidores Multimedia, los archivos se pueden ver en tiempo real o se pueden descargar en los equipos si así se quiere hacer. Para su distribución streaming se utiliza la forma de entrega Unicast mediante solicitud, con la única desventaja de un máximo número de usuarios y servicios de entrega según el proveedor. Algunos ejemplos son: Claro Video, Netflix, Movistar más, Cabletica On Demand, etc.

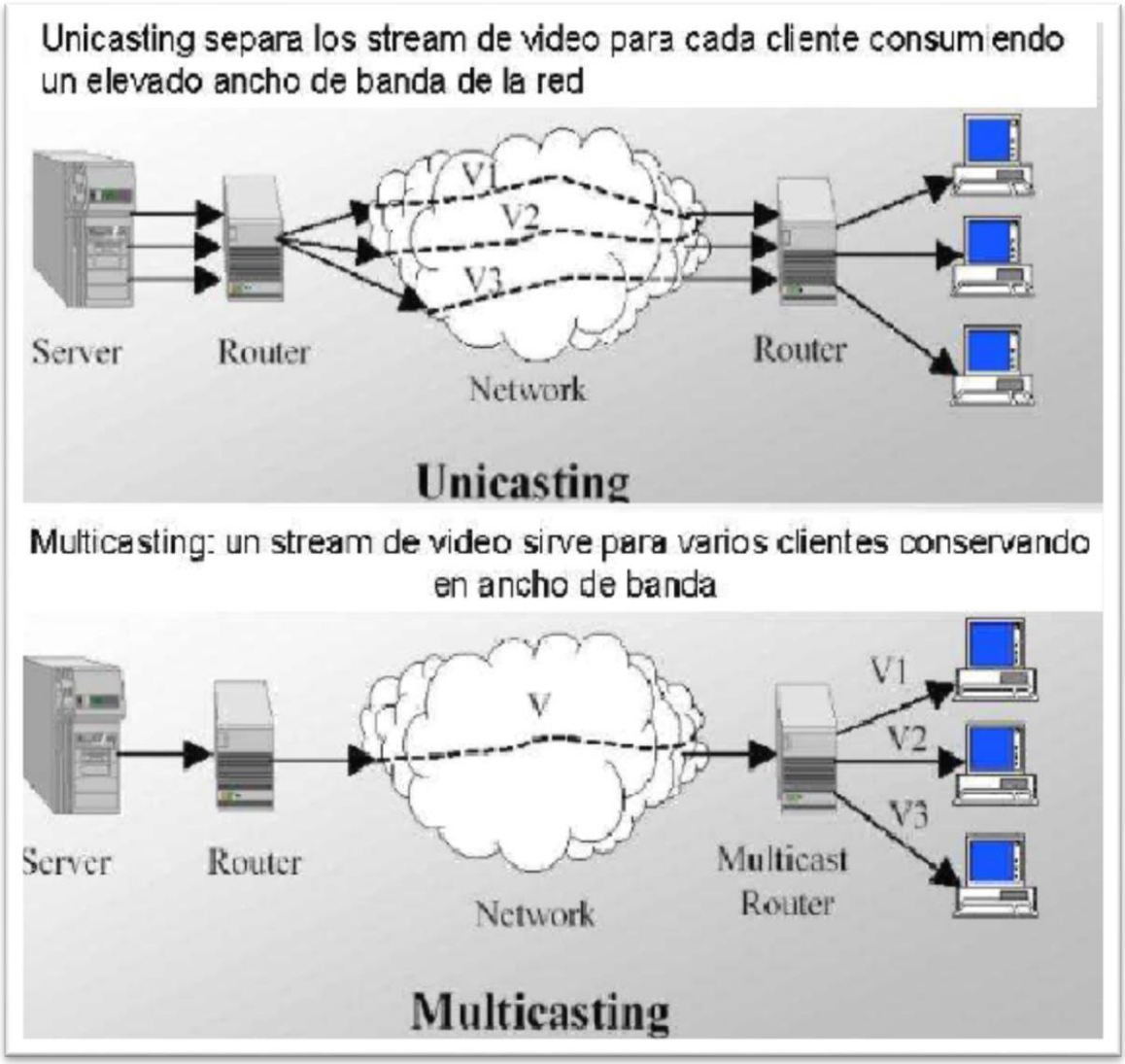
Estos son sistemas cuyo funcionamiento del servidor es muy similar a un video club 24/7. En televisión se creó una idea de difusión de los programas almacenados

en los servidores por la página web a la que se llamará “televisión al día”, en inglés “catch-up TV” que consiste en una forma de VOD de los programas y entrevistas que se realizan durante el día y se encuentran expuestos para el usuario de manera gratuita durante algunas semanas después de su emisión.

Otra forma de entrega del video por internet es mediante los sistemas multicast de NVoD (Near Video On Demand), mediante esta forma se logra crear un canal de televisión online y entregarlo simultáneamente a varios usuarios mediante plataformas como youtube, upstream y otras plataformas más. La gran diferencia con los sistemas Unicast es que no se puede adelantar, atrasar y pausar la emisión, así es solo ver y grabar en el sistema buffer si se quisiera hacer con una limitante muy importante; que, a nivel de publicidad, marcas y derechos de autor, dependiendo de la grabación final los videos en emisión pueden ser bloqueados en el instante. En la

Figura *11* **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra como trabaja Unicast en comparación con Multicast con cada una de sus partes para fomentar la descripción anterior.

Figura 11. Servicio Unicast y multicast



Fuente: Implementación de una aplicación de video-on-demand

3.5.7. Pago por visión PPV y Set Top Box

Pay Per View es una forma de entrega que requiere de un canal de retorno para solicitar los contenidos mediante las plataformas de servicio CATV o DTH, la gran diferencia que existe con VoD es que se pueden ver los contenidos en forma simultánea gracias a la caja decodificadora digital STB durante todo un día, una tras otra vez, como una película alquilada de Blu-Ray. El alquiler de películas, eventos,

conciertos, estrenos, documentales o programación de adultos se da mediante el pago por medio de una llamada telefónica, un mensaje de texto o la página web de la empresa. Existen detalles del software muy importantes, tal es el caso del límite de pago, el control del consumo y el control parental, además de la posibilidad de la compra de películas y la descarga de las mismas a las cajas decodificadoras digitales DVR y HDVR. Las cajas decodificadoras en inglés se les llama STB, se crearon únicamente para la televisión por cable, pero en la actualidad con la introducción de la televisión digital se utilizan en la banda satelital, la IPTV y la banda terrestre.

Las Set Top Box, son cajas receptoras analógicas o digitales que separan la señal en sus tres áreas: video, audio y datos, luego de sintonizar la frecuencia correspondiente; una vez separadas las señales se procede a decodificar cada una por aparte y presentarlas en el televisor o monitor final, las cajas STB actualmente también cuentan con un canal de retorno que interactúa con el comerciante mediante los metadatos para las distintas aplicaciones posibles como: votaciones, chats, foros, juegos en línea, estadísticas, guía electrónica, pago por ver, grabación digital de películas y muchas más aplicaciones de gran relevancia.

3.5.8. Televisión Móvil y portátil

La televisión móvil es ahora un negocio de consumo diario que se aplica principalmente en medios de transporte como autobuses y taxis para el entretenimiento gratuito de los clientes; sin embargo, gracias a las nuevas redes inalámbricas de interconexión; se puede ver televisión en las tabletas, celulares y otros dispositivos portátiles cuando se quiere; de ahí nacen varias formas de entrega que permiten grandes velocidades de desplazamiento y movimiento del usuario sin que se den pérdidas de señal; ONE-SEG de ISDB es una forma de entrega, LTE-B (broadcast) es otra forma de entrega, ISDB-Tmm es la tercera opción sobre VHF y los servicios streaming explicados con anterioridad son la cuarta opción de entrega y en la actualidad la más común, tomando en cuenta que la gran mayoría de usuarios cuenta con varias aplicaciones de pago por visión o cuentan con un ancho de banda

de más de 2 megas en su servicio de telefonía móvil, permitiéndole así ver en línea noticias, videos, partidos de futbol, series y otros contenidos más. A continuación, la descripción de cada sistema de entrega.

2.5.8.1. One-Seg

Utiliza el segmento central de las trece separaciones del ancho de banda del estándar japonés brasileño de 428 KHz para transmitir video de baja resolución para dispositivos móviles a 320X240 pixeles, el mismo codifica el video en H264, el audio en AAC y marca el flujo de transporte mediante MPEG-2 con una modulación QPSK a 2/3 de FEC de intervalo de guarda. Ahora el país ya cuenta con dicho sistema con cobertura de la GAM.

2.5.8.2. ISDB-Tmm

Por sus siglas en inglés (Terrestrial Mobile Multi-Media) es un sistema que se puede implementar en Costa Rica y que corresponde a un servicio de contenidos multimedia para celulares y tabletas donde se aprovecha parte del espectro que quedara libre de VHF, luego del encendido digital para su aplicación. Sus características son: resolución en 720X480 pixeles, codificación de audio en 5.1 canales, el video se trabaja en H264, la multiplexación es MPEG-2 y la modulación es jerárquica, según la cercanía al transmisor 64QAM, 16 QAM, QPSK.

Este sistema almacena libros electrónicos, juegos interactivos, música y otras implementaciones que no se pueden colocar en One-Seg.

2.5.8.3. MBMS

Multimedia Broadcast Multicast Services es una especificación de la organización de comunicaciones móviles 3GPP (The 3rd Generation Partnership Project) que busca una comunicación punto a multipunto para lograr una difusión y

multidifusión de contenidos televisivos de una celda celular hacia una red interna y de una red interna hacia los usuarios finales mediante redes de frecuencia única SFN aplicadas a los sistemas LTE y las celdas celulares con sus emplazamientos. Se busca mediante estas redes SFN que la televisión, la radio y los contenidos multimedia lleguen de una manera distinta a los televidentes. El estándar de difusión seleccionado es OFDM, pero estos sistemas en su etapa inicial no son capaces de trabajar según las exigencias del usuario final por lo que se decide crear EMBMS (Enhanced) y MBSFN (multicast-Broadcast) como opciones innovadoras del sistema.

2.5.8.4. LTE-Broadcast

LTE-B es un sistema LTE que optimiza la forma de entregar el contenido multimedia, audio y video interactivo a múltiples usuarios a la vez sin afectar la red y sin la necesidad de que un usuario solicite acceder al mismo; por ejemplo, se puede enviar masivamente en un estadio una repetición a todos los presentes y sus estadísticas a la vez para quien quiera verla en diferido. Esta tecnología cuenta con baja latencia, alta calidad, múltiple difusión y no necesita buffer de almacenamiento.

La idea principal es obtener un provecho máximo de los sistemas ya instalados de telecomunicaciones LTE para la distribución de contenidos televisivos mediante una red de frecuencia única SFN y sustituir así la red de frecuencia múltiple MFN con sus antenas y torres de gran potencia y cobertura. Esta tecnología permitirá observar hasta 24 videos streaming en el mismo dispositivo en calidad estándar y hasta 5 streaming videos 4K mediante la codificación es H265, con anchos de banda de entre 10 y 40 Mhz y velocidades de transferencia de entre 0.5 y 16 Mbps. Su estructura se basa en células pequeñas de transmisión con modulaciones de hasta 256 QAM; un detalle en contra es que existe la necesidad de reforzar la cantidad de células en lugar de mucha población dígase estadios, hospitales, parques u otros más, pero se destaca que existen dos frecuencias y modalidades de entregas; la paga de 700 Mhz de VHF del gobierno y la libre de 5 GHz Wi-Fi, la entrega es broadcast en el instante y Unicast a

la distancia del evento, según estudios que para el año 2018 el 70 % de la población mundial cambiara su forma de ver televisión hacia los medios móviles y portátiles.

2.5.8.5. Hybrid Broadcast Broadband TV

La emisión de televisión por grandes anchos de banda es un proyecto que busca entregar toda la televisión por medio de la web, se denota que será televisión interactiva donde se podrá acceder a publicidad, VoD, información personalizada en el televisor, juegos interactivos, navegación web, redes sociales, guía interactiva y más. Se busca mezclar televisión por satélite, cable y terrestre digital mediante decodificadores HbbTV. Actualmente trabaja en Europa mediante la normativa de implementación ETSI TS 102 796 y la implementa DVB para la banda cable, pero está en constante desarrollo y cuenta con el apoyo de empresas de televisión de gran poder como la BBC de Londres. En la

Figura *12***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra un receptor multimedia marca Dessing modelo NDS3916 para monitoreo de las señales ISDB-Tb y One-Seg cortesía del personal de central técnica de Repretel.

Figura 12. Equipo recepción multi-formato ISDB-tb

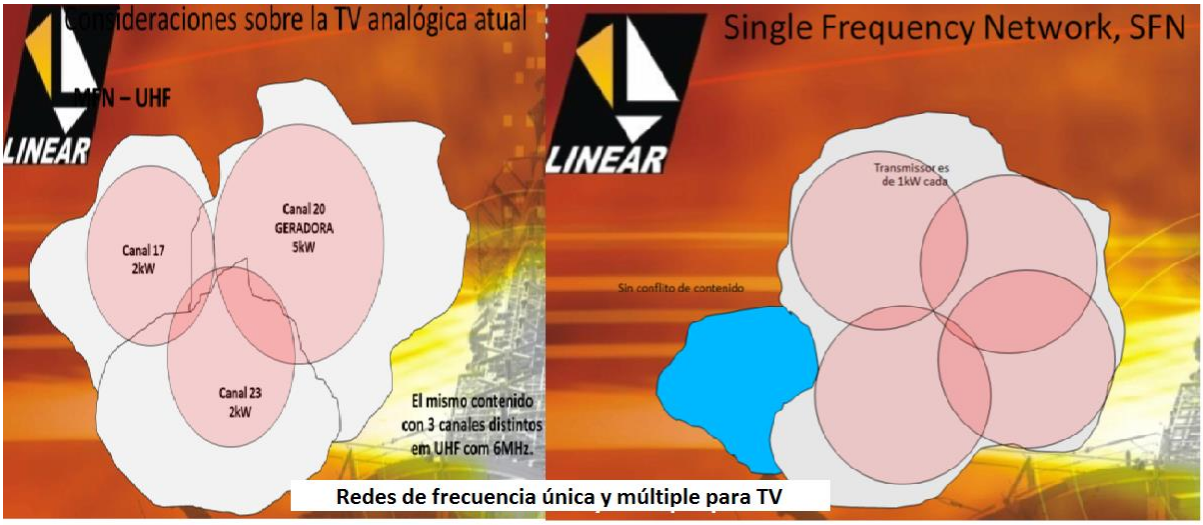
Fuente: Elaboración propia, Repretel

2.5.8.6. Redes de frecuencia múltiple y redes de frecuencia única

Conocidas por sus siglas como SFN y MFN son redes dedicadas a la televisión analógica y digital cuya descripción y aplicación es la siguiente: las redes de frecuencia múltiple irradian de manera vertical u horizontal una frecuencia de radio difusión de un canal de televisión que tendrá un transmisor único con gran cobertura y cuya repetición y retransmisión será mediante un canal distrito de frecuencia hacia otra zona geográfica del país, por ejemplo, canal 7 transmite para San José, Heredia, Alajuela y Cartago en VHF pero retransmite para Golfito y tras zonas con otros canales tales como el 8 de VHF la misma señal. Esto genera un gran consumo del espectro de RF por lo que se detalla con la TDT la opción de pasar a transmitir la misma información mediante redes de frecuencia única SFN, en este caso se trabajara con el mismo canal

de RF en varios repetidores ya no por FM y AM como la red, anterior sino de manera digital mediante sistemas OFDM, las ventajas por lograr serán: menor potencia de transmisión, cobertura en zonas de sombra, estructuras de telefonía celular se podrán utilizar y otras. En la Figura 13**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detallan ambas distribuciones de redes televisas MFN y SFN descritas anteriormente; ambas fotografías son cortesía de Linear Hitachi Brasil.

Figura 13. Distribuciones de red SFN y MFN



Fuente: Linear Hitachi Brasil

3.5.9. Televisión por Internet y dispositivos OTT

La Televisión por internet o WebTV es una forma de entrega de contenidos producidos exclusivamente para la internet; existen empresas de producción que se dedican a la transmisión de videos, grabaciones y producciones a través de la internet, estas empresas o usuarios no piensan en producir para transmitir por otros medios de entrega: los canales de televisión web más comunes son Youtube, Ckackle y Myspace, estos ofrecen la creación de un canal exclusivo con la transmisión en vivo de señales grabadas en el momento para los usuarios afiliados de manera gratuita limitada o de manera paga con muchas ventajas exclusivas de cliente premier.

Las características principales de estos sistemas son: que los videos deben ser cortos y puntuales para su mayor atención e interés, la medición de audiencia es exacta por número de usuarios registrados o personas quienes ven los videos grabados en un canal propio, con la aparición de estos sistemas las micro empresas pueden crear sus anuncios, publicidad e incluso aparecen conceptos como los youtubers que son personas que suben sus videos y ganan dinero por cada visita online a su canal.

Con su existencia nacen los dispositivos OTT Over The Top (sobre la mesa) que son equipos complementarios para su aplicación doméstica, dígase Chromecast de google con Youtube, Firestick de Amazone con KodyTV, PlayTV con Ckackle y AppleTV con Hulu, entre algunos ejemplos.

Estos dispositivos OTT permiten la instalación de aplicaciones y la conexión mediante un cable HDMI a las pantallas de televisión que no son inteligentes para simular así su funcionamiento interactivo como si fuese una Smart TV, la única necesidad para su correcto funcionamiento será una conexión privada al internet de al menos dos megas de ancho de banda, las aplicaciones se instalarán en los equipos OTT mediante su software de usuario y el contenido de las aplicaciones puede ser libre o pago según se decida, en una pantalla inteligente simplemente se instalan las aplicaciones que dan acceso a un servidor de video interactivo y a los datacenter que los contienen, de la misma manera funcionan dispositivos móviles como celulares y tabletas y los dispositivos portátiles, dígase computadoras personales y otros. Simplemente se instala la aplicación y se accede a la misma.

Existen aplicaciones de video bajo demanda que cumplen la función de agrupar canales pagos de televisión y entregar su contenido como si fuese CATV, por ejemplo, Mega TV, también existen aplicaciones de contenido Premium pagas de las grandes televisoras del mundo como Fox+, Cine canal+, HBO plus, así como compañías del país que dedican un servidor para agrupar la radio, la televisión, la prensa y otros medios que desarrollan una aplicación en Android para emitir el contenido diario de los mismos de manera gratuita, como Duotico.com.

Se hace necesario saber que cada canal de televisión está desarrollando su propia aplicación para que se distribuya el contenido, la televisión al día, las noticias y otras áreas como la mensajería y compras exclusivas del canal; los mejores ejemplos son Repretel y Teletica que transmiten y explotan al 100% sus páginas web y aplicaciones diariamente. No se deja de lado que los OTT están diseñados para aplicaciones muy populares que funcionan como videoclub 24/7 para el usuario final, pero delimitan su producto y contenido propio según el país y la zona geográfica de aplicación por derechos de autor.

En la actualidad existen dos temas más por tratar: primero, las empresas de cable crean aplicaciones dedicadas exclusivamente a funcionar como control remoto universal para las pantallas y monitores del usuario, un ejemplo es Peel Smart Remote que se sincroniza con la EPG de la empresa cablera y con el sistema de recepción remota del televisor; es una guía electrónica interactiva donde se observan cuales programas se están transmitiendo en el momento y una vez seleccionado el que se desea ver, se presiona el botón virtual del canal seleccionado y así el televisor cambia automáticamente el canal, eliminando por completo el efecto de cambiar y cambiar de canales sin saber que están programando, “efecto zapping”.

En segunda instancia se crean también para las OTT aplicaciones exclusivas de audio por demanda como Google play y radios online según las exigencias y compatibilidades del equipo. En la

Figura *14***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran las cuatro principales marcas de dispositivos OTT. A continuación, una lista de aplicaciones activas en Costa Rica de video para los dispositivos OTT que funcionan correctamente: Cuevana, Crackle, Hulu, Netflix, Youtube, Redbulltv, Dish world, Esph Play, Allconnect, Videotube, Vevo, flipps, Kodi, mediaplay, Spotify, Facebook, Claro Video, MegaTV, Soundcloud, etc.

Figura 14. Dispositivos OTT más populares

Fuente: Elaboración propia

2.6. Digitalizando la señal de video y audio

Procesar una señal de audio y video evita los ruidos e interferencias comunes en las señales analógicas, evita las pérdidas mediante la compensación de la señal, utilizando la corrección de errores, facilita el manejo de la señal mediante software y más detalles y ventajas que se podrían listar. El procesamiento de una señal analógica conlleva las siguientes etapas implícitas en un circuito convertidor de analógico a digital: muestreo, retención, cuantificación, codificación y compresión de la señal.

El muestreo consiste en colocar una frecuencia de reloj al sistema que servirá para dividir la señal analógica en una cantidad definida de partes por procesar; por ejemplo, 44 mil ciclos para el audio según el teorema de Niquist Shannon o los 13.5

mega ciclos de luminancia, 6,5 Mega ciclos para el R-Y y 6,5 Mega ciclos para B-Y de la señal de video digital según MPEG.

La retención consiste en tomar la muestra de la señal y mezclarla con la frecuencia de reloj para que posteriormente se le aplique la cuantificación, en este paso se le dará un valor de voltaje y corriente a cada muestra retenida, en el paso de codificación la muestra cuantificada será digitalizada para obtener datos binarios en paquetes grandes que por último serán comprimidos según el sistema de codificación y compresión seleccionado, tal es el ejemplo de MPEG-2, AAC, Metadata, MPEG-7, H-264 y otros más que acaparan los sistemas 4K y 8K actuales.

3.6.1. Descripción del flujo de datos de video

El procesamiento y la transmisión del video y el audio a nivel mundial se rige por los estándares MPEG (grupo de expertos de imágenes en movimiento) como base de referencia y recomendación de trabajo para todos los equipos de transmisión y recepción electrónicos; los estándares MPEG son: MPEG-1, MPEG-2,MPEG-4, MPEG-7, MPEG-21, MPEG-A,B,C,D y E, MPEG-H,M,U,V, MPEG-DASH y Exploration MPEG, todos estos estándares contienen una forma de empaquetar la información y transmitirla no sin antes codificarla y comprimirla por lo que se inicia con la descripción de una corriente de transporte (transport stream).

En MPEG-2 los flujos de video y audio de cada programa de televisión se comprimen de manera independiente; a esto se le llamará ES elementary stream (corriente elemental), cada una de estas informaciones se estructuran, generando un paquete final llamado PES Packetized Elementary Stream (corrientes elementales empaquetadas); los paquetes de audio, video y datos de un canal específico pasan a un multiplexor donde se generará un solo tren binario y el usuario final del MUX decidirá si conforma una corriente de programa (PS) para almacenar la información en servidores o si crea una corriente de transporte (TS) que servirá en conjunto a la corrección hacia adelante FEC para transmitir la señal de uno o varios canales multiplexados por medios terrestres, guiados y satelitales.

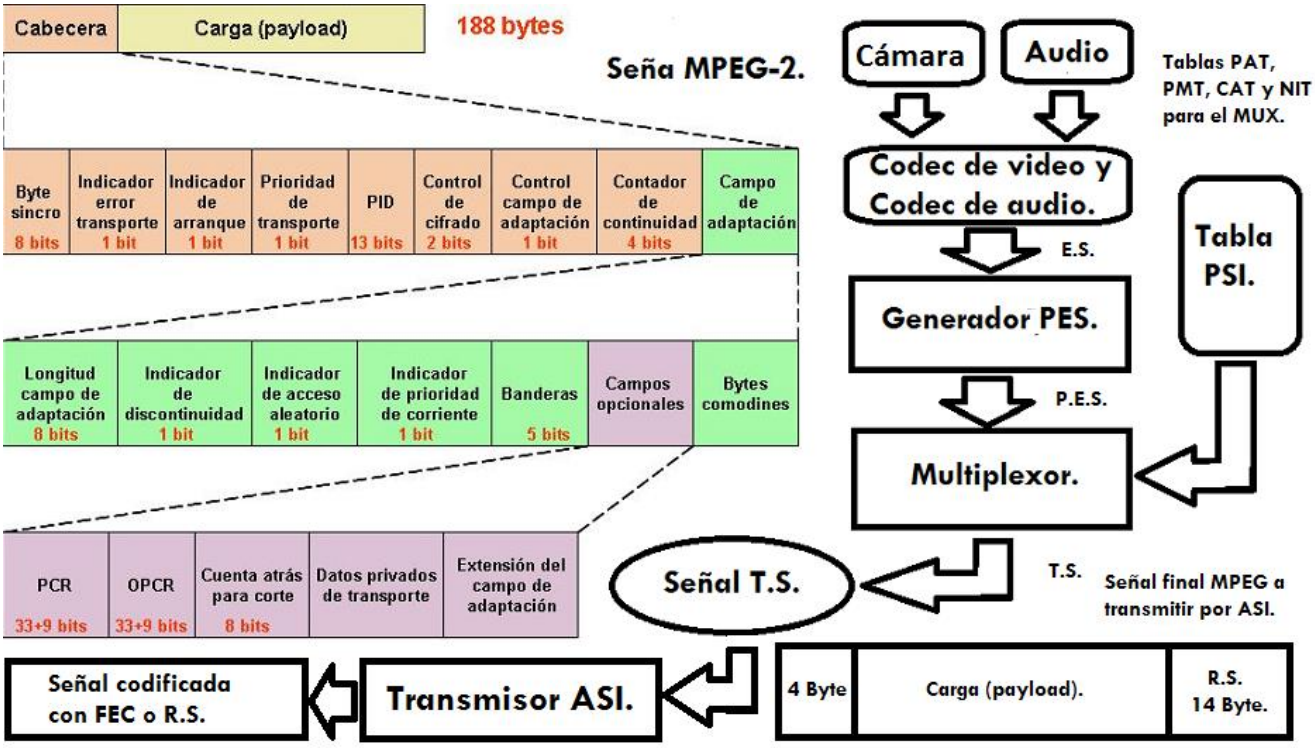
El paquete TS consiste en 188 bytes de información donde 4 serán los bytes de la cabecera de inclusión, mismo donde se incluye el byte sincro, el indicador de error de transporte, el indicador de arranque, el paquete de identificación PID, el control de cifrado, el bit de adaptación, el control de carga y el control de continuidad que como cabecera darán paso al campo de adaptación el cual contiene indicadores de discontinuidad, bytes comodín, longitud de campo de adaptación, información de reloj y otros datos más de audio y video que conforman la señal final por transmitir y decodificar; en total se empaquetan 188 bytes finales donde el software de trabajo propio del multiplexor intercalará una serie de tablas de trabajo final llamadas tablas de información de servicio que serán decodificadas posteriormente; si se aplican los 188 bytes a un sistema de transmisión, por ejemplo, el asíncrono ASI, serán necesarios los sistemas de corrección hacia adelante dígase FEC para medios no guiados o Reed Solomon RS en medios guiados para la protección del TS; se agregan entonces 16 bytes más según los cálculos del algoritmo MPEG para poder transmitir hasta 270 Mbps de señal digital, obteniendo un total de 204 bytes de Transport Stream final que será transmitido. El Diagrama 11**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** describe paso a paso el paquete de datos a transmitir por medio de cables triaxiales, codificando la señal en MPEG.

La decodificación MPEG conlleva un proceso donde se identifican las tablas enviadas en el paquete de 204 Bytes de TS; dígase la PAT (program association table) que identifica cuáles programas están presentes en el TS, la PMT (program map table) que indica la información de cada canal dígase video o audio ES, la CAT (conditional Access table) que indica si es codificado el programa o libre y la NIT (network information section) que transporta la información de la red final.

Este proceso lo realiza el sistema PSI (program specific information),donde se decodifica toda la información anteriormente explicada y se adapta el sistema al equipo decodificador; por ejemplo: el espectro nacional dígase canal 13 Sinart, emite su señal análoga por medio del canal 13 de VHF, independientemente transmite por medio de canal 20 UHF la misma señal en alta definición y de manera digital con toda la descripción anterior, ambas señales con un espectro de 6 Megahertz de ancho de

banda, ambas señales llegan al decodificador ISDB-Tb de una pantalla, un STB o un adaptador móvil para l celular ONE-SEG, estas señales son unificadas y sincronizadas en el monitor formando una única señal mostrada al usuario final como CH13 SD, CH13.1 HD y CH13.2 One-Seg a lo que se le llama canales virtuales.

Diagrama 11. Paquete transport Stream MPEG-2



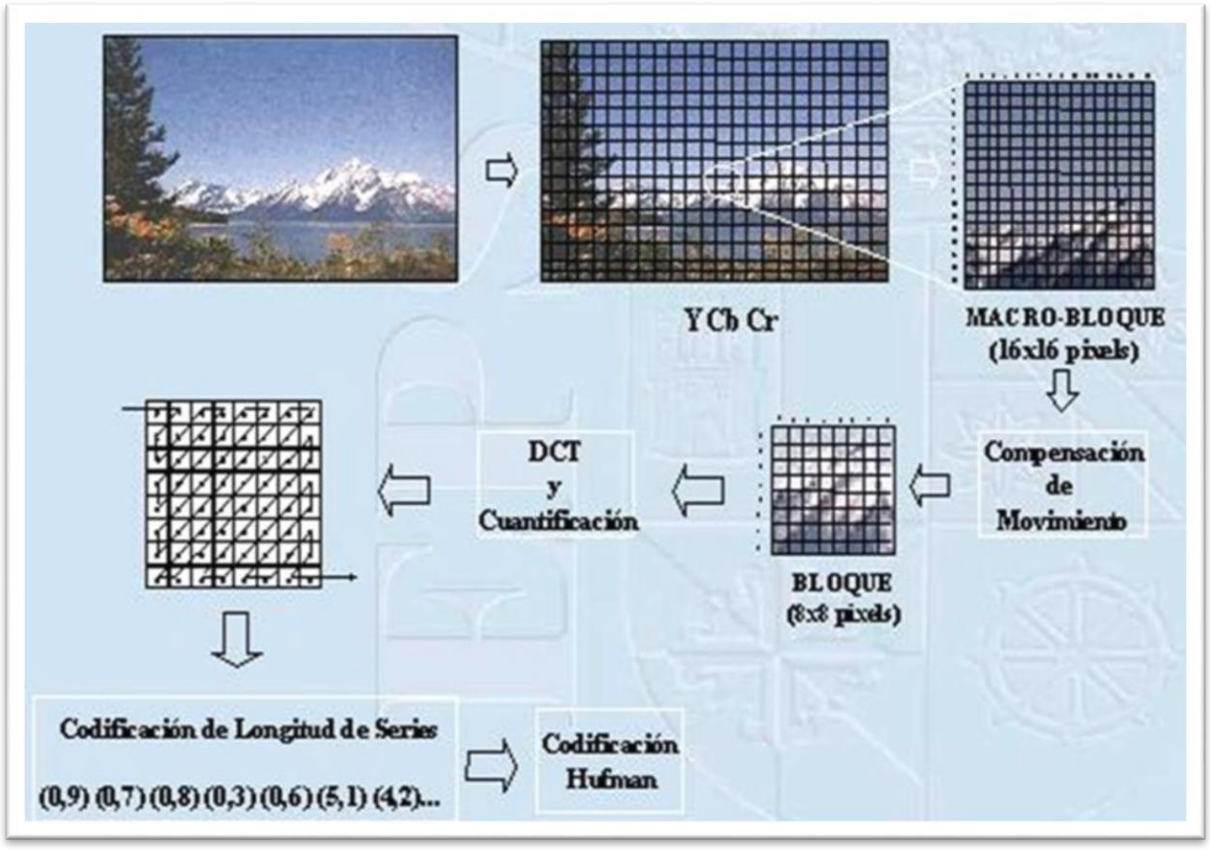
Fuente: Elaboración propia

3.6.2. Compresión y digitalización del video

La compresión y digitalización del vídeo se basa en la incapacidad del ojo para resolver y retener las altas frecuencias, los cambios de color y el hecho de que exista una gran cantidad de redundancia de información en cada imagen captada, esto, hace que una imagen en movimiento genere en final un paquete no muy pesado de información binaria. A continuación, la

Figura *15***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se utiliza como referencia para describir el proceso completo de la digitalización de un cuadro de video.

Figura 15. Digitalización de un cuadro imagen de video



Fuente: http://mpeg.chiariglione.org

La luz viaja en forma de ondas electromagnéticas con longitudes de onda permisibles para la vista; en la fóvea se concentran los distintos haces, definiendo claramente los tres colores primarios del espectro lumínico (rojo, verde y azul), la señal captada se separa electrónicamente en luminancia “Y”, crominancia roja “R-Y” y crominancia azul “B-Y”, estas tres informaciones combinadas se les llama YUV (video compuesto).

El siguiente proceso de digitalización después de la captura de la imagen con su procesamiento analógico YUV es comprimir en MPEG la imagen captada, mostrando un cuadro o fotograma; el cuadro será separado en macro-bloques de 16X16 pixeles para denotar mediante la compensación del movimiento, la redundancia espacial con el fin de obtener así en segunda instancia los bloques de 8X8 pixeles para la crominancia donde se definirá la redundancia temporal, ambas señales se digitalizan, utilizando la DCT transformada discreta de coseno para pasar de macro bloques a bloques y se cuantifica la respuesta de los bloques obtenidos mediante un escaneo en zigzag de los mismos; la respuesta de dicho escaneo se codifica con el método de codificación de Huffman que reduce la entropía de los resultados para obtener la información Elementary Stream E.S.

La redundancia espacial se da cuando hay áreas repetidas de color de gran tamaño, dígase cielo azul o césped verde entre un cuadro y otro; por lo que al ser iguales, se repiten en la siguiente codificación E.S. y en el mismo procesamiento de cuadro, en otras palabras, se eliminan los macro bloques repetidos. La redundancia temporal se da cuando se debe transmitir mínimo 25 cuadros por segundo con el fin de obtener una imagen en movimiento; por lo que, para evitar el envío de imágenes en exceso, se envía y se empaqueta únicamente las diferencias entre fotogramas sucesivos; a todo este proceso se le llamará compresión interframe. La redundancia estadística se da cuando se tiene la información en bits de los 25 cuadros con la redundancia temporal y espacial ya procesadas; en esta, se comparan los datos obtenidos y proceden a reducirlos, comparándolos unos con otros para obtener paquetes menores de transmisión final.

La codificación del video MPEG, utiliza un grupo de imágenes intra e inter cuadro a las que se les denominará estructuras GOP; las I-Frames se utilizan para la codificación de intra tramas (imagen fija de referencia inicial), las P-frames se emplean para la predicción y reconstrucción temporal previa del cuadro final y la compensación del movimiento, por último, los B-Frames son para la predicción interpolada bilateral la cual utiliza los vectores en movimiento para unir la imagen anterior con la siguiente y compensar huecos o errores.

El GOP de un TS, inicia siempre con una imagen tipo I seguido por P y B en orden aleatorio; entre más imágenes I existan, mayor será en ancho de banda y el espacio de almacenamiento, sin embargo, la edición será mucho más fácil. Algunos ejemplos de sub-muestreos digitales para la señal por transmitir o procesar son 4:2:0 con el fin de simular un S-video donde aplica únicamente luminancia y crominancia, 4:1:1 para definir 4 bloques (un macro-bloque) para luminancia y un bloque de R-Y y un bloque de B-Y, al final un muestreo de alta definición de 4:2:2 (4 bloques de Y, 2 de R-Y y 2 de B-Y).

Para terminar la explicación, según la normativa CCIR 601, el video componente (YCBCR) analógico será convertido en el ADC en digital según el equipo codificador que capte la imagen; dígase Betacam Digital con la norma 4:2:2 a 27 Mbps, o DVCpro en 4:1:1 o 4:2:0 a 25 Mbps, la separación final en HD con un muestreo de 4:2:2 será de 13.5 Mhz para luminancia, y 6.75 Mhz para R-Y y 6,75 Mhz par B-Y y en 4:1:1 será de 13.5 para Y, 3.75 para R-Y y 3,75 para B-Y, así existen varias opciones de referencia según los equipos por utilizar, pero es necesario considerar que con la entrada de los sistemas 4K y 8K; el procesamiento, el control, la edición y la producción de video cambian.

2.7. Televisión HD y resoluciones en pantalla

De la industria del cine con sus producciones profesionales, nace la industria broadcast de televisión profesional y en última instancia está el consumidor con su línea llamada audio y video customer; en la actualidad el consumidor es quien define que quiere tener en su hogar y el cine define las nuevas tendencias y tecnologías del mercado.

En el Cine y los espectáculos (Showcast) se trabaja con cámaras en 3D, 4K y 8K, como por ejemplo, la cámara cine alta de Sony PMW-F55, proyectores automatizados de cine en 4K y 8K como el SRX-R515DS, sistemas de alta velocidad y tamaño de cuadro HFR (high frame rate software) como el LSM-A1, sistemas de

gestión de teatro TMS (Theatre Management System) como el STM-100, accesorios de entretenimiento para el cine tales como lentes 3D STW-C140S con los transmisores de datos para los lentes STWA-C101, cargadores para lentes 3D STWA-CHG10 y cajas receptoras de datos para closed caption y audio asistido para discapacitados STW-C140X y otros más como lentes especiales para los equipos o lámparas de repuestos. Existen también tendencias de automatización de los cines con movimientos de sillas y otros procesos llamados cines 4D o los sistemas IMAX (imagen máxima) que brinda hasta 10 veces el tamaño de una imagen de 35 mm calidad cine.

En la Televisión y producción Broadcast se decide trabajar en las televisoras con cámaras 4K para guardar todos los contenidos en este formato; así se logra que cualquier transmisión sea en HD, rebajando su resolución final de grabación según algunas recomendaciones citadas por los expertos del país; previendo que cuando el estado decidió que las transmisiones fueran en HD (encendido digital 2017) las cámaras y los contenidos almacenados se hacen en resoluciones menores 720P, sucediendo la problemática de tener que escalar una imagen SD a 1080I para su transmisión.

Por tanto, los equipos actuales son: codificadores, decodificadores. multiplexores, routers y switchers en SD y HD, pero se pretende la adquisición de equipos 4K para producción y edición, tales como cámaras de estudio HD y 4K PMW-F55 4K live con sus accesorios de funcionamiento, adaptadores de cámara a 4K CA4000 con el procesador banda base BPU4000, unidades de control de cámara HDCU2000L para rack, controles remotos HD RCP1500 y softwares de edición 4K SZC2002 (HFR) como posibilidades de equipamiento. En temas de audio se sigue trabajando con equipos IFR comunicados por FM o Wi-Fi. Todos los monitores de servicio, las pantallas y demás se van actualizando poco a poco según la necesidad del mercado que actualmente es HD y 4K a mediano plazo, pero no se puede dejar de lado las producciones para la web y contenidos web por lo que será necesario equipar la producción con equipos listos con el fin de editar, controlar y procesar la información y los contenidos dedicados exclusivamente para los usuarios de la internet.

En temas de tecnologías de consumo en audio y video (customer); el cliente actualmente tiene acceso a sistemas de alta definición en casi todos sus hogares, sistemas de recepción TDT, sistemas CATV pagos, internet de banda ancha según su presupuesto; además, está incursionando con tecnologías 3D y 4K, se cuenta ya con cables HDMI y ópticos para todas las interconexiones físicas, el audio se está tratando por medio de redes inalámbricas, prácticamente los sistemas CD, DVD y BD están fuera del mercado, se incorporan las consolas de video juegos PS4 y Wii U que trabajan con definiciones FullHD, los compradores utilizan tabletas, celulares y portátiles; también, las conexiones de internet usualmente están entre 1 y 5 megas de ancho de banda por hogar, los teatros en casa son inalámbricos, las pantallas son inteligentes y está iniciando la introducción de los monitores OLED curvos de ultra alta definición UHD.

En cuanto a los dispositivos móviles; las imágenes se graban en 4K o menor calidad, aparecen las barras de sonido multicanal inalámbricas bluetooth, los receptores STB para televisión digital interactiva se están adquiriendo conforme aumenta la información al cliente, la televisión por internet es muy utilizada y los radios de carro ya cuentan con sistemas Android para utilizar las aplicaciones descargadas de OTT similar a las Smart TV; en fin, el usuario final es quien decide que ver y de qué manera, pero las tendencias están en miras a que todos los equipos, procesos y controles se realizan mediante protocolos IPV6 con conexiones inalámbricas escalables en ancho de banda.

3.7.1. Resolución en pantalla HDTV

Este concepto corresponde al número de píxeles que pueden ser mostrados en la pantalla. Viene dada por el producto del ancho por el alto de la misma, basados en la relación de aspecto 16:9 o 4:3. En los sistemas de televisión SDTV, las resoluciones digitales de NTSC se definen por 720X480 entrelazado, resoluciones que aparecen en los VCD y DVD y se grabaron con las cámaras de los años noventas; para los sistemas EDTV (Enhanced) se logra mejorar la definición de entrelazado a 720X480 progresivo

con aspectos 16:9; los reproductores son DVD con salidas de video componente, televisión con formatos carta y los Play Station 2 como principal equipo electrónico de consumo; seguidamente aparecen los sistemas HDTV donde la televisión puede ser transmitida y almacenada en varios formatos; uno sería FullHD a 1080p que se obtiene de la siguiente cantidad de líneas 1920×1080p y logra hasta 2.073.600 píxeles (2,07 megapíxeles) por fotograma, otro formato es 1080i: 1920×1080i que genera hasta 1.036.800 píxeles (1.04 MP) por campo y 720p obtenidos de la combinación de líneas 1280×720 para obtener hasta 921.600 pixeles (0,92 MP) por cuadro. La letra "p" aquí significa barrido progresivo, mientras que "i" indica entrelazado.

Los sistemas FullHD se logran con un barrido progresivo de 1920x1080 líneas, donde el usuario conoció de estas resoluciones gracias a la introducción del PS3 y las consolas Xbox, la televisión o el reproductor HD que genera la sensación de profundidad para el espectador mediante el empleo de distintas técnicas estereoscópicas pasivas o activas se le llama 3DTV, estos sistemas requieren de una mayor velocidad de refrescamiento de señal pues muestran en mitad del tiempo 2 imágenes sucesivas; tal es el ejemplo de los sistemas Full HD 3D corresponde a 1920x1080P en 600 Hz, es necesario hacer hincapié en que la televisión HD es transmitida en 1080 entrelazado, únicamente con el fin de crear en los receptores las siguientes dos opciones: disminución de resolución hasta 720P o aumento escalonado de resolución hasta 1080P a partir de los 1080i.

3.7.2. Ultra alta definición UHD y 4K

Ultra Alta Definición es un sistema de grabación con calidad de cine que estandariza 2K, 4K y 8K para su resolución de imagen, la tecnología UHDTV proporciona una imagen cuya resolución es hasta 16 veces superior a la HD convencional (1280×720) y hasta 75 veces superior al sistema PAL o NTSC (720x576). La tecnología UHDTV cuenta hasta con 7680 píxeles por línea horizontal y 4320 píxeles por columna vertical (resolución de 7680x4320), es decir, más de 33 millones de píxeles. Dieciocho minutos de vídeo UHDV sin comprimir ocupan alrededor

de 3,5 terabytes de almacenamiento y un solo minuto alrededor de 194 gigabytes (siendo así aproximadamente 25 terabytes de almacenamiento para 2 horas). Si el vídeo de HDTV (1920×1080p60) tiene una tasa de bits de 60 Mbps, usando la compresión MPEG-2 según CCIR, entonces un vídeo que es 4 veces la cantidad de píxeles, a lo alto y a lo ancho, requerirá una tasa 16 veces superior a esa cantidad, lo que llevaría a 100 Gb para 18 minutos de UHDV equivalente a 6 Gb por minuto.

Si se implementarán los códec H.264 (MPEG-4 AVC) o VC-1 se llegaría a usar solamente la mitad de la tasa de bits de MPEG-2, lo que se traduce en 50 Gb por cada 18 minutos de UHDV, o 3 Gb por minuto. Actualmente para procesar estos archivos se está utilizando el sistema de alta eficiencia de codificación HEVC mejor conocido como H-265 MPEG-H, por igual marcas como Sony Broadcast están implementando Sistemas de baja latencia Video Códec (LLVC) para la transmisión de 4K por IP streaming sin pérdidas. Dentro de otras características UHD no es solamente video, sino que el sonido podrá ser de 22.2 canales incluso (10 altavoces a nivel medio, 9 a nivel superior, 3 a nivel bajo y 2 para los efectos bajos), claramente superior a los sistemas 5.1 o 7.1 que existen en la actualidad para satélite u otros medios.

La Resolución 2K es un estándar para el cine digital y para tarjetas gráficas de computadores. El nombre se deriva de la resolución horizontal, la cual es aproximadamente de 2.000 píxeles. 2K representa la resolución horizontal porque hay numerosas relaciones de aspecto usadas en filmes de pantalla ancha. Así, mientras la resolución horizontal se mantiene constante, la vertical depende de la relación de aspecto con la que el director decida trabajar.

El estándar 2K de cine contiene 2.048×1.080 en relación de aspecto 17:9, generando así 2,2 megapíxeles que se puede ver como 2K a este formato, también se le conoce como DCI digital cinema. La cámara Panasonic HC-X1000 es capaz de grabar imágenes en este formato de calidad cine.

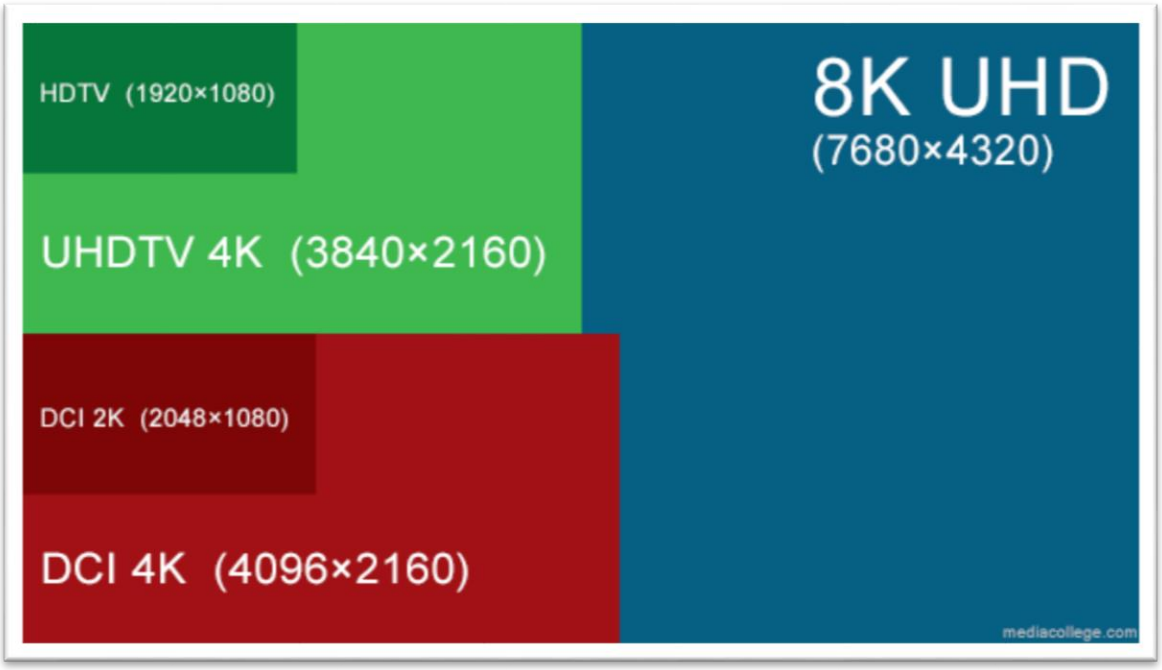
La Resolución 4K está ligada a dos sistemas específicos: uno corresponde a un estándar para la resolución en cine digital y es llamado Full4K con una resolución horizontal de 4.000 píxeles y el otro corresponde a 4K UHDV (2160p), usada en la industria de la televisión digital. En el cine la resolución es de 4096×2160 pixeles, la relación de aspecto es 17:9 y el total de pixeles es de 8,8 megas - Full 4K – mientras que en la televisión UHD la resolución es de 3840x2160 con relación de aspecto de 16:9 generando 8,3 megapíxeles - 4K Ultra alta definición UHDTV. La cámara PMW-F55 de Sony; trabaja de 50 Mbps a 240 Mbps (a 24p), para imágenes HD se graban a 2K o 4K. En ella se manejan los siguientes estándares de grabación: MPEG-2 HD para producción televisiva de 50 Mbps a 24 cuadros y H.264/AVC entre cuadros para la futura televisión 90 Mbps at 24 imágenes por segundo. SR File es un estándar utilizado en la producción de Hollywood y para la post producción 176 and 352 Mbps at 24p y por último, el estándar XAVC 4K y QFHD de Sony que graba 4K a 240 Mbps at 24p.

La resolución 8K Igual que en el caso anterior, son dos estándares emergentes correspondientes a la resolución en cine digital y para tarjetas gráficas pues apenas si se inician las pruebas 8K para la transmisión de la televisión digital en Japón. En el primer caso correspondiente al cine, se considera la resolución horizontal de aproximadamente 8.000 píxeles y en el caso de la televisión digital donde solo NHK está trabajando, se estandariza 8K UHDV (4320p); 8K, es 16 Veces la HD Completa, su resolución es de 7680 × 4320 píxeles con una relación de aspecto de 16:9, generando un total de 33,1 megapíxeles; existe un proyecto donde las Televisoras de Tokio esperan transmitir los juegos olímpicos del 2020 en dicha resolución.

Para las mediciones y el monitoreo de señales de audio y video, existen equipos portátiles para el campo; tales como los equipos HD Ranger 2 de Promax que mide pérdidas de señal y efectos tales como los errores de modulación digital MER, los errores de bit BER, el nivel de señal ruido, donde también se muestra la modulación QAM y otras más de gran relevancia para efectos de calidad de señal según la geografía del país; por igual existen equipos de medición ubicados en la central técnica para monitorear cada canal de audio, la calidad de la imagen, la crominancia de la señal, el nivel de brillo de la imagen, equipos que generan patrones SMPTE para

calibración de video y sincronismo de la señal, monitores de los colores vectorscopio digital y analizadores del espectro también. Tal es el ejemplo de los equipos Videoteck de Harris correspondiente a la serie VTM o los equipos multi monitor LEADER LV 5770A con entradas de fibra óptica. En la Figura 16**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestran la comparación entre varios formatos de imagen digital UHD con calidad cine y calidad televisión descritos anteriormente en el presente texto.

Figura 16. Formatos de imagen UHD calidad cine y televisión



Fuente: www.mediacollege.com

2.8. Redes y Servidores para la televisión digital

Se iniciará con los protocolos de control TCP/IP, su función en temas de televisión es el control de los equipos a distancia, dígase mediante redes LAN o WAM públicas o privadas, un ejemplo puede ser: controlar una cámara de video a distancia o la ganancia de un excitador de señal de video a cientos de kilómetros con una PC.

La conexión se basa en la pila de capas del modelo OSI, se define la capa 1 para el nivel físico, la capa 2 para el enlace de datos mediante MAC address, capa 3

nivel de red para definir la dirección IP, la capa 4 es el nivel de transporte donde se conectan los equipos de extremo a extremo por TCP o UDP, el nivel 5 es el de sesión que define la comunicación simplex, dúplex, full dúplex, la capa 6 es la presentación de los datos (encabezado de TS) y el nivel 7 es de aplicación donde se da la comunicación de los datos finales.

Los equipos electrónicos de audio y videos se conectan físicamente por medio de cables coaxiales en banda base mediante el estándar SDI y ahora migran hacia conexiones Ethernet basadas en las recomendaciones IEEE 802.X, estableciendo TCP y UDP como los protocolos de comunicación principal; algunos sistemas muy recientes de planta física, cuentan con procesamiento y control sobre fibra óptica cuya única limitante es el costo de mantenimiento, compra e implementación, dejando atrás el problema de distancias de conexión limitadas a 100 metros como ocurre en la actualidad.

El direccionamiento IP ya tiene dos estándares IPv4 e IPv6; se iniciará con la versión antigua regulada por la recomendación RFC-791. El direccionamiento IP versión 4 trabaja con direcciones de 32 bits que se separan en grupos de 4 octetos, definiendo todo en cuatro clases de direccionamiento, clase A,B,C y D siendo más común la clase C, en este sistema se cuenta con máscaras y sub-redes según la clase y es necesario conocer el sub-neteo para crear un direccionamiento IP bien claro y enlazar los equipos de forma adecuada, tomando en cuenta la dirección MAC, la máscara de red MSK y el direccionamiento final del equipo electrónico por enlazar.

Un ejemplo de direccionamiento puede ser, 192.168.1.0/24. Al configurar un equipo electrónico, se encuentran instrucciones en la línea de comando CMD como la IPCONFIG que sirve para conocer la dirección MAC de una cámara u otros equipos, también con el mismo comando se puede observar los medios de conexión activos inalámbricos o fijos que poseen un direccionamiento IP estático, aparte de la máscara de subred, el Gateway y otros detalles más necesarios para realizar la correcta conexión por IP.

Otro comando relevante es el PING con la IP del equipo que envía paquetes de prueba, enlace y respuesta del ICMP (Protocolo de mensajes de control de internet) para probar las conexiones físicas de los equipos; por ejemplo, hacer ping de un transmisor a un receptor o de una cámara a un Router de video, o para probar una conexión inalámbrica o del equipo hacia el mismo equipo mediante 4 envíos de paquetes con un tiempo de respuesta. El comando tracert indica la ruta por tomar y por cuales equipos pasa el paquete de datos con nombres y direccionamiento, un ejemplo puede ser tracert www.google.com en la línea de comando CMD, por último, resulta necesario destacar que existen los modos de usuario y consola para ingreso y control de los equipos electrónicos, estos deben tener claves y nombres para su seguridad.

El protocolo UDP (Universal Datagram Protocol) es el protocolo de entrega broadcast seleccionado para IPv4 pues cuenta con un alto rendimiento y un bajo costo de funcionamiento e implementación; UDP no es bidireccional como el TCP, quiere decir que se podría hacer un paquete TS y enviarlo a todos sin preocuparse por su correcta entrega o respuesta del usuario en temas de video y audio por la red. El TCP (Transmisión Control Protocol) se utiliza en televisión para el control de los equipos por ser un sistema bidireccional a diferencia del anterior UDP (User Datagram Protocol).

Multicast significa multidifusión y se concentra en crear una web con una IP y un software de control de acceso que compartirá pública o privadamente con los usuarios miembros del multicast; como muestra está Netflix que trabaja en esta forma de entrega de paquetes de datos T.S. de video. En la comunicación IP existe el DNS Domain Name System que sirve para colocar un nombre y dominio a la dirección IP sobre la WWW, un ejemplo sería el nombre google y los dominios de raíz pueden ser .com, .net, .org u otros más.

FTP (File Transfer Protocol) es un protocolo creado para transferir archivos entre máquinas sobre TCP. Para su funcionamiento será necesario un servidor y un cliente directo como Spotify hacia un cliente Premium; a esto se le llama comunicación

persona a persona P2P. Telnet es otro protocolo que permite utilizar una máquina remotamente, pero a la distancia como si se estuviera frente a ella mediante software como TeamViewer.

Cuando se predice el fin de los 4 billones de direcciones IPv4, se desarrolla la nueva tecnología en direccionamiento llamada IPv6. La principal variante entre ambas versiones es que se pasa de 32 bits a 128 bits, obteniendo más de 340 trillones de trillones de direcciones IP; la representación de estos direccionamientos se realiza de manera hexadecimal, ahora son 8 octetos de 16 bits separados por dos puntos, donde 16 x 8 resulta ser los 128 bits finales. Un ejemplo de direccionamiento IPv6 es el siguiente: 805B:2D9D:DC28:0000:0000:FC57:D4C8:1FFF, la dirección MAC en IPv6 es de 48 bits y se representa con guiones, tal es el ejemplo de la MAC de un celular, CC:3A:61:47:48:F0. Un equipo actualmente instalado que puede servir de ejemplo es el transmisor de microonda ELBER Reble310, el mismo enlaza mediante protocolos TCP/IP los flujos de datos de hasta 100 Megas de ancho de banda cuyas entradas son ASI/BTS con conectores BNC, este puede transmitir la microonda con polaridad vertical y horizontal según se decida. El equipo descrito se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Figura 17. *Transmisor y receptor de microonda digital*de Sinart CH13 y corresponde al transmisor de microonda digital ELBER que enlaza la central técnica de SINART ubicada en la Uruca con las torres de transmisión del volcán Irazú en Cartago.

Figura 17. Transmisor y receptor de microonda digital

Fuente: Elaboración propia, Sinart CH13

3.8.1. Servidores de audio, video y datos

Según la Real Academia Española un servidor informático es un equipo que proporciona diversos servicios a otros usuarios a través de una red alambrada o inalámbrica de comunicación. Este equipo anfitrión tiene una gran capacidad de procesamiento de datos e información, aparte de que se encarga de proveer diferentes servicios a las redes a quienes esté conectado y a los equipos que le soliciten acceso directo; el mismo contiene el acceso a cuentas de correo electrónico, administración de dominios empresariales y de paso, también en ellos se puede crear un dominio Web. Los servidores se pueden colocar en Rack`s (armarios bastidores) o en gabinetes para su seguridad; además, los sistemas que contienen permiten resolver muchas averías de manera automática pues su funcionamiento es 365/24/7.

Las características internas de un servidor son: cuentan con una estructura para hasta 16 microprocesadores de múltiple núcleo, memorias de acceso aleatorio RAM de hasta 64 Gigabytes para evitar los errores de bit mediante las tecnologías de corrección y predicción de errores de la información. Las placas de sistema conllevan muchas conexiones de discos duros y ranuras PCIe para expansión, los discos duros en la actualidad son de estado sólido con valores en Terabytes y sus conexiones son en arreglos RAID (conjunto redundante de discos independientes), estos incluyen el sistema operativo de manejo que normalmente es Debian Server de Linux, Windows Server con DOS, Ubuntu Server, CentOS Linux, Red Hat Linux Server y MAC OS X Server, entre otros.

Los software de dichas marcas son creados para la entrega y el monitoreo de la información almacenada en archivos ordenados por parte de la videoteca del canal, el almacenamiento de la información normalmente se da en arreglos de inserción, dígase magnéticos, ópticos o de estado sólido a los que se les llamará ODA (Optical Disc Archive) que trabaja con arreglos de Blu-Ray, SSD redundantes (estado sólido), LTO (Linear Tape Open) cinta magnética de almacenamiento de datos, que contienen capacidades escalables y además su inserciones frontal para su fácil extracción y procesamiento. Las conexiones son Sata, USB3.0, SDI, HDMI, DVI, Ethernet RJ-45, VGA y sus partes son botones de arranque, indicadores de fallas y servicio, bahías para discos duros, fuente y redundancia de fuente, interfaces y por último, resulta necesario destacar que son equipos de mucho consumo energético diario.

2.8.1.1. Las aplicaciones más comunes de los servidores son

2.8.1.1.1. Servidor Firewall: Sirve para controlar el flujo de datos y paquetes dentro de una red LAN, así como para definir bien las restricciones de entrada y salida de hacia la web; por ejemplo, IPtables de Linux o Firewall de Windows.

2.8.1.1.2. Servidor DHCP*:* Dinamic Host Control Protocol que como aplicación asigna las IP de las redes de las grandes

organizaciones de manera automática (ya no se asigna la IP de manera estática, sino dinámica) evitando mucho trabajo de parte de los técnicos en asignación y verificación de IP de cada equipo, los softwares utilizados son Microsoft Windows Server habilitando el DHCP y Linux con el servicio DHCPD.

2.8.1.1.3. Servidor de actualizaciones: Estos equipos se encargan de actualizar las aplicaciones en su sistema operativo y distribuir después dicha actualización a sus redes y equipos interconectados sin que estos tengan acceso a la internet para que en todos los sistemas el software quede actualizado, por ejemplo, para los antivirus, los softwares de control más comunes está el WSUS (Windows Server Update Services).

2.8.1.1.4. Servidor de dominio: permite crear perfiles personalizados de los usuarios, perfiles móviles, perfiles administrativos y aplicar políticas administrativas de grupo, los equipos con Windows server trabajan aplicaciones y plataformas como Netflix para los servidores OTT, por ejemplo. A estos procesos se les llama implementaciones de dominios.

2.8.1.1.5. Servidor Web: es el equipo preparado para almacenar información basada en lenguajes de programación PHP, ASP, HTML y Java para que sea publicada en internet o intranet, permitiendo la interacción con los exploradores Web Mozilla, Firefox, Chrome y otros mediante aplicaciones tales como Apache de Linux o IIS de Windows.

2.8.1.1.6. Servidores de base de datos: permiten concentrar la información y almacenarla en orden, se utiliza SQL Server y MySQL para su trabajo e interpretación de comandos.

2.8.1.1.7. Servidores PBX (Private Branch Exchange): se trata de una central telefónica que permite la interconexión con la red telefónica pública por medio de enlaces digitales (líneas troncales) que permiten en una sola conexión, hasta 30 líneas

telefónicas con lo que se logra gestionar las llamadas entrantes, internas y salientes. Uno de los Software que tienen esta característica es Asterisk, bajo el sistema operativo Linux, así como también las plataformas de comunicación de marcación automática, tales como Nuxiba Centerware e Inconcer para Microsoft® Windows.

2.8.1.1.8. Servidores Storage: se trata de servidores que tienen como fin principal el almacenamiento de grandes cantidades de información, por lo que su característica principal es contar con una conexión de red de alta velocidad, así como de dispositivos de almacenamiento de muy alta capacidad y velocidad dígase ODA o LTO para audio y video.

2.8.1.1.9. Servidor de correo: se encuentran configurados para permitir enviar y recibir correos electrónicos por medio de los protocolos SMTP (Protocolo simple de transferencia de correo) y POP (Protocolo de oficina de correos). En la mayor parte de las empresas, este servicio se halla hospedado con un proveedor externo vía Web, pero hay lugares que por seguridad aún se instalan servidores internos de correo.

2.8.1.1.10. Servidor DNS (Domain Name Service): es una aplicación que permite asociar los nombres de dominio de los sitios Web y nombres de los equipos de la red (Hosts) con sus direcciones IP, para que al momento de que se realice una solicitud de acceso a los equipos, se realice la traducción y sea más comprensible al ser humano, con lo que las personas en lugar de escribir la IP 173.252.110.27, se escribe http://www.facebook.com y se accede al sitio Web solicitado.

2.8.1.1.11. Servidores de aplicaciones: permiten concentrar varios programas de la Suite Aspel como NOI (nomina integral), COI (contabilidad integral) y SAE (sistema de administración empresarial) mediante la instalación de una aplicación en el

equipo del cliente de manera local para acceso al servidor de remotamente, a estos sistemas se les llama aplicaciones de terminales gregarias.

2.8.1.1.12. Servidores Virtuales privados VPS: se trabajan en el caso de pequeñas redes en las que no se requiere o no se puede invertir en servidores, se utilizan simplemente PC o Laptop, algunas veces estas son modificadas en sus capacidades de Hardware y Software lo que logra que sean capaces de satisfacer estas necesidades de comunicación, aunque estrictamente no tengan las características de un servidor real, los ejemplos son VMWare y Virtual Box para Windows, MAC y Linux.

2.8.1.1.13. Servidores de gráficos: son los equipos utilizados para el grafismo, la edición y la interacción de las imágenes en vivo o diferidas, estos se manejan mediante un sistema operativo del usuario final, se manipulan las salidas y las entradas de señales de cámara y otros servidores para que sean editadas, se les agregue texto o imágenes, efectos de video, se realicen comentarios y otros procesos más o menos relevantes aplicables en deportes, noticieros y entrevistas para generar así un producto final para el televidente, un ejemplo puede ser los equipos de AVID ORAD. Los protocolos de comunicación IP utilizados son los siguientes: X11, WayLand y MIR de Linux, Surface flinger de Android y Compositor Quartz de MAC.

2.8.1.1.14. Servidor de video streaming: también se le conoce como IP video Server, estos equipos captan toda la información de los codificadores y multiplexores de audio y video, se comprimen, almacenan y transmiten informaciones por medio de las redes desde uno a varios puntos que solicitan su acceso; dígase televisores, celulares, tabletas o PC, estos equipos de usuario descomprimen los datos finales y los paquetes de transporte para así visualizarlos, analizarlos, grabarlos e incluso controlarlos a

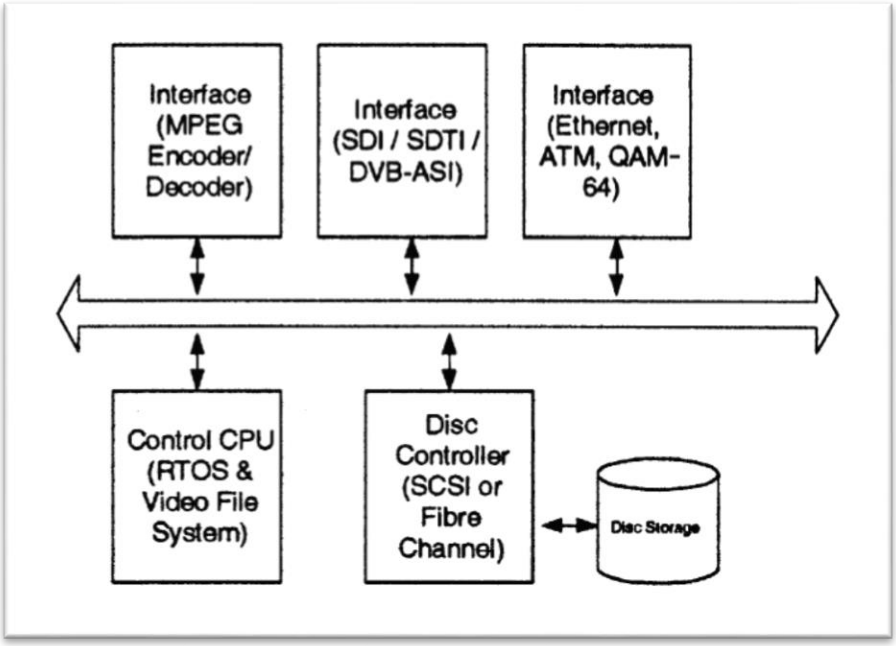
distancia, la aplicación más común para estos servidores es la video vigilancia y actualmente se utilizan para el control constante para la transmisión en vivo limitada de la televisión digital donde se agregan logos, animaciones, banners, imágenes y textos publicitarios, mediante el control maestro y de las transmisiones con los sistemas Playout.

2.8.1.1.15. Servidores de audio: es un equipo que contiene un software para el acceso y gestión de los archivos de audio con y sin licencias de autor estos servidores cuentan con tarjetas de sonido y comunicación multicanal para primer y segundo plano, su fuerte es audio streaming y los sistemas de edición y control de radio una aplicación muy común lo constituye Sound Cloud y cabe destacar que el sistema operativo más utilizado es GNU/Linux basados en Unix.

La principal diferencia con otros servidores es la interconexión de los equipos y la capacidad de trabajar en tiempo real el video y sus altos niveles de memoria RAM para el proceso de la información y trasiego de datos. Estos servidores son capaces de comprimir y descomprimir la información de audio y video efectivamente mediante procesadores con ejecuciones RTOS real time operating system y fibre channel con velocidades de conexión que van de 100 Mbps hasta 2 Gbps.

El Diagrama 12**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** describe la arquitectura de un servidor de video y su distribución de archivos, la misma contiene interfaces MPEG para codificar y decodificar señales, interfaces ethernet para las modulaciones QAM, interfaces de entrada salida para video SDI, AES y otros, controladores de disco, controladores de CPU y por último, una serie de interconexiones de equipo mediante fibra o RJ-45 con el fin de almacenar toda la información en archivos ópticos, magnéticos o de estado sólido, colocados en arreglos de almacenamiento.

Diagrama 12. Arquitectura de un servidor de video



Fuente: Broadcast Engineer's Reference Book

3.8.2. Arquitecturas de redes DAS, SAN y NAS

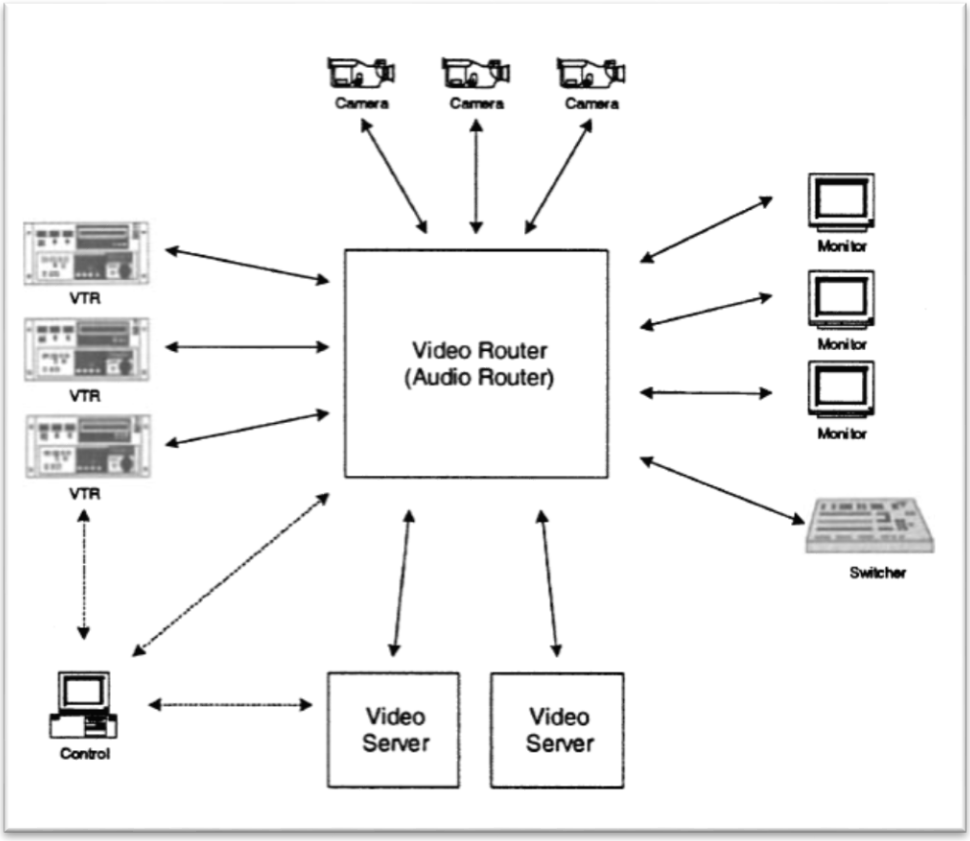
Los servidores y data centers actuales requieren de sistemas de control y monitoreo por software, redundancia y escalabilidad de las redes y el almacenamiento, además de distintas tarjetas para el correcto procesamiento de la información con terminales digitales de entrada y salida para archivos de audio, video y datos profesionales según los estándares y solicitudes de contenidos de cada aplicación. (SDI, SDTI, Ethernet, Fiber Channel e IEEE1394).

Para esto nace en los años 70, el concepto de arquitectura DAS (Direct Attached Storage) que cuenta con dispositivos de almacenamiento directamente conectados a las máquinas centralizadas; DAS, con el crecimiento de las redes y el ancho de banda

fue sustituido por las arquitecturas SAN (Storage Area Network) que corresponde a la construcción de una red de alta velocidad para el almacenamiento y procesamiento de la información mediante fibra óptica, arreglos de discos duros y equipos dedicados y las arquitecturas de almacenamiento conectado por red NAS (Network Attached Storage) que corresponde a una arquitectura de servidores de mucha capacidad de almacenamiento y velocidad de procesamiento optimizados para la entrega y recepción de contenidos mediante la red SAN.

Las antiguas centrales técnicas de radio y televisión cuentan o contaban con VTR`s y DDR`s interconectados por medio de cables coaxiales que conllevan informaciones (MainFrame), el video mediante la señal SDI (interfaz de video digital), el audio mediante AES/EBU (Audio Engineering Society/European Broadcast Union) y el sincronismo con los códigos de tiempo LTC (Line Time Code); todos los equipos incluyendo cámaras, amplificadores y mezcladoras, son monitoreados e interconectados por medio de un control maestro central y un enrutador acompañado de un panel de conectores de equipos, actualmente esto lo sustituyen los servidores multimedia y los data centers. En el Diagrama 13*. Distribución básica de una central técnica*¡**Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detalla la distribución básica de una central técnica donde el equipo principal es el router de video.

Diagrama 13. Distribución básica de una central técnica



Fuente: Broadcast Engineer's Reference Book

2.8.2.1. SAN Storage Área Network

Las redes de área de almacenamiento SAN son tecnologías muy recientes con una tendencia por evolucionar y crecer constantemente basados en la gran velocidad de acceso e interconectividad con que cuentan las tecnologías actuales de audio y video; SAN es utilizado para producción y edición de televisión y cine. En el Fuente: Broadcast Engineer's Reference Book se muestra la interconectividad de los sistemas SAN, donde todas las PC y Workstation (estación de trabajo de alto rendimiento y velocidad para edición y producción de video) viajan por fibra a un enrutador y el enrutador se conecta de inmediato a un arreglo de discos de almacenamiento óptico colocados en conjunto a los servidores.

Todo sistema operativo cuenta con una distribución y formato de disco específico para el procesamiento y almacenamiento de la información, por ejemplo, FAT o NTFS de Windows, en otras palabras cada pc, servidor o equipo debe de ser compatible para su correcto funcionamiento y comunicación, de ahí lo complicado pues cuando se cuenta con sistemas análogos como cámaras SD, enrutadores, equipo de control y otros más con conectores SDI para control video y audio se hace necesario codificar y decodificar la información en MPEG.

Al incorporar el canal de fibra (Fibre Channel) a los servidores se aumenta el ancho de banda ente 1, 2, 4 y hasta 8 Gbps, logrando así que el video en alta definición ya no sea un gran problema, el protocolo de comunicación de fibra FCP y las tarjetas adaptadoras de host HBA (Host Bus Adapter) se incorporan al mercado de los servidores multimedia para ayudar con las velocidades y la escalabilidad de los sistemas.

2.8.2.2. Fiber Channel y iSCSI

Es un sistema que contiene dos líneas de fibra óptica que transmiten en direcciones opuestas en topologías de anillo, punto a punto y de manera conmutada. El protocolo FCP cuenta con cinco capas la FC0 etapa física que cuenta con conectores y cables de fibra, la FC1 de enlace de datos que implementa la codificación y la decodificación de las señales, la FC2 de capa de red para los protocolos de trasiego de datos y control, la FC3 para los servicios de cifrado y arreglos de disco duro RAID y la capa de mapeo de protocolos. El canal de fibra cuenta con los puertos E-port (puerto de expansión) cuyo fin es conectar dos switches por medio de la fibra; Export que conecta router y switch y N-port para conectar cualquier nodo dígase servidores con otros sistemas. Cuando se hace referencia al sistema iSCSI, se anotan también a todas las características de FC (Fiber channel), pero ahora sobre los protocolos convencionales TCP/IP y UDP sobre ethernet categoría 6 y fibra óptica para Linux y Ubuntu.

2.8.2.3. HBA; Host Bus Adapter

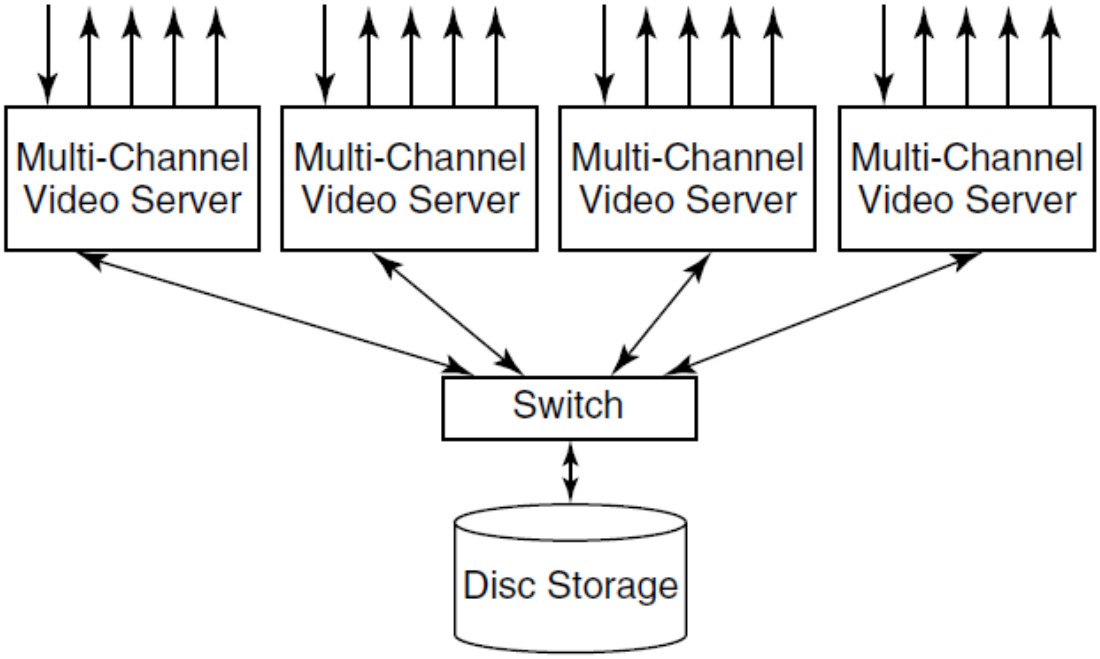
Es una tarjeta electrónica que interconecta el servidor con alguna interfaz de audio y video dígase tarjetas PCIe hacia fibra, PCIe hacia BNC, PCIe hacia SATA, además otros conectores como Fireware, USB y ethernet según la necesidad de la central técnica para la compatibilidad de los equipos.

SAN es una red dedicada al almacenamiento de la información de una empresa que se conecta a una red de comunicación interna de la misma; está totalmente separada del tráfico del usuario final y cuenta con un ordenador final que contiene un "software de gestión de medios", diseñado para administrar toda la información contenida del canal y las videotecas digitales llamado MAM (Media Asset Management); este software se encarga de automatizar una estación de radio o televisión transcodificando los archivos, gestionando los contenidos, enviando la señal playout y verificando la calidad de la imagen y el producto final.

En temas de escalabilidad se brinda el siguiente ejemplo, un canal de fibra soporta 600 Mbps si los canales de video HD que consumen 8 Mbps son utilizados se podrían administrar hasta 75 señales distintas por parte del servidor NAS, en cuanto si se trabajan canales 8k con un consumo de 50 Mbps se logrará como máximo 12 señales por distribuir o en 4k se obtienen hasta 24 pues su ancho de banda es de 25 Mbps. Claro está para canales de 1 giga, o sea, que siendo muy optimistas se logra un mayor rendimiento en canales de 2, 4 y 8 gigas de Fiber channel.

Una gran ventaja de SAN es que existen múltiples servidores con varias aplicaciones independientes que controlan la base de datos y generan así un máximo aprovechamiento del ancho de banda y la velocidad de transmisión final sobre la estructura de fibra conectada, logrando así también la múltiple conexión de equipos servidores SAN colocados en distintos sectores. El Diagrama 14**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** denota una de las distintas conexiones a la red SAN, este diagrama se obtiene del libro de referencia para ingenieros.

Diagrama 14. Conexiones de un sistema SAN



Fuente: Broadcast Engineer's Reference Book

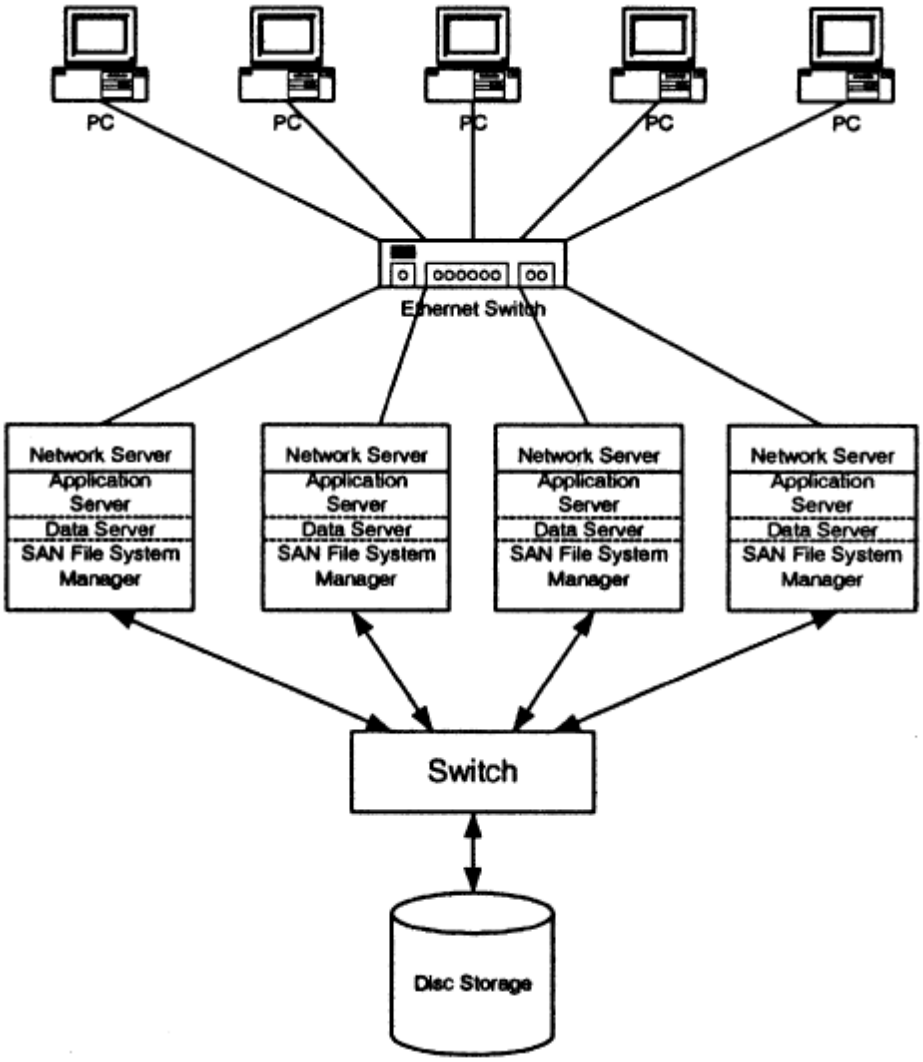
2.8.2.4. NAS Network Attached Storage

Significa almacenamiento conectado a la red, en este caso los grupos de servidores comparten la capacidad de almacenamiento final con las PC de los usuarios mediante los protocolos TCP/IP, e interfaces NFS y FTP, por lo que se puede considerar estos servidores como equipos que comparten sus unidades de almacenamiento por la red para sistemas muy específicos como Hulu o Cracker. En ellos el servidor cuenta con un software de gran potencia de procesamiento y el usuario paga su acceso directo, solicitando la película o contenido a observar mediante aplicaciones específicas.

Al comparar ambos sistemas se demuestra que NAS es más barato que SAN, además de que existe la posibilidad de compartir las unidades de almacenamiento en la red, se utiliza una misma infraestructura de red y la gestión de datos resulta más

sencilla, pero siempre observando que en temas de confiabilidad y rendimiento NAS es menos factible que SAN por sus múltiples usuarios y el uso compartido de los equipos. En el Diagrama 15 se denota la conexión de servidores y PC NAS.

Diagrama 15. Conexiones de un sistema NAS

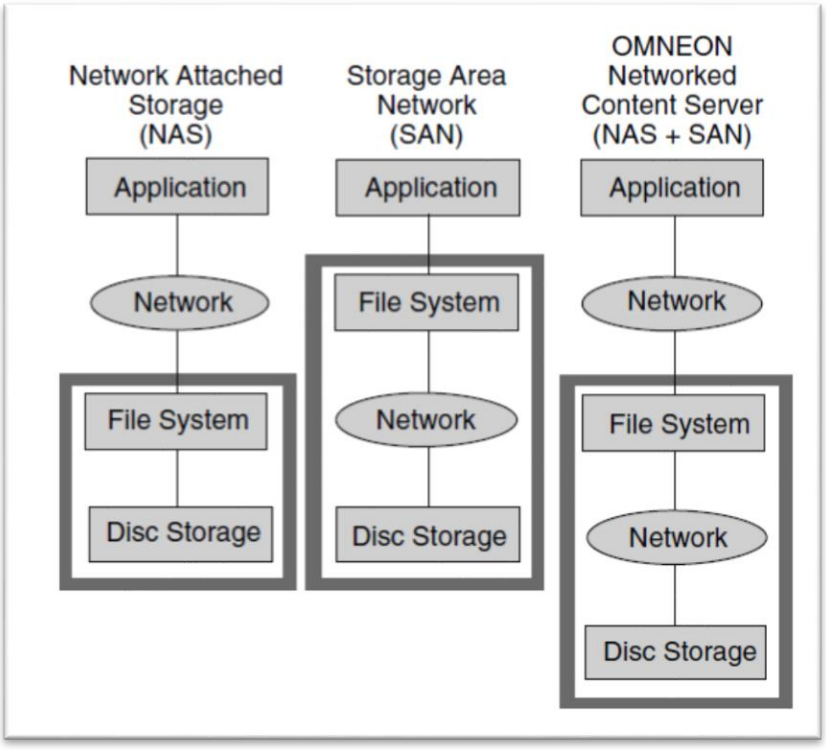


Fuente: Broadcast Engineer's Reference Book

2.8.2.5. Combinación de sistemas SAN y NAS en Data Center

Si la arquitectura SAN trae la flexibilidad para diseñar servidores con una amplia gama de tamaños, a continuación, NAS da la capacidad de utilizar las redes de servidores individuales que utilizan protocolos estándar de las tecnologías de la información. SAN se aplicará en post-producción con las estaciones de trabajo, mientras que NAS será ideal para trabajar con transmisión de video y audio por su fiabilidad cache al aire, es importante recordar que existe también un contenido de transmisión diferido streaming por solicitar para lo que es ideal NAS y se sabe a mediano plazo que muy pocas instalaciones de radiodifusión se decidirán a utilizar un solo Broadcast Server. Esta combinación de ambos sistemas se demuestra en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** Diagrama 16 correspondiente a una representación combinada en bloques de SAN y NAS llamada OMNEON Network Content Server que en español significa servidores de contenido.

Diagrama 16. Combinación de sistemas SAN y NAS para la data center de una empresa de radio y TV



Fuente: Broadcast Engineer's Reference Book

2.9. Cableado estructurado para centrales técnicas

El cableado de equipos de telecomunicaciones en una central técnica pese a sus constantes cambios, debe ser ordenado y bien estructurado para que pueda ser fácilmente comprendido por los instaladores, administradores de red y cualquier otro técnico que trabaje con cables. Para lograr este objetivo es necesario buscar una solución completa de conectividad donde se combinen correctamente las tecnologías actuales con las futuras, cumpliendo los estándares para garantizar el rendimiento y confiabilidad del proyecto a largo plazo. Será necesario planificar con equipos que se interconecten a cables UTP categoría 6, 5e y Fibra Óptica, pensando en 10 años plazo o más y por último, es necesario conservar la libertad de elección de proveedores para que los equipos no sean cerrados a otras marcas en temas de interoperabilidad o interconexión final de todos los sistemas de planta física.

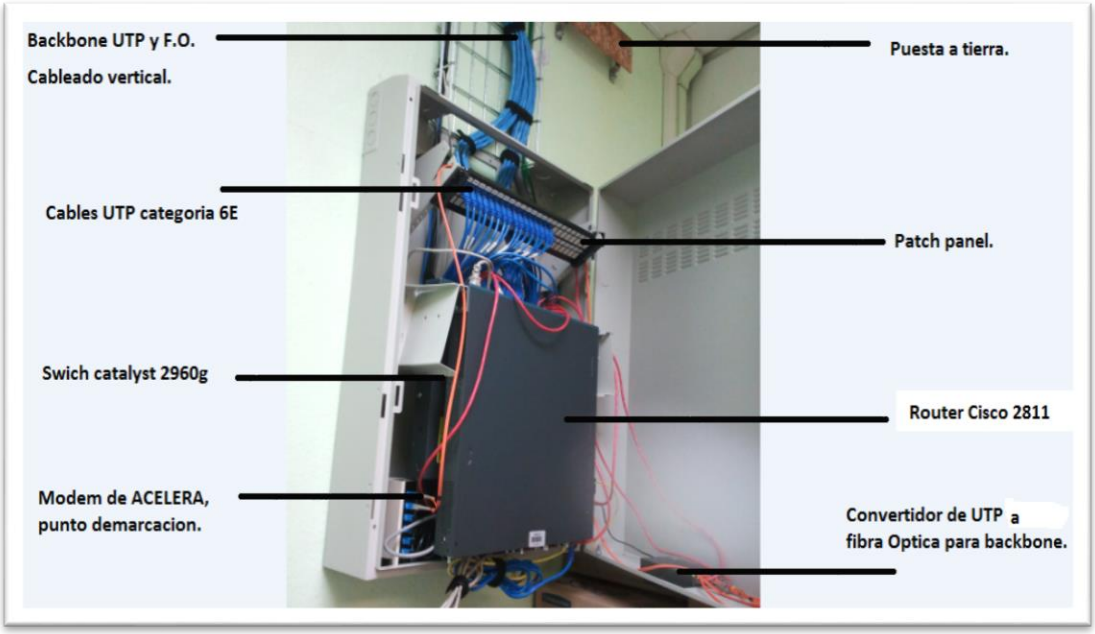
Con el correcto cableado estructurado se lograrán las siguientes ventajas: la integración de servicios (teléfono, fax, LAN, sistemas de audio y video, seguridad, etc.), la identificación, reubicación, modificación y ampliación en forma racional de todos los equipos conectados a la red a corto, mediano y largo plazo, se logrará un beneficio económico y optimización del espacio físico pues un buen cableado estructurado es flexible, escalable, abierto y de fácil administración; además al aplicar los estándares ANSI/TIA/IEEE se permitirán modificaciones de los servicios de planta en un futuro y se localizará de forma ordenada cada gabinete en cada piso que requiera servicio técnico inmediatamente mediante bosquejos.

La normativa más utilizada en esta área es la EIA/TIA 568 para su referencia, basado en la ITU donde 568 B.1 indica los requerimientos generales para la instalación, 568 B.2 indica los componentes de cableado de pares trenzados, 568 B.3 indica los componentes estándares de cableado en fibra óptica y si se va más allá de la capa física EIA/TIA 569 A recomienda como darle ruta al cableado, EIA/TIA 606 recomienda la normativa para la administración de la infraestructura de telecomunicaciones en edificios y por ultimo EIA/TIA 607 indica la normativa para el aterrizaje y conexión de sistemas de telecomunicaciones en edificios comerciales.

Los elementos básicos de un cableado estructurado son: el área de entrada (acometidas), el cuarto de telecomunicaciones, el gabinete principal (cuarto de equipo), el gabinete de piso (administración), el cableado horizontal, el cableado vertical y, por último, los puestos de trabajo con el fin de trabajar con estos elementos será necesario conocer los planos de planta física detalladamente para una correcta planificación. A continuación se entregan varias imágenes que detallan el correcto cableado estructurado de un edificio; en la Figura 18**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se demuestra en el cuarto de telecomunicaciones el gabinete principal de entrada backbone, el mismo contiene un patch panel, una puesta a tierra y el resto de los equipos principales; en este caso específico se cuenta con un modem acelera del ICE como punto de demarcación entre planta externa y planta interna, un convertidor de medios de fibra a UTP, un switch Catalist 2960g, un router cisco 2811 y el cableado en UTP categoría 6 para los distintos puestos de trabajo. La

*Figura 19***¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** detalla el cableado vertical y el cableado horizontal en el edificio, la puesta de tierra y las salidas de usuario del sistema.

Figura 18. Gabinete principal de entrada backbone



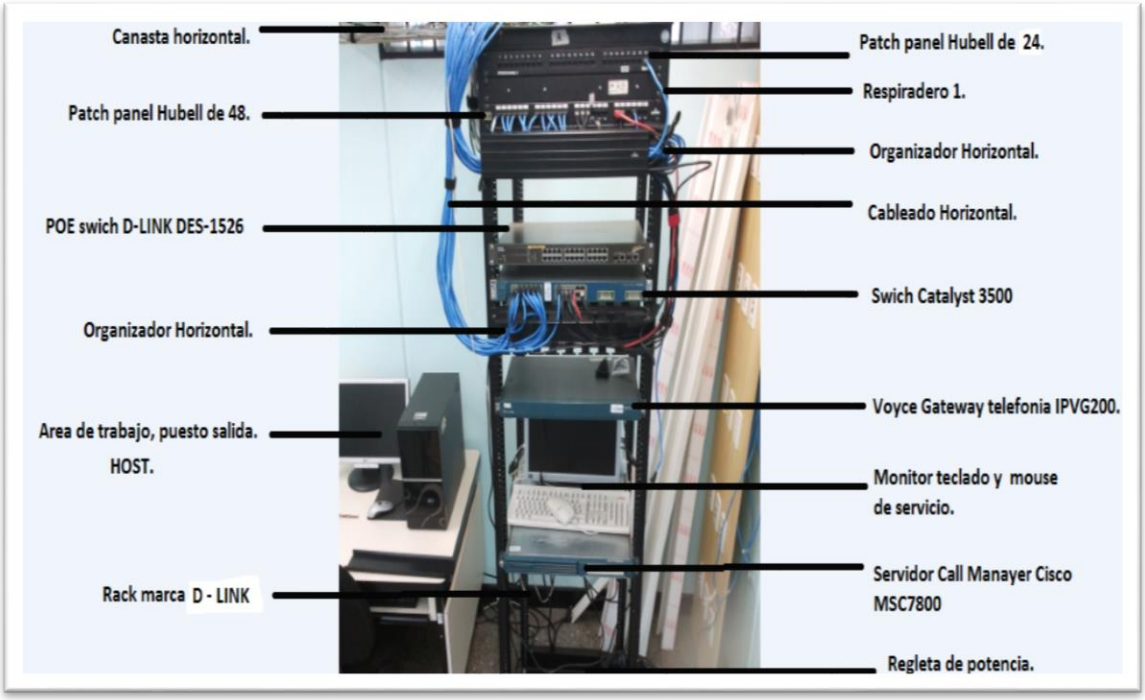
Fuente: Elaboración propia, INA Heredia

Figura 19. Cableado vertical y horizontal, puesta de tierra y salidas de usuario

Fuente: Elaboración propia, INA Heredia

En la Figura 20**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** detalla una distribución del rack vertical de 42 RU's colocado en el piso administrativo con su respectiva distribución; detallando el mismo se logra observar donde llega el cableado horizontal hacia dos patch panel de distribución de 24 terminales marca Hubbel, dos equipos organizadores de cable de 2 RU's de espacio, dos switch marca Catalist, un voice Gateway para telefonía por protocolos de internet IPVG200, un servidor call mánayer de cisco MSC7800 y un monitor de servicio técnico conectado al equipo de VoIP. Las herramientas y accesorios para un buen cableado estructurado son la ponchadora, el crimpeadora para RJ45 y RJ11, los patch cord, el equipo de comprobación y el equipo de certificación de la red de cableado, preferiblemente la DTX-1800 en marca Fluke.

Figura 20. Distribución del rack vertical de 42 RU's y su distribución final



Fuente: Elaboración propia, cuarto de comunicaciones del INA Heredia

2.10. Fibra óptica para audio, video y datos

La fibra óptica es el medio de transmisión físico más eficiente para la comunicación de sistemas de audio y video digital pues minimiza la tasa de errores de bit (BER) y maximiza la cantidad de información por transmitir mediante instalaciones de planta interna o planta externa según su aplicación final. La fibra utiliza la luz para comunicarse entre los medios, por lo que se logran así las siguientes ventajas; la señal se atenúa muy poco, se logra aumentar el BW, se elimina totalmente la diafonía, se minimiza el tamaño y el peso de los cables y se logra una inmunidad a las interferencias electromagnéticas.

Las desventajas influyentes son el precio de incluir los sistemas de fibra en el mercado, la necesidad de capacitación del personal y la compra de equipo especial para su trabajo y manipulación, no puede transmitir electricidad alterna para la conexión y alimentación de los equipos, no puede transmitir grandes potencias como

si es el caso de los cables coaxiales y es muy importante destacar que se dañan por la humedad.

Existen dos tipos de fibras: mono modo para muy largas distancias con diámetros de núcleo de 10 micras y la multimodo que tiene un núcleo de 50 y 65 micras según su aplicación y que está diseñada para planta interna y externa, considerando las cortas distancias y las aplicaciones típicas como los backbone en centrales técnicas o los anillos de fibra de una empresa de cable o telefonía. Es importante destacar que la absorción, la dispersión y la radiación son tres fenómenos que generan pérdidas de la información y atenuaciones en la fibra óptica, aparte de su poca flexibilidad al manipularlas, las múltiples conexiones y empalmes y otros puntos más por considerar.

La información de la luz viaja multiplexada a través de la fibra óptica (multiplexación de longitud de onda WDM) mediante las tecnologías DWDM (densas-dense) que radica muchas longitudes de onda para grandes distancias y la CWDM (ligera-coarse) para pocas longitudes de onda y áreas metropolitanas. Se hace muy relevante destacar los conectores de fibra que actualmente se utilizan correspondientes a conectores FC diseñados para la transmisión de datos en centrales técnicas, los arreglos LC y MC que se emplean cuando la densidad de datos es muy amplia, SC y SC-dúplex para la redundancia y transmisión y recepción de señales en centrales técnicas, FDDI exclusivo para redes de fibra óptica pasiva o activa y los ST BFOC muy utilizados en redes de video CCTV.

Las fuentes de luz pueden ser diodos láser o led con longitudes de onda de 850, 1300 y 1550 nanómetros y los detectores suelen ser fotodiodos PIN o PN, fotomultiplicadores ópticos y los fotodiodos de avalancha.

Para realizar correctamente los empalmes y la conectorización de la fibra óptica se requiere de limpiadores de conectores, cortadoras de kevlar, empalmadoras mecánicas, linternas frontales led, microscopio o fibroscopio de 200x para ver micras, un depósito rotulado para fibras, conectores pre pulidos según la necesidad, toallas limpiadoras de alcohol, además de las cortadoras y peladoras de fibra óptica. Si el trabajo se quiere realizar más profesionalmente; se necesitará una fusionadora de fibra

óptica portátil con sus repuestos de mantenimiento (electrodos de recambio y tubos procesadores de fusión).

Existe también herramienta para la medición y evaluación de los enlaces; en este caso se trabaja con medidores de potencia óptica, analizadores FTTx, fuentes de luz láser, localizadores visuales de fallas, OTDR's portátiles, analizadores de espectro ópticos, convertidores ópticos a RF y medidores de campo de RF con enlace a fibra óptica. En la *Figura 21* se detalla un cableado estructurado de fibra óptica y cobre correctamente instalado, ambas fotografías se tomaron del ICE de Heredia.

Figura 21. Cableado estructurado de fibra óptica y cobre

Fuente: Elaboración propia, ICE Heredia

2.11. Centros de procesamiento de datos Data Center

Un centro de datos es un nodo donde se concentran todos los equipos de telecomunicaciones para procesar correctamente la información de una o varias empresas según se decida. El mismo cuenta con un espacio en el edificio (cuarto de máquinas), un sistema de enfriamiento para el equipo, la correcta distribución y disponibilidad de los sistemas eléctricos, un software de manejo de usuario y técnico, muchos equipos interconectados de telecomunicaciones y el ingreso de muchos servicios privados o públicos por tramitar, por ejemplo, video, audio, datos de bancos, llamadas telefónicas, sistemas empresariales y demás con el fin de obtener datos en sus distintas salidas que generen dinero para las empresas, controlando el costo de producción de los datos mediante la reducción de proveedores de servicios, la reducción de cantidad de equipos de hardware y software, mediante el uso eficiente del sistema de enfriamiento y el flujo energético, mediante la reducción de tiempos de transmisión y tiempos de inactividad no planificados que generan una mayor eficiencia y credibilidad de trabajo en conjunto con las empresas.

Para crear un datacenter confiable y flexible se requiere del desarrollo de varios puntos clave, es necesario iniciar con un espacio para la correcta distribución de cables, administrar correctamente los cables, cumplir de la mejor manera los requisitos de conectividad y sostenibilidad eléctrica y por último, considerar la refrigeración constante del equipo. El inmueble de un datacenter es muy costoso por lo que resulta necesario que exista suficiente espacio y se utilice prudentemente considerando futuras expansiones y áreas de trabajo, el diagrama de distribución de equipos debe generar una posible reasignación de los espacios que se puedan manejar fácilmente y manipular los cables de cobre y fibra sin problema alguno; para lo que se utiliza la normativa ANSI/TIA 942.

Para administrar correctamente los cables es necesario tener racks de uso compartido común, ordenar correctamente las canastas e identificar bien las líneas, las fibras ópticas van separadas de las líneas coaxiales y UTP, la fibra se instala en

canales para evitar que se dañe. El tendido de cable temporal puede ser superior, mientras que el tendido de cable fijo se hace subterráneo en el piso.

3.11.1. Infraestructura ANSI/TIA 942

Esta normativa regula los requisitos de infraestructura en telecomunicaciones para los centros de datos de una empresa y todas las redes NAS, SAN y DAS que contengan servidores, equipos informáticos e incluso las videotecas de un canal de televisión. TIA-942 regula los procedimientos y aplicaciones para la arquitectura, el diseño eléctrico, el almacenamiento de archivos, la seguridad de los datos, el control de acceso a la red, la redundancia del sistema, la gestión de los archivos, la correcta aplicación del host y el direccionamiento web, la protección contra riesgos físicos, el control ambiental y el correcto manejo y ahorro de la energía eléctrica, incluyendo los sistemas de aire acondicionado y protección de equipo.

3.11.2. Certificación ANSI/TIA-942

2.11.2.1. ANSI / TIA-942 Diseño de Certificación

Este estado indica que los documentos de diseño del centro de datos están bajo el alcance del usuario y se han revisado en conformidad con los criterios de diseño de la norma ANSI / TIA-942 para la respectiva Clasificación / TIER nivel para iniciar así la implementación y creación de una data center.

2.11.2.2. ANSI / TIA-942 de certificación de terrenos

Este estado indica que el centro de datos ha sido inspeccionado físicamente por la conformidad con los criterios de diseño de la norma ANSI / TIA-942 para la Clasificación / TIER nivel respectivo. Esta inspección física se refiere tanto a una evaluación de todos los documentos de diseño relacionados, así como una inspección

física para definir que el centro de datos cumple los requisitos con el fin de ser certificado bajo la norma ANSI / TIA-942.

3.11.3. Nivel de Clasificación TIER

Según el Uptime Institute los centros de datos tienen una puntuación y clasificación que se divide en cuatro niveles llamados TIER (Technical Independent Evaluation Report).

2.11.3.1. Puntuación 1 / TIER-1: Infraestructura básica del sitio

Un centro de datos que tiene la capacidad de contener componentes individuales y una sola vía de distribución no redundante para el equipo de cómputo que cuenta con una protección limitada contra los fenómenos físicos valorado por un auditor de TIA-942 se clasifica como TIER-1; este datacenter cuenta con un 99.671% de fiabilidad.

2.11.3.2. Puntuación 2 / TIER-2: Infraestructura con capacidad redundante

A diferencia del TIER-1 este centro de datos tiene componentes de capacidad redundantes y una única vía de distribución para el equipo de cómputo. Se ha mejorado la protección contra los fenómenos físicos, aunque se requiere de apagar los sistemas para dar mantenimientos programados, generando así un 99.741% de fiabilidad.

2.11.3.3. Puntuación 3 / TIER-3: funcionamiento y mantenimiento de infraestructura al mismo tiempo

TIER 3 contiene componentes de capacidad redundantes y múltiples rutas de distribución para todos los equipos informáticos, aunque por lo general, existe solo una

vía de distribución para el equipo de cómputo. El sitio resulta de fácil mantenimiento por su redundancia que permite quitar y poner componentes de la vía de distribución sin interrumpir las capacidades de centro de datos del usuario final. También estos equipos cuentan con protección contra la mayoría de los eventos físicos, prevén el mantenimiento correctivo y si los daños son externos, se corrigen sobre el camino, logrando así una fiabilidad de 99.982%.

2.11.3.4. Puntuación 4 / TIER-4: Tolerante a Fallos en el sitio de la Infraestructura

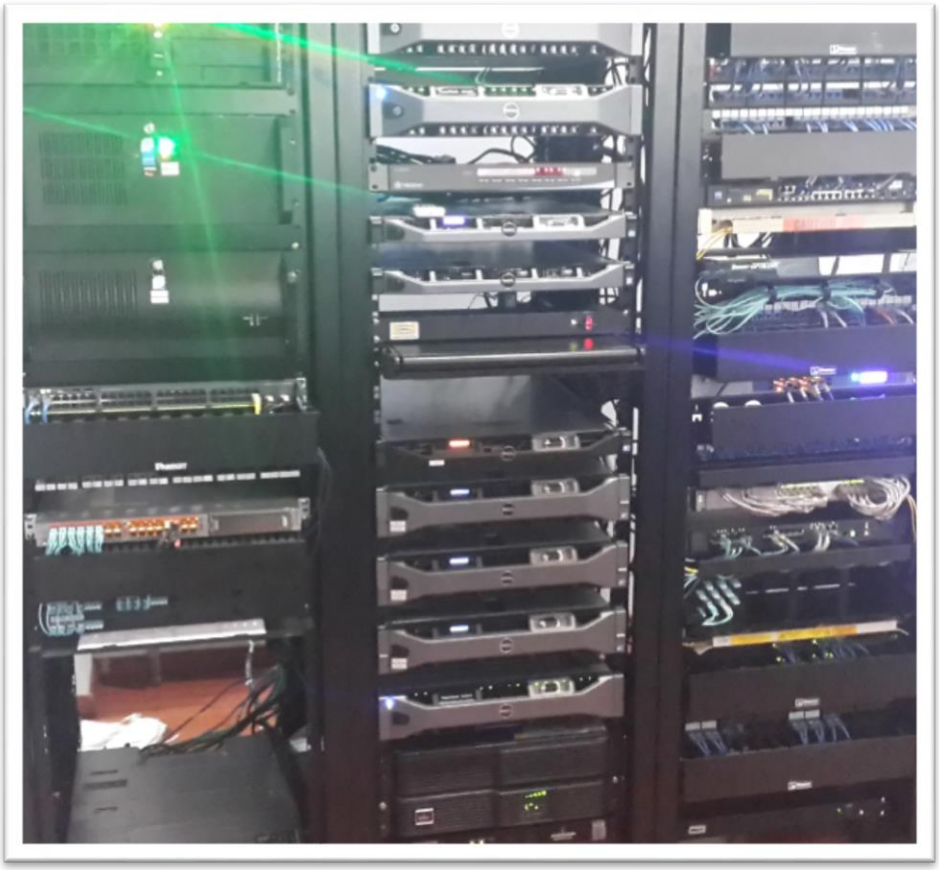
Este nivel contiene componentes de capacidad redundantes y múltiples rutas de distribución para los equipos informáticos activos. El centro de datos permite un mantenimiento sin causar tiempo de inactividad. Tiene protección contra casi todos los eventos físicos y correspondientes al nivel más alto de fiabilidad de 99.995% con redundancia total de equipos fuentes y servidores.

3.11.4. Normativa eléctrica EIA/TIA 607

En temas de conexiones eléctricas de equipos y puestas de tierra se detalla que con buenas instalaciones se maximiza el tiempo de vida de los equipos y la protección contra accidentes para el personal técnico; por lo que la normativa que rige a la data center es EIA/TIA 607 de cableado estructurado. En la

Figura *22* se detalla una data center dedicado a la televisión digital, el video en demanda y a una red DANTE para audio, además el mismo es la base para la creación de un anillo de 40 gigas de comunicación empresarial entre nodos y 10 gigas para la etapa de edición y producción de video digital (videoteca) de la empresa ENLACE canal 23.

Figura 22. Data Center dedicado al Playout y al VOD



Fuente: Elaboración propia, canal 23 Enlace

2.12. Sistemas de radio analógica y digital

Según la Real Academia Española, el concepto de radio corresponde a un conjunto de procedimientos e instalaciones dedicadas a la difusión comercial mediante transmisiones públicas o privadas sonoras que llegan al usuario final a través de las ondas electromagnéticas del espectro radio eléctrico del país; sin embargo, este concepto de la realidad actual cambia pues la radio igual que la televisión, evolucionó en conjunto a la internet hacia varias formas de entrega tales como: radio streaming, radio a la carta y radio digital sobre el espectro radioeléctrico. Esto implica un cambio inmediato en relación con los equipos de transmisión y producción auditiva, además se detallan cambios importantes en relación con la multiplexación y el control de la

señal proveniente de los distintos equipos de captura radiofónica, el almacenamiento final en audio tecas y otros temas más de gran relevancia por desarrollar.

La radiodifusión actual del país trabaja sobre las bandas de amplitud modulada (500 a 1700 KHz) y frecuencia modulada (87 a 108 Mhz); sin embargo, existen sistemas de radio abierta y satelital tales como DAB (Digital Audio Broadcasting), DMR (Digital Radio Mondiable), ISDB-Tsb (Terrestrial Sound Broadcasting) e IBOC (In Band On Channel) que se implementarán en el mercado de las telecomunicaciones según las normativas regulatorias del gobierno, por ejemplo, si el país decidió en temas de televisión trabajar con los estándares ISDB-Tb es muy probable que la radio también tome este camino, aunque aún no es momento de decidir sobre esta área según MICITT o SUTEL porque existe la radio híbrida HD radio.

La HD radio (radio híbrida) consta de una sola producción en cabina que se distribuye por varios medios; en el país el Streaming de audio se entrega a los móviles mediante aplicaciones tales como: TuneIn Radio, Duotico, Radios de Costa Rica y sus propias aplicaciones que conllevan el nombre de la estación; también son utilizadas las páginas web de cada emisora y la transmisión simultánea por frecuencia modulada o amplitud modulada según corresponda, tal es el ejemplo de Radio Dos o Súper Radio de Costa Rica que trabajan con su página web e incluso las complacencias e interactividades para el usuario se dan mediante redes sociales y mensajes multimedia de WhatsApp, se detalla el ejemplo de 99.5 FM que se puede observar en la siguiente página web: http://www.radiodos.com/, la misma cuenta con un espacio para escuchar la transmisión en vivo, un espacio para promocionar los programas de audio con fechas y horas exactas, se permiten anuncios emergentes, noticias del cine, bibliografías de artistas musicales, chat en línea, solicitudes de canciones, etc. Es importante denotar que la aplicación entrega un direccionamiento hacia las redes sociales y el player de radio HTML con la programación en vivo.

En temas de radio satelital, Estados Unidos cuenta con una empresa dedicada al audio por satélite llamada SiriusXM: https://www.siriusxm.com/latino, la misma entrega aproximadamente 160 estaciones de radio satelital sin anuncios, dedicadas a

cada artista (por ejemplo, radio Pearl Jam) y que cuenta con una gran autonomía para que sean escuchadas en cualquier sitio, principalmente, en automóviles y hogares; las transmisiones en vivo de eventos de gran relevancia como los partidos de NBA, el Super Ball, las olimpiadas, etc, los cuales constituyen un fuerte para que los usuarios se afilien a la misma pues al ser transmisiones exclusivas se venden con facilidad.

Para culminar con el tema de radio, se explican los sistemas de entrega a la carta o en demanda tales como: Soundcloud, Spotify, Google Play u otros, como las radios de las grandes cadenas televisoras que cuentan con sus programas de radio a la carta sobre la plataforma web, tales como ESPN o TVE por sus múltiples emisiones de partidos de futbol y comentarios, cuentos y demás archivos exclusivos que se venden a los afiliados del canal; también las grandes empresas de música como Columbia o Sony Music, venden sus conciertos y grabaciones de eventos exclusivos de las agrupaciones asociadas para los fans que asisten a los eventos y quieren revivir sus experiencias únicas, por ejemplo, un concierto de Metallica en Costa Rica se puede grabar profesionalmente para luego escucharlo y venderlo en demanda e incluso también vender el streaming en vivo del acontecimiento o por que no luego de la grabación, el audio final se edita y se alquila o vende por medio de la página web del club de fans del artista.

En temas de reproducción de música por difusión en continuo de la actualidad es la aplicación Spotify; misma que funciona ligando a usuarios de manera gratuita con las redes sociales y para posteriormente ofrecer sus servicios Premium de manera paga mensualmente; esta aplicación es mundial y multiplataforma, su entrega es por artista, por radio, por país, por género e incluso por estado de ánimo del usuario, se permite la creación y descarga codificada de listas personalizadas de música, además permite compartir canciones, discografías y creaciones propias por mediante cualquier medio.

Sus ventajas son: la transferencia de archivos de audio en P2P para privacidad en temas de conexión, la codificación en Vorbis (ogg) para su mínimo almacenamiento, la calidad de audio superior y multicanal para clientes Premium, el almacenamiento en

memoria ROM de la música favorita para escucha sin internet, la búsqueda por usuario en el servidor de Spotify, el poco consumo de memoria cache en vivo, el almacenamiento de una colección de audio de aproximadamente 3333 canciones por dispositivo, la mezcla de canciones en vivo, la reproducción continua y muchos detalles más que únicamente con la aplicación paga se obtienen.

2.13. Innovación en radio y televisión digital

Las últimas tendencias en temas de audio y video profesional, enfocándonos en el área de transmisión conllevan el control de los equipos a distancia mediante protocolos de comunicación de redes, la transmisión de señal abierta ISDB-Tb en alta definición 1080i, la virtualización de los canales de televisión mediante la distribución de los distintos segmentos, la disponibilidad móvil One-Seg y los cambios en equipo de telecomunicaciones que radican principalmente en pasar los equipos de transmisión analógicos actuales hacia equipos digitales que contengan enlaces de microonda digital, multiplexores de señal, codificadores de señales múltiples, excitadores de transport stream TS y los acoples hacia la etapa transmisora de potencia y antenas correspondientes a redes de frecuencia múltiples MFN por RF; por igual, el gobierno es quien limita las ventajas y características que se pueden aprovechar de la señal de televisión digital, también existe una proyección del estado en crear redes de frecuencia única SFN para puntos de corto alcance y con problemas de cobertura, aunque no se desarrolla por parte de ninguna empresa a nivel nacional; otro cambio importante será adquirir equipos de monitoreo de campo y software para simulación de cobertura digital en temas de radio y televisión.

Sin embargo, en el área de televisión se cuenta también con las etapas de producción y edición de audio y video pues en estas área se trabaja con equipos electrónicos donde se realizan los principales cambios en relación con el procesamiento de las señales de audio y video sobre IP, la compresión de datos de alta definición y actualmente de imágenes en 4K y 8K, el intercambio de la información de muy alta gama mediante los equipos de central técnica y más cambios que implican principalmente a corto plazo la innovación de equipos de estudio y central de datos de telecomunicaciones para las distintas etapas de audio y video digital al aire y fuera de

aire, por lo que se hace necesaria la relación de negocios y apoyo técnico entre las distintas marcas para el desarrollo de productos y estándares nuevos tales como: Grass Valley, Harris, Sony, Newteck, Cisco, Evertz, NEC, Tektronics, R&S, etc.

Algunos cambios relevantes que se desarrollan más adelante en este proyecto son: la Producción IP en vivo (live IP), las imágenes de rango dinámico HDR, el flujo de trabajo de producción 4K, la captura de imagen y gamma total basados en el estándar REC.709, el procesamiento y captura de señal de video en deportes y transmisiones en vivo, los sistemas de almacenamiento óptico y magnético de datos (optical disk archive 2 y Linear Tape Open 7), la protección, recuperación y seguridad de los archivos, el almacenamiento NAS, la gestión del contenido dígase la ingesta, catalogación y edición hasta la revisión, aprobación y distribución de los archivos, los nuevos sistemas que se unifican con equipos como AnyCast de Sony para eventos en vivo de conciertos, la multiplexación de señales de audio multicanal, la producción inalámbrica sobre redes 4G/LTE o WLAN, la compresión de video para lograr procesar correctamente la información, obteniendo el mínimo consumo de recursos (costos y presupuestos de data center) y los reproductores OLED UHD y dispositivos portátiles con pantallas capaces de mostrar informaciones de video tan reales. Con las entrevistas realizadas a los ingenieros informantes clave se detallan conceptos por desarrollar más adelante para apoyar la innovación de planta física y cuartos de telecomunicaciones, considerando al 100% las distintas etapas de trabajo de una compañía de producción televisiva.

Se detallan algunos conceptos, marcas e ideas importantes que se desarrollarán posteriormente en este proyecto; HDR, Routers híbridos SDI/IP, redes DANTE, producción Live IP, LTO-7, ODA de Sony, DVB-Sx, video de baja latencia Video Codec (LLVC), estándares SMPTE ST2022-6 de IP, producción live U y live streaming, interoperabilidad IP y software de control y procesamiento de la información para la multi difusión, H265, MPEG-H e imágenes 4K y 8K y más a completar para generar una visión amplia del técnico y el ingeniero de planta para su referencia.

Capítulo III: Marco Metodológico

3.1. Tipo de investigación

La investigación por desarrollar es experimental pues cuenta con muchas variables controladas como los distintos ambientes de trabajo, las distintas especialidades, empleados de edades y conocimientos muy diferentes; aparte de que, existen muchos equipos y marcas distintas que serán estudiados, fotografiados y manipulados para controlar todas las situaciones planteadas.

La investigación experimental se basa en un estudio de campo cuya finalidad es apoyar la situación económica, social, cultural y laboral que afrontarán tanto la población como las distintas empresas de radio y televisión de Costa Rica.

El principal alcance será crear un manual de recomendaciones técnicas que sirva como referencia para la actualización de los equipos de producción, edición, transmisión y recepción de señales televisivas para las empresas de radio y televisión de Costa Rica; en miras a las exigencias actuales de los usuarios, el cambio de televisión analógica a televisión digital y el encendido digital del espectro radioeléctrico, profundizando en que las pequeñas compañías de radio y tv necesitan iniciar el cambio y las grandes compañías aprovecharán la investigación para conocer las nuevas tendencias del mercado.

El trabajo es exploratorio porque se basa en el estudio y visita de distintos escenarios y centrales técnicas que servirán para conocer la realidad afrontada por las compañías, ahora detallando la infraestructura de telecomunicaciones, audio y video con que se trabaja en temas de alta definición con estas inspecciones, se detallarán una serie de diagramas en bloques que servirán para orientar al técnico y estandarizar todos los procesos actuales con el fin de comprender y ubicar técnicamente al personal y mejorar el procedimiento de ubicación de fallas e interconexión de los equipos de las distintos espacios.

El estudio por realizar es muy realista y cuenta con variables muy fuertes, sin embargo, se basa en un marco teórico muy puntual cuya debilidad es no poder experimentar las características y funcionamientos de las recomendaciones de equipamiento, también se destaca que existen mucha variables que afectan las ideas

de equipamiento proyectadas por los proveedores, estas son las variables del costo, la factibilidad de la compra, las muestras que no se entregarán para su puesta en práctica fácilmente, la falta de proveedores de distintas marcas, el tiempo, la emergencia y la situación del momento que viva la compañía. Por último, destacar que no se puede definir dentro de las recomendaciones cual equipo es mejor, ni comparar pues eso requiere de pruebas de campo de parte de la empresa.

La aplicación final y el enfoque son muy técnicos, se habla de equipos broadcast de producción, de edición, de transmisión, de recepción y cada etapa considera otras más como: la iluminación, el sonido, el procesamiento, el almacenamiento y la administración de contenidos y producciones de radio y televisión donde prevalece actualmente los equipos informáticos de redes y servidores multimedia, dadas las tendencias del mercado y las exigencias del usuario final a corto, mediano y largo plazo.

3.2. Sujetos y fuentes de información

La población objetiva corresponde a los técnicos e ingenieros de los distintos departamentos de las televisoras, cuya característica común es la necesidad de conocer de todas las áreas implícitas en una radioemisora, lo que genera un perfil multifacético del empleado; cada quien cuenta con una especialidad definida según la labor para lo que fue contratado.

En el presente trabajo se define muy bien que no importa la cantidad de personas quienes utilicen esta guía de referencia, sino la calidad del trabajo planteado y su aplicación precisa para obtener así el máximo provecho.

En cuanto a los informantes clave y las empresas, estas se escogen mediante un proceso de selección no probabilístico pues la clasificación se basó en los mejores laboratorios de radio y televisión del país, las infraestructuras más ordenadas, los mejores contratos técnicas de las distintas áreas, el historial y los años en el mercado de las compañías seleccionadas y por último, se destaca que la principal fuente de apoyo en esta selección fue los criterios de los especialistas del gobierno donde

destaca el viceministerio de telecomunicaciones y el Departamento de Control Nacional de Radio por su visión a nivel país y sus estudios de mercado actualizados.

3.3. Características de las Empresas

4.3.1. Representaciones Televisivas S.A. Repretel

Representaciones televisivas Repretel S.A es una empresa considerada como medio de comunicación masivo (radio, televisión, internet) cuya planta física cuenta con más de 500 empleados de las distintas áreas administrativas y técnicas dedicados a generar contenidos de noticias, deportes, farándula, cine, series, novelas y otros programas más de producción nacional; dicha empresa cuenta con cobertura a nivel nacional e internacional y sus recursos materiales implican varias repetidoras, varias frecuencias de radio y televisión concesionadas, una central técnica ubicada en la Uruca, comunicaciones satelitales, streaming y terrestres analógicas y digitales.

4.3.2. Televisora de Costa Rica Teletica

Televisora de Costar Rica es una compañía de producción televisiva considerada el medio de comunicación masivo más importante del país por su apogeo y estudios de parte de IBOPE, la televisión por cable CATV, la televisión abierta e internet son parte de su plataforma de servicios, la planta física de Teletica cuenta con más de 450 empleados de las distintas áreas administrativas y técnicas dedicados a generar contenidos de Noticias nacionales e internacionales, transmisión en vivo de deportes, farándula, cine, series, novelas y otros programas más de producción nacional, aparte de los eventos de producción nacional que genera el personal de Teletica formatos. Canal 7 cuenta con cobertura a nivel nacional y sus recursos materiales implican dos frecuencias principales de televisión digital concesionadas con sus repetidoras, una cabecera de televisión por cable de gran relevancia y una firma productora que crea sus propios programas y contenidos televisivos, existen dos centrales técnicas una de televisión por cable y otra de Televisión abierta ubicadas en

el cantón de Pavas Sabana Norte, donde sus especialidades radican en comunicaciones satelitales, streaming y terrestres analógicas y digitales, aparte de los paquetes de Televisión por Fibra hasta el hogar y HFC con internet de banda ancha pago de Cabletica.

4.3.3. Sistema Nacional de Radio y Televisión SINART

El Sinart es la institución de Radio y Televisión del gobierno (televisión abierta, radio hibrida e internet) cuya planta física cuenta con más de 200 empleados de las distintas áreas administrativas y técnicas dedicados a generar contenidos de Noticias, deportes y cultura con el fin de fomentar la producción nacional; tal es el ejemplo de los juegos nacionales o la asamblea legislativa que son exclusivos del gobierno para el país; dicha empresa cuenta con cobertura a nivel nacional y sus recursos materiales implican una frecuencia concesionada analógica y una digital HD que fue promocionada como la primera señal ISDB-Tb concesionada al aire, además se ubican tres puntos de repetición de señal de televisión, una cabecera de TV ubicada en la Uruca (central técnica) y una estación de radio llamada Radio Nacional que funciona en amplitud modulada y frecuencia modulada, la edición del medio Contrapunto es una revista informativa del gobierno que por igual abarca personal de Sinart y que es otro medio de comunicación digital e impreso informativo.

Actualmente está televisora se encuentra trabajando en el plan de mejora regulatoria con miras al 2020; pues, el año anterior cumplió su vigencia el anterior plan regulatorio (diciembre del 2015), mediante este plan se fortalecen todos los proyectos de radio y televisión digital de Sinart con digitalización de la radio AM y FM, el desarrollo y mejora de los estudios de producción audio visual hacia los estándares 4K (H-265) y cambios importantes en las cabinas de radio nacional, de acá la gran importancia y apoyo para crear una serie de recomendaciones para el departamento de ingeniería del Sinart pues serán asimiladas casi inmediatamente por la empresa para su puesta en práctica.

4.3.4. Sociedad periodística Grupo Extra S.A

Grupo Extra**,** es una compañía considerada como medio de comunicación masivo pues comprende la televisión, la radio AM, el periódico y la internet para el pueblo; en la planta física se trabaja con aproximadamente 150 empleados de las distintas áreas administrativas y técnicas dedicados a generar contenidos de Noticias, deportes, farándula, cine, series, novelas, periodismo y radio en general, dicha empresa cuenta con cobertura a nivel nacional de aproximadamente un 70% del territorio y sus recursos materiales abarcan frecuencias de radio, televisión analógica, una central técnica ubicada en San José centro, comunicaciones satelitales, streaming y terrestres aparte de un editora del diario Extra y Radio América. Cabe destacar que esta empresa se dedica a producción nacional y apoyo de deportes y otros como solamente Sinart, Teletica, Repretel, Enlace y Telefides lo hacen a nivel país y es necesario mencionar que el periódico Diario Extra es una referencia muy buena que genera diferencia en relación a las otras televisoras pues ninguna cuenta con este departamento.

4.3.5. Cadena Internacional Cristiana Enlace

Enlace TV es una productora de televisión digital cuya planta física cuenta con más de 100 empleados de las distintas áreas administrativas y técnicas dedicados a generar contenidos éticos, morales y culturales ligados a la religión, dicha empresa cuenta con cobertura a nivel nacional e internacional en más de 120 países del mundo y sus recursos materiales implican una plataforma de transmisión satelital ligada a casi todos los sistemas de televisión por cable del mundo, en Costa Rica cuenta con su cabecera de telecomunicaciones principal de Latinoamérica con varias repetidoras que pertenecen a la red de frecuencias múltiples, existen ya para ENLACE varias frecuencias de televisión concesionadas y su ubicación territorial es en el Cantón de Pavas Centro, esta empresa cuenta ya con su propio datacenter de contenidos y playout para realizar así la venta de producciones mediante las plataformas de streaming y video en demanda.

3.4. Características de los informantes clave

A continuación, se muestran las 5 empresas y los 5 cinco informantes clave que apoyaron el proyecto desde su inicio; los informantes trabajan como encargados del departamento de ingeniería en telecomunicaciones de cada canal y fueron seleccionados por su atinencia total hacia el proyecto. Se seleccionaron las cinco empresas con más personal contratado, con más auge y credibilidad a nivel nacional aparte de la inversión económica y sus proyecciones y ejecuciones de presupuesto a corto, mediano y largo plazo para mencionar algunos puntos; en la Fuente: Elaboración propia se refleja la lista de los contactos de apoyo que, con el nombre de la compañía, la dependencia, el contacto directo del informante clave, el correo electrónico y el número de teléfono para su verificación final y credibilidad.

Tabla 1. Contactos de informantes clave de las empresas entrevistadas

Contactos de empresas			
Compañía	**Contacto**	**Correo electrónico**	**Teléfono**
Repretel.	Armando Rivera.	arivera@repretel.com	22906665/22997353
Teletica.	Dimitri Sklioutovski.	dimitri@teletica.com	22101348/22316258
SINART.	Mario Vado.	m.vado@sinart.go.cr	22313333/22310839
ExtraTV	Adrián García.	mbrenes@grupoextratv.com	22236666/22316604
Enlace.	Gerardo Araya.	garaya@enlace.com	22203323/22218484

Fuente: Elaboración propia

3.5. Variables e indicadores

Las variables de esta tesis están directamente ligadas a los objetivos y a las instrumentaciones planteadas. Al ser un trabajo de investigación experimental, se resalta que lo propuesto corresponde a los criterios del ingeniero investigador; por igual, se crea la el Anexo No. 1 para especificar objetivos, definiciones e

instrumentaciones puntuales, basados en la metodología de investigación establecida por Rodrigo Barrantes Echavarria[4].

3.6. Descripción de los instrumentos

La siguiente propuesta de trabajo, se basa en los resultados de las entrevistas realizadas a los informantes clave (ver Anexo No. 2), que fue desarrollada en base a las variables y objetivos planteados en el Anexo No. 1, más los conocimientos obtenidos a lo largo de la carrera de licenciatura en telecomunicaciones.

En esta entrevista se plantean una serie de consultas que detallan las necesidades teórico técnicas del personal contratado, las realidades de la infraestructura de las principales compañías detallando marcas, modelos y diagramas de interconexiones; también se obtendrá una visión muy amplia del tema con el fin específico de desarrollar un manual de recomendaciones técnicas para las distintas compañías que apoyaran el proyecto.

Será necesario recolectar una serie de documentos, leyes y decretos que aparecen en las páginas web adjuntas en la bibliografía que corresponden a la UIT, el MICITT, SUTEL y otros entes.

Se realizarán una serie de visitas técnicas a empresas del gremio para fotografiar equipos, grabar videos y conocer acerca de las mejores marcas y modelos utilizados para obtener una visión muy amplia en dichos temas y para finalizar, se estudiará alguna información relevante de libros digitales que contienen en orden una visión muy amplia de todas las áreas necesarias para un ingeniero en sistemas de audio y video profesional.

[4] (Echavarría, 1999)

3.7. Descripción de las entrevistas

El objetivo de las entrevistas es crear una referencia del avance alcanzado por las instituciones de gobierno y empresa privada, según ámbito de experiencia en temas de equipamiento y televisión digital, así como determinar el nivel de conocimiento metodológico, las necesidades de mercado, la estructura general de las distintas etapas de una empresa de televisión y por último obtener una serie de recomendaciones en base a los equipos y marcas más utilizadas en temas de telecomunicaciones. La entrevista se encuentra adjunta en el Anexo No. 2, del presente trabajo y su descripción detalla una introducción para el informante clave, los datos de la organización, cuatro preguntas donde se detalla el nivel de conocimiento teórico metodológico, tres preguntas relacionadas con el nivel de conocimiento del equipo de televisión digital, cuatro preguntas para definir el rumbo de actualización e inversión en equipo de la televisora a corto y mediano plazo y por último se define un espacio para las observaciones y detalles relevantes no planteados en la entrevista.

4.7.1. Puntos a cubrir con las entrevistas

3.7.1.1. Nivel del conocimiento teórico y cognoscitivo general de los técnicos e ingenieros de las distintas áreas de una televisora.

3.7.1.2. Realidad actual del mercado en temas de equipamiento de central técnica, producción, edición, redes, transmisión, recepción y monitoreo de señales y contenidos televisivos.

3.7.1.3. Determinación de principales limitantes y debilidades encontradas en las empresas correspondientes a la mejora de la infraestructura de las televisoras.

3.7.1.4. Avance tecnológico de las grandes empresas en comparación a empresas de menor nivel económico productivo para definir ejemplos de apoyo y referencia.

3.7.1.5. Recomendaciones de pasos a seguir y marcas de referencia para crear un manual de apoyo técnico que sirva para actualizar las centrales de telecomunicaciones de las televisoras de nuestro país.

4.7.2. Lo que se espera de las entrevistas

Al ser investigación, se busca abiertamente opiniones, sugerencias y críticas. Por tanto, se requiere:

3.7.2.1. Mantener una actitud abierta a la crítica y a las necesidades puntuales.

3.7.2.2. No censurar ni contrariar comentarios o ideas aun cuando sean distintas las televisoras pues sus proyecciones y el nivel económico son distintos.

3.7.2.3. Reafirmar que se busca obtener su opinión sincera y sugerencias de mejora.

4.7.3. Elección de informantes clave

Personas bajo el cargo de los gerentes de ingeniería, operaciones, producción y post-producción o su similar en las instituciones o empresas seleccionadas que pueden pertenecer al ámbito gerencial o de ingeniería en telecomunicaciones o Infocomunicaciones del sector público o privado. Preferiblemente que sean personas conocedoras de televisión digital, telemática y producción con al menos 10 años de experiencia en el ambiente laboral.

4.7.4. Convocatoria a las entrevistas

Identificar con cuidado a las personas por entrevistar, a fin de asegurar que puedan hacer aportes valiosos, según tema de experticia. En la invitación, decir que el objetivo es mantener una conversación, en la cual se les van a realizar preguntas

específicas sobre el tema de equipamiento inversión y conocimientos necesarios para desarrollar adecuadamente la televisión digital en el país y así lograr conocer su opinión al respecto. Se solicita el espacio para la visita, previendo un tiempo aproximado de 3 horas para la entrevista.

4.7.5. Ejecución de las entrevistas

Se hace necesario explicar desde el inicio de la conversación y realizar la introducción preliminar, el fin del cuestionario por realizar y el beneficio que obtendrán las empresas de radio y televisión digital con la entrevista. Durante la explicación se realiza énfasis en:

3.7.5.1. Indicar el fin, los objetivos y las aplicaciones que se le quiere dar a dicha tesis.

3.7.5.2. Desarrollo del proyecto, para apoyar los procesos de capacitación, información, referencia y mejora de las centrales técnicas y el personal que trabaja directamente en las mismas.

3.7.5.3. Enfasis en que se estará trabajando con la actualización y el apoyo técnico metodológico al pasar de los años para mantener la credibilidad y aplicación de dicho trabajo.

3.7.5.4. Enfatizar en que todos los procesos y conocimientos técnicos son necesarios para lograr dicho objetivo final según lo planteado por los distintos informantes clave, aún cuando el objetivo básico es recibir y crear un manual de recomendaciones técnicas para la actualización de las centrales técnicas

4.7.6. Preguntas frecuentes

Por parte de los informantes clave y contactos:

¿Por qué me entrevistan en este tema?

Es importante conocer bien la trayectoria profesional de la persona por entrevistar, para poder responder con seguridad a esta pregunta. “Por su experiencia en… por el trabajo que usted ha realizado acerca de…”

¿Qué se busca lograr con este proyecto?

El proyecto busca crear a una recomendación de cómo actualizar las centrales técnicas de las empresas de televisión digital del país pues se cuenta con pocas grandes empresas y muchas productoras que no tienen capacitación y apoyo técnico metodológico para desarrollar sus proyectos puntualmente.

¿Cuándo van a presentar los resultados finales?

El proyecto al ser parte una tesis universitaria concluirá con su defensa, cuya fecha se les estará informando oportunamente, el dónde sería un privilegio contar con su presencia.

Además, los resultados se guardarán en la biblioteca de la Universidad Latina Sede Heredia para su referencia; sin embargo, se le hará llegar una copia del trabajo terminado pues su apoyo es de gran relevancia para su desarrollo.

4.7.7. Detalles de la ejecución del trabajo

Inicialmente la escogencia de las empresas por entrevistar se determinó con la ayuda de la información suministrada por el MICITT y según el nivel de credibilidad, audiencia televisiva y poder económico de la empresa, además de la cantidad de empleados registrada y otros parámetros como los años de manejar una concesión de gobierno; las cinco principales representaciones televisivas del país corresponden según IBOPE y la Vicerrectora de comunicaciones a Teletica, Repretel, Enlace, Sinart, y Extra TV canal 42; mismas que se citan para desarrollar el trabajo final.

A nivel país se conocen gran cantidad de empresas de radio y televisión, para ser exacto actualmente son 69 estaciones de televisión abierta, 24 proveedores de internet y televisión por cable, 204 estaciones de FM y 75 estaciones de AM, tres grandes proveedores de telefonía móvil ligados a la televisión OTT y cinco empresas

dedicadas a la televisión vía satélite según de Departamento del MICITT llamado Control Nacional de Radio; el punto es que, no todas cuentan con los años de experiencia técnica, los permisos de concesión de espectro radioeléctrico, el potencial económico, la credibilidad de la población costarricense, ni mucho menos la producción de contenidos televisivos como noticieros, transmisiones de deportes en vivo, programas de alto índice de audiencia televisiva y otros aspectos más; por lo que un punto de vista importante es definir de la lista canales de televisión las cinco empresas de más alto nivel de audiencia televisiva y credibilidad para crear un producto final llamado “Manual de recomendaciones técnicas”; por lo tanto, en conjunto al MICITT y la vicerrectoría de comunicaciones se definen las cinco principales estaciones de televisión citadas anteriormente para el desarrollo del proyecto, las cuales cuentan con un camino muy avanzado en temas de digitalización y actualización de los equipos de central técnica.

Además, las visitas se programaron como prioridad por zona geográfica, aprovechando su ubicación en la GAM pues por factores de tiempo de traslado y coordinación no es fácil citar y trasladarse a sectores lejanos; cabe destacar que no se puede dejar de lado empresas de San Carlos como Coopelesca o Telefides que también tienen un gran auge y abarcan una población meta muy amplia. En el Anexo No. 3 se detallan una serie de contactos de empresas de Televisión, que fue asignada por el Departamento de Control de Radio del Vice-ministerio de telecomunicaciones y de la cual se obtienen los cinco contactos de informantes clave para el desarrollo del proyecto de graduación.

4.7.8. Programación de visitas

Durante la programación de las entrevistas y basados en los puntos planteados en la selección de informantes claves explicados en el inciso F anterior, se proyecta visitar al menos cinco empresas de televisión digital según su nivel de audiencia de una lista de 15 que serán citados adjunta según la cantidad de personal, nivel económico, experiencia en el mercado, disponibilidad y cercanías como se plantea a continuación:

3.7.8.1 Televisora de Costa Rica, Teletica.

3.7.8.2 Representaciones televisivas S.A. Repretel.

3.7.8.3 Sistema Nacional de Radio y Televisión SINART.

3.7.8.4 Sociedad periodística Grupo Extra S.A.

3.7.8.5 Cadena internacional de comunicación satelital cristiana Enlace.

3.7.8.6 Televisión Nacional de la Universidad de Costa Rica.

3.7.8.7 Grupo ICE Departamento de telecomunicaciones e IPTV.

3.7.8.8 Empresa de Servicios públicos de Heredia Infocomunicaciones CATV.

3.7.8.9 Super Radio FM S.A, Coccio Carranza S.A.

3.7.8.10 Coopelesca S.A. Empresa de San Carlos.

3.7.8.11 Cabletica S.A. Ligada a Teletica, pero de CATV.

3.7.8.12 PROVIDEO S.A. Empresa proveedora de equipo de televisión.

3.7.8.13 INRESA S.A. Empresa proveedora de equipo de televisión.

3.7.8.14 Conferencia Episcopal Canal Católico EWTN. Telefides.

3.7.8.15 Grupo Tagama S.A.

Al momento de las llamadas y correos electrónicos para la coordinación de visitas, se encontraron las siguientes limitantes:

- Agenda de los informantes clave llena.
- Confidencialidad de la información.
- Requerimiento de solicitud formal vía correo electrónico hacia las jefaturas.
- Respuesta nula ante los correos electrónicos y llamadas.
- Distancia de traslado.
- Se prefiere coordinar y realizar la entrevista vía telefónica.
- Se solicita envío de la entrevista vía correo electrónico sin respuesta.

Después de todas las limitaciones encontradas, se logró obtener una base de datos que servirá como referencia para futuras investigaciones planteada en la *Tabla 1*.

3.8 Análisis de la información

4.8.1. Resultado de las Entrevistas

3.8.1.1. Conocimiento técnico metodológico en temas de radio y televisión digital

Para el desarrollo de este objetivo se plantearon cuatro preguntas clave de donde se obtiene una serie de resultados adjuntos en la Fuente: elaboración propia

En el Fuente: Elaboración propia se demuestra que canal 7 considera que un 75% de su personal cuenta con buenas bases teórico técnicas dado que las contrataciones requieren un título de técnico en electrónica o en telecomunicaciones como mínimo, además cuentan semestralmente con una serie de actualizaciones de conocimientos en temas de tecnología; en segunda instancia Repretel coloca dicho nivel en un 50% pues los ingenieros dominan el tema, sin embargo, los técnicos necesitan dominar únicamente el producto y centrarse en el funcionamiento del equipo, en esta televisora se actualizan pausadamente los conocimientos, por igual, también se solicita un nivel técnico al contratar el personal, pero son menos selectivos en relación con las bases teóricas; en Sinart se define un 50%; destacando que, el principal problema corresponde a la rotación del personal dentro de la televisora.

En la primera pregunta, se plantea una consulta general para las cinco televisoras seleccionadas.

¿Cuentan sus empleados con buenas bases en temas de televisión digital? ¿Qué nivel de conocimiento técnico considera usted como ingeniero a cargo que tienen sus sub alternos y en cuáles áreas se han desarrollado más capacitaciones?

Tabla 2. Conocimiento teórico metodológico en temas de radio y televisión digital

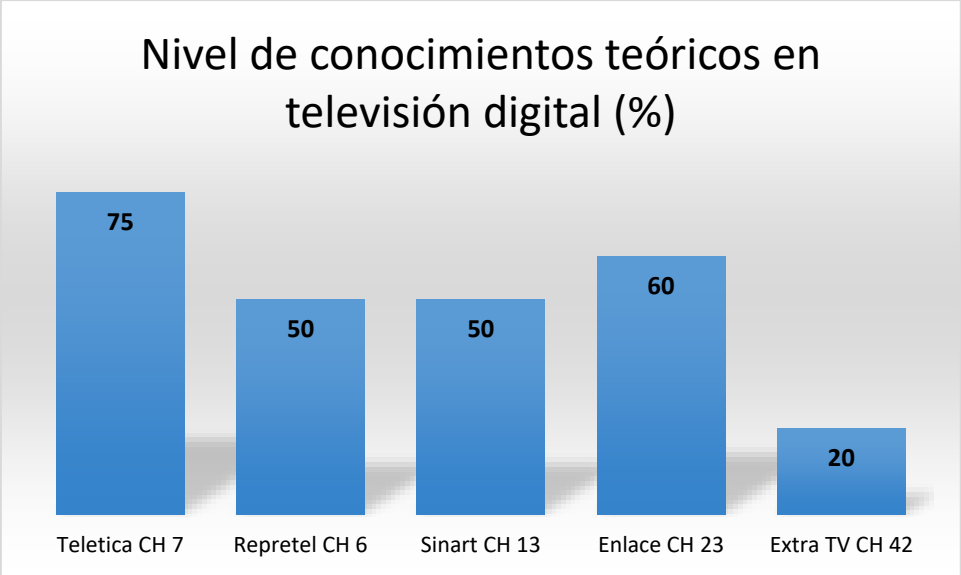
Conocimiento teórico metodológico en temas de radio y televisión digital por parte de las empresas de Costa Rica

Empresa	Conocimientos teóricos en televisión digital (%)	Conocimiento de métodos de entrega televisiva (%)	Necesidad de conocimiento técnico en redes informáticas y servidores (%)	Utilidad de la fundamentación teórico de radio y televisión digital (%)
Teletica CH 7	75	50	50	50
Repretel CH 6	50	50	40	60
Sinart CH 13	50	5	100	100
Enlace CH 23	60	40	30	100
Extra TV CH 42	20	10	100	100

Fuente: elaboración propia

En el Fuente: Elaboración propia se demuestra que canal 7 considera que un 75% de su personal cuenta con buenas bases teórico técnicas dado que las contrataciones requieren un título de técnico en electrónica o en telecomunicaciones como mínimo, además cuentan semestralmente con una serie de actualizaciones de conocimientos en temas de tecnología; en segunda instancia Repretel coloca dicho nivel en un 50% pues los ingenieros dominan el tema, sin embargo, los técnicos necesitan dominar únicamente el producto y centrarse en el funcionamiento del equipo, en esta televisora se actualizan pausadamente los conocimientos, por igual, también se solicita un nivel técnico al contratar el personal, pero son menos selectivos en relación con las bases teóricas; en Sinart se define un 50%; destacando que, el principal problema corresponde a la rotación del personal dentro de la televisora.

Gráfico 1. Nivel de conocimientos teóricos



Fuente: Elaboración propia

Enlace Canal 23 indica la carencia de mano de obra especializada en el campo y destaca que el técnico es multifacético y los conocimientos deben ser muy amplios por lo que definen que un 60% es el nivel de conocimiento teórico técnico de sus empleados y en última instancia radica Grupo Extra Canal 42 que proyecta un nivel muy bajo de conocimientos ligado al 20% por motivos de falta de apoyo técnico metodológico a nivel país en el área de telecomunicaciones con especialidad en radio y televisión digital.

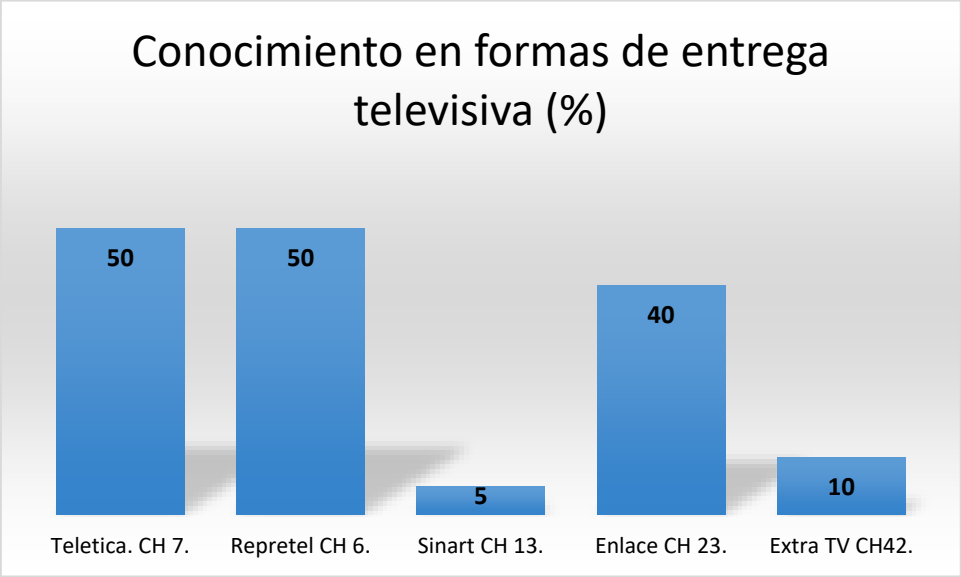
Se destaca también que el área de televisión digital abierta ISDB-Tb, alta definición y video analógico ya se domina y conoce por parte de los ingenieros entrevistados pues desde el año 2010 se inició a nivel país con los cambios en dicho tema, sin embargo, se dice por parte de los informantes clave que es necesario actualizar los conocimientos y certificaciones al menos cada dos años.

La segunda pregunta plantea lo siguiente: ¿Se conoce la diferencia entre los distintos métodos de entrega televisiva por parte de su personal a cargo ISDB-Tb, IPTV, CATV, OTT, LTE, DTH, HbbTV y WebTV, en cuáles formas de entrega de las mencionadas se necesita más información?

Para esta consulta todos los ingenieros coinciden en que se domina la televisión digital abierta TDT y la televisión por cable CATV, pero como se muestra en el Fuente: Elaboración propia, los porcentajes indicados son 10% por parte de Grupo Extra, 40%

por parte de Repretel, apenas el 5% por parte de Sinart, mientras que en las dos principales televisoras del país se indicó un 50% pues la pregunta es abierta a todo el tema de televisión digital y genera porcentajes bajos, en la misma se habla de todas las formas de entrega y en este caso las empresas entrevistadas son especializadas en CATV e ISDB-Tb, pero con miras a ampliar sus plataformas a las otras áreas, por lo que apenas si conocen o inician con el conocimiento en las distintas formas; un ejemplo de este caso es Enlace Canal 23 que vende contenidos de producción propia por medio de plataformas de video en demanda y no conocen bien de la estructura de una red de almacenamiento NAS, simplemente saben su funcionamiento y necesitan reforzar este punto de vista.

Gráfico 2. Nivel de conocimientos en formas de entrega televisiva



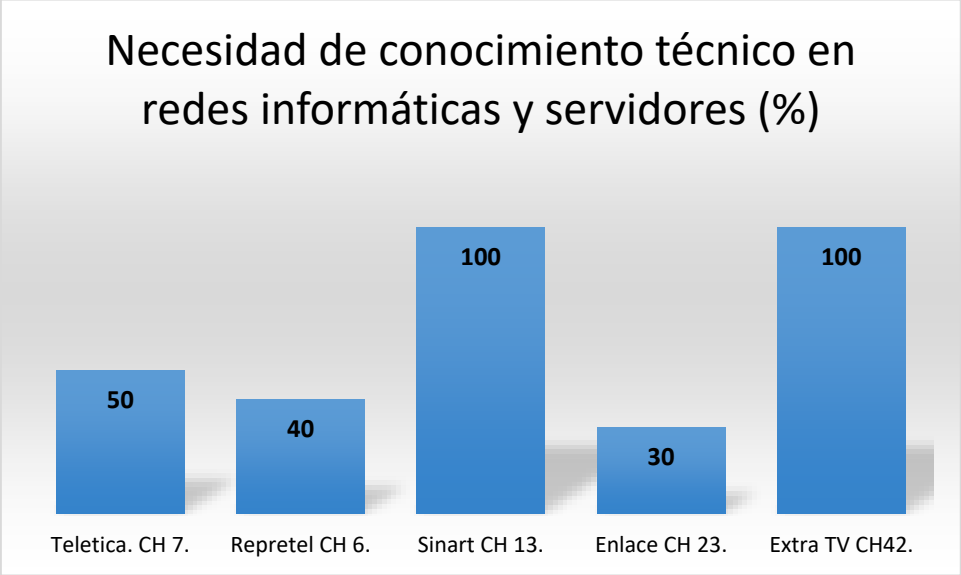
Fuente: Elaboración propia

En pocas palabras se necesita contar con una visión más amplia de la televisión y sus negocios pues la televisión digital no llega a opacar a las empresas de producción nacional, sino más bien a reforzar y aumentar sus potenciales como medio de comunicación masivo. En las entrevistas se destaca la necesidad inmediata de ampliar principalmente los conocimientos en las áreas de video streaming, receptores OTT y video en demanda.

La tercera pregunta de este tema dice: ¿Será necesario reforzar teóricamente los temas de redes informáticas, servidores de video y audio, Linux, IPV6, protocolos de comunicación digital 3D, 4K y HD, sistemas de producción Live IP, interoperabilidad y comunicaciones digitales en su empresa?

La respuesta fue afirmativa porque canal 42 y Sinart necesitan al 100% reforzar sus estrategias en esta etapa de las telecomunicaciones; mientras que Enlace define que solamente un 30% de su personal lo necesita; Teletica, un 50% y Repretel, un 40% pues los técnicos de informática son quienes apoyan estos procesos de comunicación digital como se demuestra en el Fuente: Elaboración propia como se planteó un espacio de consulta para esta pregunta, los ingenieros definen que en un futuro todos los equipos de televisión serán controlados por medio de redes informáticas y las señales de audio y video serán procesadas al 100% en forma digital por lo que el aprendizaje en temas de servidores y redes de audio y video digital tales como IPv6, sistemas de alta definición y 4K, conocimiento en comunicaciones mediante fibra óptica y otros serán la base de conocimiento obligatoria para todos.

Gráfico 3. Nivel de necesidad de conocimiento en redes informáticas

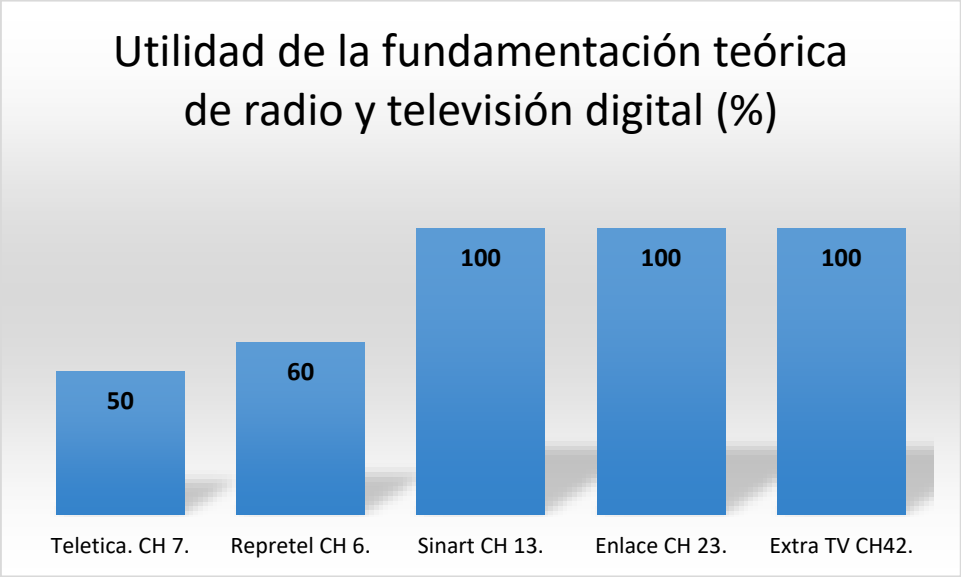


Fuente: Elaboración propia

En la pregunta cuatro se consulta: ¿De qué manera actualizan los conocimientos teóricos, técnicos y prácticos en edición, producción y telecomunicaciones sus empleados?, les sería útil un manual de apoyo de radio y televisión digital acorde a las realidades actuales. ¿Cómo aplicará el mismo?

En el Fuente: Elaboración propia, se detalla que para Teletica la aplicación de la referencia teórica apenas será de un 50% y para Repretel de un 60%; mientras tanto en Sinart, Extra TV y Enlace la aplicación será de un 100%; la fundamentación teórica del presente trabajo se basó en las necesidades planteadas por parte de las empresas clave pues son el ejemplo a seguir por las demás compañías en vista del camino y la experiencia en el mercado nacional.

Gráfico 4. Utilidad de la fundamentación teórica de radio y televisión digital



Fuente: Elaboración propia

Algunas observaciones importantes por parte de Teletica son: un manual de referencia teórica es muy cerrado y no será aprovechado por los técnicos para lo que recomiendan charlas, seminarios y una plataforma Wiki informativa que se actualice constantemente para la referencia técnica pues de otra manera el técnico pierde interés en la lectura, aprendizaje y no obtendrá ningún provecho del mismo; en canal 6 se aprovechará al 100%, se explica que el manual necesitara de una constante actualización mínimo de una vez al año y que será de mucho provecho para referencia del personal de planta, pero principalmente para las nuevas contrataciones de ingenierías sin dejar de lado la importancia actual de fomentar los conocimientos en redes informáticas.

Extra Tv indica que un manual servirá para unificar conocimientos y fomentar así la comunicación y apoyo de todos los colegas de radio y TV; mientras que Sinart y Enlace opinan que con este manual se ampliarán los conocimientos y se marcará una visión más amplia para dar seguimiento a las tendencias del mercado, aplicando al plan de desarrollo de la televisora para el 2020 como proyecto interno empresarial de gobierno.

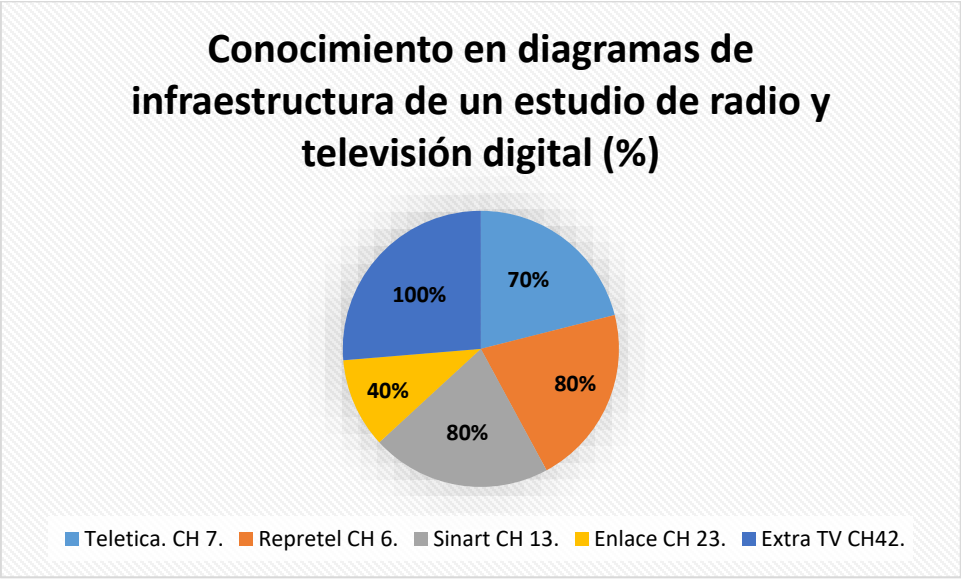
3.8.1.2. Conocimientos en equipo de telecomunicaciones y producción de radio y televisión digital

Con tres preguntas se define la realidad actual del mercado en temas de equipamiento de central técnica, producción, edición, redes, transmisión, recepción y monitoreo de señales y contenidos televisivos, la primera pregunta indica:

¿Conocen bien los técnicos de producción y edición los diagramas de bloques actuales de conexión de equipos de un set de televisión en temas de audio, video y grafismo? Considerando las consolas de sonido, consolas de video, multiplexación de señal, manejo de cámaras, interconexión de cámaras y sistemas IFB.

Ante la cual canal 23 es quien define que solamente cuenta con un 40% del dominio del tema, canal 7, 13 y 6 reportan un 80% del dominio del tema en sus técnicos y Extra TV sí detalla que su fuerte es la producción nacional por lo que dominan al 100% esta área todos sus empleados técnicos, como se demuestra en el Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 5. Conocimiento en infraestructura de equipos de estudio y producción



Fuente: Elaboración propia

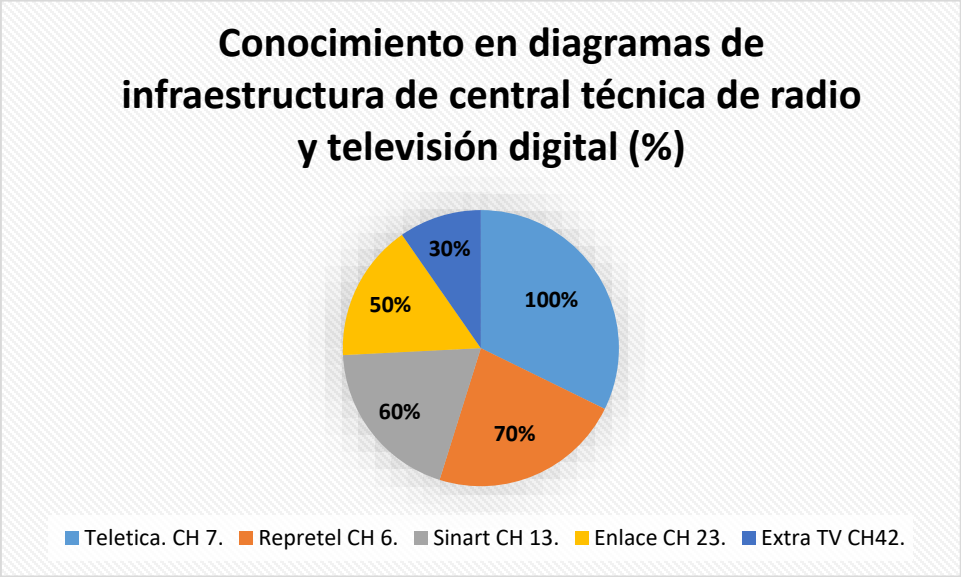
En relación inmediata se denota que los técnicos manejan los diagramas en bloques, conceptos generales y conocimientos base para las distintas áreas de un

estudio de televisión pues existen bastantes catálogos de interconexión de equipos y otras fuentes, pero con la inserción de los set virtuales, los tricaster y los equipos HD se renuevan e incorporan muchas nuevas tendencias por lo que se requiere de un diagrama de conexiones generales digital para referencia algunos ejemplos de cambios importantes son: la interconexión de los equipos que ya no serán triaxiales, sino que serán conectores mini BNC, RJ45 Ethernet y Fibra Óptica para lo que se necesitará una organización por planos del cableado estructurado de la central técnica, las cámaras de estudio HD pasarán a ser robotizadas, todos los procesos y controles de equipo serán en alta definición, la iluminación cambiará a luz fría controlada LED y más detalles relevantes que implican en la necesidad de la actualización y aplicación de los diagramas en bloques generales de estas etapas.

En cuanto a la segunda pregunta de este tema: ¿Conocen bien los técnicos de transmisión los diagramas de bloques actuales de interconexión de los equipos de la central técnica en temas de audio, video y datos? Conexión y funcionamiento de codificadores, enrutadores, switchers, fibra óptica, cableado estructurado, moduladores, equipo de Microonda, etc.

La respuesta es afirmativa para canal 7 con un dominio al 100% de los mismos, para canal 6 existe una referencia de un 70%; para canal 13, un 60 %; para Enlace, un 50% y para grupo extra, un 30%, demostrándose en el Fuente: Elaboración propia, las televisoras más grandes que cuentan con mayor inversión en equipamiento digital ya dominan el área y las que aún tienen equipos analógicos, les falta mejorar su nivel de conocimiento en infraestructura digital y equipamiento innovador de comunicaciones para lo que se recomienda basarse en Repretel y Teletica con el fin de lograr que las inversiones se planteen y realicen de la mejor manera a corto plazo; para apoyar a los técnicos se define la gran necesidad de los diagramas de conexión en bloques de los nuevos equipos y sistemas de central técnica basados en la referencia teórica donde se explica a fondo el funcionamiento y aplicación de los servidores de video, las infraestructuras de almacenamiento y procesamiento de video digital, las redes y otros temas más de control por IP.

Gráfico 6. Conocimiento en infraestructura de central técnica



Fuente: Elaboración propia

La tercera pregunta es dirigida al técnico o ingeniero de transmisión, se consulta acerca de las redes inalámbricas de transmisión de televisión digital y radio frecuencia SFN y MFN: ¿Se conocen los equipos y los diagramas de interconexión de transmisión, las características, funcionamiento de repetidoras, antenas, torres, simulación y medición de campo y otros puntos más por parte de los técnicos e ingenieros del área?

A lo que Repretel responde que su visión es de un 70% pues falta potencializar las funciones de los equipos multiplexores ISDB-Tb; canal 7 domina al 100% dicha área y destacan la falta de apoyo de parte del Estado para potencializar el estándar ISDB-Tb; en este caso específico se aprendió a utilizar los equipos al 100% porque la fábrica alemana a quien le compraron sus transmisores, les capacitó y certificó al momento de su compra; canal 42 indica 100% del dominio en esta área pues continúan todavía con sus transmisiones analógicas; Sinart cuenta con la misma condición de canal 7 aparte de las capacitaciones en Japón y las destacar de las donaciones de equipo de transmisión digital por parte del gobierno de Japón y el último caso es

Enlace, que expresa un 80% del dominio del equipo ya que se está potencializando su uso paulatinamente para su correcta comprobación y aprovechamiento.

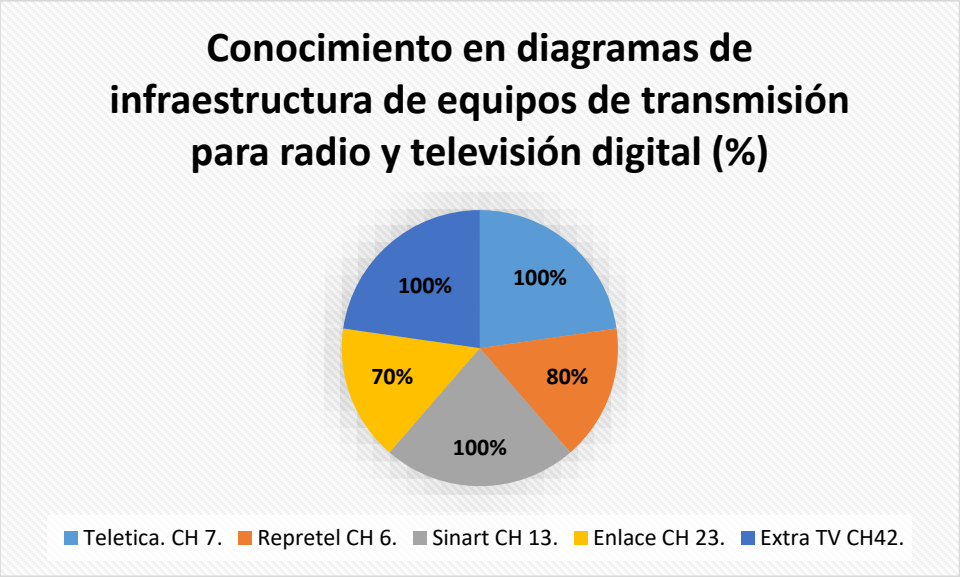
Después de estas consultas se define que existe una necesidad de crear una serie de diagramas en bloques de las distintas áreas de televisión digital para apoyar los procesos de estructuración técnica de una televisora; se detalla que gracias al apoyo y las distintas visitas a las centrales técnicas se conoce al 100% la realidad de equipamiento con que cuentan las cinco principales televisoras del país. En el Fuente: Elaboración propiase detallan los porcentajes del nivel de conocimiento técnico y la necesidad de un diagrama en bloques general para el área de transmisión ISDB-Tb, mismo que se apoya en las distintas opiniones técnicas no sin dejar de lado la Fuente: elaboración propia, de donde nacen los gráficos, para la tabulación de resultados de las entrevistas planteados en la llamada “Conocimiento de infraestructura de los distintos departamentos de radio y televisión digital”.

Tabla 3. Conocimiento de la infraestructura de radio y televisión digital

Conocimiento de infraestructura de radio y televisión digital			
Empresa	**Conocimiento en diagramas de infraestructura de un estudio de radio y televisión digital (%)**	**Conocimiento en diagramas de infraestructura de central técnica de radio y televisión digital (%)**	**Conocimiento en diagramas de infraestructura de equipos de transmisión para radio y televisión digital (%)**
Teletica CH 7	80	100	100
Repretel CH 6	80	70	70
Sinart CH 13	80	60	100
Enlace CH 23	40	50	70
Extra TV CH42	100	30	100

Fuente: elaboración propia

Gráfico 7. Conocimiento en infraestructura de transmisión



Fuente: Elaboración propia

3.8.1.3. Descripción de un procedimiento a seguir por parte de las empresas en temas de actualización y equipamiento de telecomunicaciones

En relación con este tema se detalla que todos los equipos analógicos deben desaparecer del mercado, se recomienda iniciar con el cambio de monitores analógicos por monitores de alta definición, la incorporación de cámaras de alta definición en el estudio que sustituyan las actuales SD, el cambio de cables multi filares por cables triaxiales HD y en el mejor de los casos, por cables híbridos de fibra óptica con sus controles de cámara, seguidamente se recomienda cambiar la iluminación de los estudios de grabación por luz LED fría controlada, realizar pausadamente la mejora de los set de Televisión con cicloramas y la incorporación de equipos tricaster HD para la virtualización de la programación o los cambios decididos por parte de ingeniería; logrando así eliminar o actualizar muchos equipos viejos como cámaras, luces de alto consumo energético y más; aunque también a estos equipos análogos se le pueden agregar escaladores de imagen, adaptadores de video, convertidores de formatos y otros que optimizan su funcionamiento en armonía con los equipos digitales.

El siguiente paso de transición corresponde a la incorporación de los servidores de video para el almacenamiento de información digital ordenada en videoteca para eliminar cualquier casete o cita magnética y lograr así un nuevo espacio físico para el desarrollo de planta física y extensión de la central técnica; se plantea también la digitalización de los enlaces de microonda para controlar los sistemas de transmisión a distancia y lograr enviar paquetes de video y audio digital HD hacia las repetidoras de señal como primer paso en transmisión, no sin dejar de lado, que es necesario la asignación de una frecuencia de video digital para realizar la inversión de compra de equipo de transmisión del estándar ISDB-Tb, cuando el gobierno asigne las frecuencias, el primer paso a seguir será la compra de codificadores, multiplexores, excitadores, amplificadores, paneles UHF y otros equipos de planta necesarios para la televisión digital. El equipo de medición de campo y de central técnica también será renovado pues será necesario incorporar analizadores de campo multi-formato y equipo de monitoreo de señales HD.

En central técnica se procede a incorporar servidores de emisión, servidores de playout para enlatados, servidores multimedia Ginga o HTML, servidores de almacenamiento de video CCTV y equipos de almacenamiento SAN y NAS para los productos finales digitales de la televisora, al incorporar estos sistemas informáticos será urgente el cambio de los equipos de sincronismo analógico NTSC hacia digitales WordClok MasterClock trilevel con GPS en conjunto a las tarjetas embebedoras y al Router de video que necesitará más entradas y salidas HD-SDI, RJ-45 y Fibra Óptica (Router híbridos), se mejorará el cableado estructurado paso a paso mediante la creación y aplicación de planos, se moverá la mesa de control master hacia una zona más amplia en conjunto al paquete de monitores, se moverá el sistema PlayOut, se iniciará con el cableado del nuevo router, se incorporarán poco a poco cada una de las tarjetas nuevas de control, sistemas embebidos, las tarjetas sincronizadoras, hasta concluir con el traspaso de todos los equipos a un nuevo espacio físico que dejó la videoteca.

Como siguiente paso y una vez que control maestro se encuentra bien ubicado, se inicia con el paso de los distintos servidores uno por uno ya que se trata de un

procedimiento simple, siempre considerando que las instalaciones eléctricas de planta física son las correctas y desarrollando todo el procedimiento en horarios que van de 12 media noche a 5 de la mañana (horario de enlatados) para evitar cualquier error de transmisión, como se definió en el título, este procedimiento sirve para cualquier empresa de radio y televisión que digitalice sus equipos de central técnica; un aporte muy importante es que para incorporar algún equipo nuevo de trabajo, se solicita a la empresa proveedora un periodo de prueba para su posterior compra y capacitación.

3.8.1.4. Manual de recomendaciones técnicas para la actualización del equipo de radio y televisión digital

En esta etapa se determinan las principales limitantes y debilidades encontradas en las empresas correspondientes a la mejora de la infraestructura de las televisoras, el avance tecnológico de las grandes empresas en comparación a empresas de menor nivel económico productivo para definir ejemplos de apoyo y referencia, se generan muchas recomendaciones de pasos a seguir y marcas para crear un manual de apoyo técnico que sirve para actualizar las centrales de telecomunicaciones de las televisoras del país, también se conocieron las nuevas tendencias en audio y video broadcast, sistemas de interconexión IP y otros temas más. A continuación, la primera consulta realizada.

¿Qué se conoce acerca de las nuevas tendencias de radio y televisión digital y qué rumbo lleva esta televisora en temas de producción, edición, recepción y transmisión de señales digitales para el usuario final y demás?

Ante lo cual se define que es necesaria la incorporación de las redes sociales, el set de televisión será virtual con Tricaster HD, se requiere necesario llegar de todas las formas posibles al usuario final, que todo equipo debe digitalizarse y pasar de analógico hacia HD y de ser posible con grabación de 4K, que todo el procesamiento y control de la señal deberá ser por IP y se debe realizar un proceso paso a paso pues la inversión es muy grande, pero necesaria para competir.

La segunda pregunta se basa en temas de operación, funcionamiento e interconexión de los distintos equipos para la radio y la televisión digital.

¿Con cuáles equipos cuenta actualmente esta compañía, especulando en sistemas IP, servidores de video y audio y otros más de comunicación digital?

Se demuestra que Sinart cuenta con equipos de almacenamiento marca QNAP, servidores de video OMNEON, Servidores de procesamiento de video PlayOut marca R&S modelo Venice donde todos son monitoreados mediante software IP a distancia, en cuanto se observa en ENLACE canal 23 marcas tales como DELL, CISCO, SONY y HP para los sistemas NAS con sistemas de almacenamiento óptico ODA de Sony y LTO para el sistema de video vigilancia; canal 7 trabaja con routers de video marca Grass Valley y Evertz, cámaras de estudio marca Sony y consolas de audio marca Yamaha, Canal 42 trabaja con equipos de muchas marcas, pero sus servidores más nuevos son marca AXEL y se llaman YouPlay, se mantienen los equipos analógicos en estudio marca JVC y las interconexiones son triaxiales.

Repretel tiene una central técnica con muchas variantes pues se cuenta con el proceso de varios canales por lo que se destaca que hay equipos de toda marca donde destacan los servidores de repeticiones marca ORAD de AVID, equipos de sincronismo, tarjetas embebedoras y escaladoras marca Evertz, equipo de transmisión de microonda marca ELBER y transmisores marca ABE ISDB-tb.

Es importante destacar que únicamente se controlan los equipos mediante protocolos IP, pero aún el procesamiento del audio y el video no se realizan por IP, sigue siendo Triaxial SDI-HD.

La pregunta tres define cuáles son las intenciones de equipamiento a corto, mediano y largo plazo para la televisora; según las proyecciones de los ingenieros informantes clave de las televisoras.

En este punto destacan respuestas de gran relevancia para este proyecto, se indica que los canales analógicos de televisión deben desaparecer a corto plazo, que actualmente se cuenta con routers hibrido análogos y digitales, con una tendencia por procesar y controlar todos los sistemas por IP, todos los set de televisión y transmisiones deben ser en alta definición, los periodistas trabajarán con equipos LiveU de video streaming, las móviles serán en alta definición, la iluminación de los set será fría con paneles LED controlados, además se pretende iniciar con el

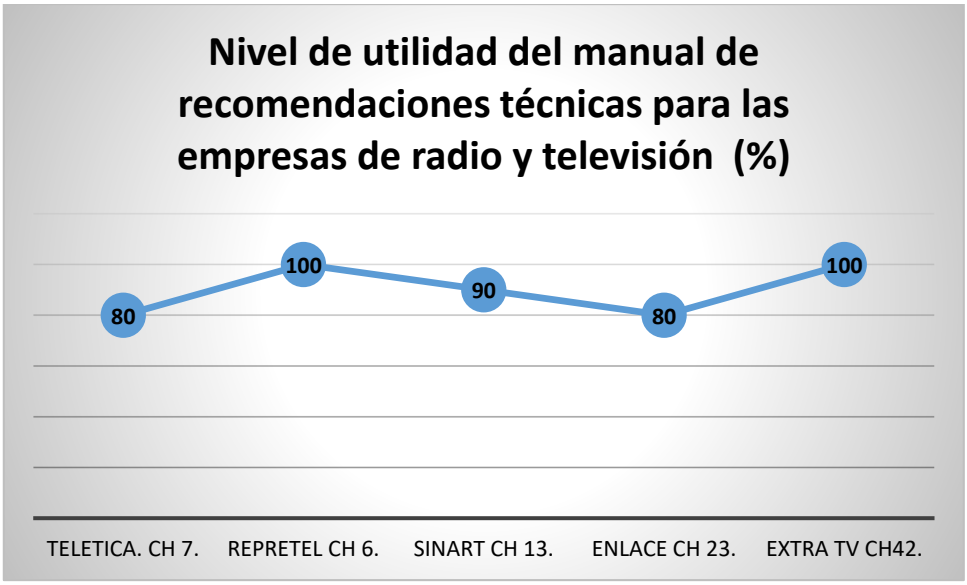
procesamiento de señales mediante H-265, el audio se interconectará mediante redes de fibra óptica o ethernet DANTE, se multiplexará el audio y se cambiarán algunos estudios de televisión a set virtuales, se incorporan totalmente servidores de video para almacenamiento, procesamiento, edición y control de señales, a corto plazo se cambiarán los routers híbridos por router digitales y se procesará toda la información mediante streaming de video, dadas las exigencias del mercado y del consumidor final.

La consulta final en relación con el tema, plantea si será útil crear un manual de recomendaciones técnicas que sirva como referencia para actualizar los equipos de producción, edición, transmisión y recepción de señales televisivas digitales acorde a las realidades actuales; donde cuatro de las cinco televisoras respondieron afirmativamente y Teletica indica que no necesitará de dicho manual pues su aplicación será tomada en cuenta únicamente dependiendo del momento y de la inversión por efectuar por parte de la empresa que dicho sea de paso conlleva muchas variantes tales como las proyecciones de equipamiento, las distintas marcas, las variantes de precio de un mes a otro, las distintas ofertas de la competencia para que se compre un equipo, la disponibilidad de garantía, periodo de prueba para su adquisición y en otros casos que la empresa cuente con redundancia de equipo o sustitución inmediata del mismo en caso de fallas pues no se puede esperar un tiempo para su reparación.

Se demuestra en el Fuente: Elaboración propia, el nivel de utilidad del manual producto final del presente trabajo de investigación, en el mismo canal 7 define una utilidad del 80%; Enlace Canal 23 define por igual un 80%; Sinart, un 90%, mientras que Repretel y Extra Tv lo trabajarán y monitorearán en su avance al 100%. Los puntos que destacan ante estos porcentajes son: su buena fundamentación teórico práctica, la creación de la plataforma en red para su actualización, su aplicación será inmediata para planes de equipamiento y posibles compras por parte de los interesados pues la aplicación es atinente no solo para las grandes empresas, sino que también es para las televisoras locales, empresas de televisión por cable, estaciones de radio, productores streaming e incluso empresas de telecomunicaciones dedicadas a la entrega de servicios triple play y N play como la ESPH, el ICE, Claro, Movistar y Sky y por último se destaca que empresas de gobierno y privadas como MICITT, SUTEL,

CAMTIC, INFOCOM y varias universidades también podrán referenciar de este trabajo pues se cuenta con televisoras como el canal de la UCR, la escuela de producción de la Veritas y más por destacar.

Gráfico 8. Utilidad del manual de recomendaciones técnicas desarrollado



Fuente: Elaboración propia

4.8.2. Observaciones y detalles

El último paso de estas entrevistas fue diseñado para colocar observaciones, comentarios y opiniones de los ingenieros e informantes clave para así plasmar cualquier idea u observación no consultada que pueda generar recomendaciones extras para el correcto desarrollo de esta tesis.

Dentro de los puntos de vista planteados por los informantes clave destaca la necesidad de capacitar a los Departamentos de Telecomunicaciones del Gobierno que tengan relación directa con la toma de decisiones en temas de radio y televisión digital; se determinó que es necesario crear un foro de apoyo a las televisoras guiado por el MICITT o la vicerrectoría de telecomunicaciones para fomentar la televisión del país y escuchar sus debilidades, puntos de vista, opiniones técnicas y limitantes con que se topan las mismas para realizar un trabajo equitativo donde todos ganen y se cumplan objetivos; se destaca la necesidad de fomentar y apoyar la producción nacional y de

paso capacita a los técnicos en temas de iluminación, producción, manejo de cámaras, sonido, edición, transmisión, recepción, redes y control de equipos de comunicaciones mediante la creación de un perfil al que se le podría llamar técnico en radio y televisión digital, se necesita aprender de protocolos de comunicación, procesamiento y control de las señales de audio y video digital actualmente llamados BIG-DATA.

Se destaca que el manual por crear debe enfocarse en modelos, marcas y funcionamiento de las nuevas tendencias del mercado de radio y televisión para su correcta aplicación y referencia técnica, aparte de la necesidad de actualización constante para su funcionamiento, se detalla que OTT es un mercado cubierto y no se fortalecerá por parte de las televisoras del país, sino que se fortalecerán las transmisiones en vivo mediante todos los medios de entrega.

Todos los informantes clave hacen hincapié en las ferias tecnológicas NAB Show, CES Show a las cuales asisten cada año para generar una visión muy amplia en temas de actualización técnica; además se necesita plantear un orden de trabajo para el cambio de los equipos de central técnica y es urgente tratar temas teóricos relacionados con la digitalización del video, la calidad de imagen, las resoluciones streaming y, por último, el procesamiento de la información IP.

3.9. Planteamiento del proyecto

Se creará como proyecto de graduación un “Manual de recomendaciones técnicas para el correcto aprovisionamiento de equipos para la transmisión y recepción de señales de televisión digital aplicable en las centrales técnicas” que servirá como referencia para el cambio de tecnología de televisión analógica a televisión digital con todas sus formas de entrega, considerando la realidad de los distintos proveedores del país, tales como: televisoras públicas y privadas, compañías de telecomunicaciones y proveedores de televisión por cable con el fin de lograr una guía muy puntual para los técnicos, ingenieros y el personal de telecomunicaciones que tenga plena relación con la televisión y la radio.

El manual reflejará la realidad actual en temas de equipamiento de las centrales técnicas de las distintas televisoras, donde se definirá la creación de una serie de diagramas en bloques de las distintas etapas de una productora de contenidos televisivos que servirán para orientar al técnico en temas de equipamiento e interconexión de los sistemas híbridos de audio y video profesional; terminada esta etapa se procederá a realizar un manual de recomendaciones técnicas correspondientes a equipos nuevos de redes de telecomunicaciones y posible aprovisionamiento para los distintos departamentos técnicos y de ingeniería de las empresas de radio y televisión del país, considerando las estrategias actuales que ofrece el mercado para lograr una transmisión y recepción de señales televisivas según las exigencias del usuario final, mencionando equipos, marcas, proveedores, diagramas y sistemas según la realidad plasmada anteriormente, sin dejar de lado todas las recomendaciones y aprendizajes obtenidos de las entrevistas y visitas técnicas efectuadas a las principales empresas del área.

3.10. Cronograma del proyecto

Tabla 4. Cronograma de actividades

Fases del proyecto	***Actividades***	***Plazo*** *(16 semanas del 09 de mayo al 27 de agosto del 2016)*																**Responsable**	**Resultados esperados**
		1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*		
		Mayo 2016.				*Junio 2016*				*Julio 2016*				*Agosto 2016*					
Planificación del proyecto	*Recolección de información*																	*Ronny Ramírez*	*Recolección de información de importancia*
	Análisis idea De proyecto																	*Ronny Ramírez*	*Información analizada*
	Elaboración Plan de trabajo																	*Ronny Ramírez*	*Plan de trabajo listo para desarrollar*
	Revisión plan de trabajo																	*Ronny Ramírez*	*Información procesada*
Estudio del arte de transición de análogo a digital	*Investigación preliminar de mercado*																	*Ronny Ramírez*	*Variables de estudio*
	Entrevistas a informantes clave																	*Ronny Ramírez*	*Análisis de las respuestas*
	Análisis de información																	*Ronny Ramírez*	*Información analizada y digitada*
	Elaboración de informe del tema																	*Ronny Ramírez*	*Informe de avance con el tutor y lector*
Elaboración de productos e insumos de diseño para actualizar los conocimientos básicos técnicos	*Recolección de documentos e información técnica*																	*Ronny Ramírez*	*Estudio de aplicación y desarrollo*
	Apoyo de distintas empresas de TV mediante																	*Ronny Ramírez*	*Visita y desarrollo de documentos*
	Desarrollo y análisis del manual de usuario																	*Ronny Ramírez*	*Creación del manual de usuario*
	Revisión general del manual de usuario																	*Ronny Ramírez*	*Análisis y desarrollo de cada documento con el tutor y lector*

Elaboración de productos e insumos de apoyo para la central técnica	*Recolección de documentos e información técnica*																*Ronny Ramírez*	*Conocimientos generales del tema de gran relevancia*
	Visita técnica a estudios para obtener información y desarrollo de insumo																*Ronny Ramírez*	*Creación de diagramas de flujo e interconexión de equipo*
	Visita técnica a central para obtener información y desarrollo de insumo																*Ronny Ramírez*	*Creación de diagramas de flujo e interconexión de equipo*
	Visita técnica a red MFN para obtener información y desarrollo de insumo																*Ronny Ramírez*	*Creación de diagramas de flujo e interconexión de equipo*
	Desarrollo y análisis del manual de usuario técnico para central																*Ronny Ramírez*	*Creación final del manual técnico de la central*
	Revisión general del manual de usuario																*Ronny Ramírez*	*Información analizada con el tutor y el lector*
Elaboración del manual de recomendaciones técnicas para digitalizar un canal de televisión	*Recolección de documentos e información técnica.*																*Ronny Ramírez*	*Se obtienen los Insumos de diseño para el manual*
	Visita técnica a televisoras para desarrollo del manual de recomendaciones.																*Ronny Ramírez*	*Digitar información entrevistas y fotografías de equipo técnico*
	Generar propuesta de equipamiento técnico en sistema de tv digital																*Ronny Ramírez*	*Propuesta para compra de equipo de televisión digital controlado por IP, redes y fibra óptica*

	Elaboración del manual técnico con recomendaciones para modernizar una televisora																*Ronny Ramírez*	*Entrega de productos a jefaturas, tutor y lector para su evaluación y corrección final*
Presentación de proyecto y ejecución de servicios	*Elaboración de una presentación general de la tesis y revisión general del trabajo*																*Ronny Ramírez*	*Entrega de productos a jefaturas, universidad y a quien corresponda*
	Elaboración de un artículo general del trabajo de investigación																*Ronny Ramírez*	*Entrega de productos a jefaturas universidad y a quien corresponda*
	Conferencia de presentación del trabajo final																*Ronny Ramírez*	*Entrega de productos finales a tutor, lector y encargado carrera y cierre formal del trabajo*

Fuente: Elaboración propia

Capítulo IV: Manual de recomendaciones técnicas

Para trabajar con recomendaciones de mejora y actualizaciones de los equipos de planta de una televisora analógica, digital o híbrida; se requieren muchos puntos de vista importantes anteriormente planteados, tal es el ejemplo de la necesidad de conocer los mejores proveedores de equipo audio visual del país, conocer la realidad actual con que cuentan las principales televisoras en equipo de telecomunicaciones, conocer las intenciones de mejora e inversión a corto, mediano y largo plazo de dichas empresas, también se hace necesario estudiar las tendencias del mercado actual, para lo que se hace mención de las ferias tecnológicas NAB show y CES show del presente año, mismas a las que asistieron los informantes clave anteriormente citados.

Asimismo se destaca la necesidad de las visitas técnicas a las centrales de comunicación para conocer las marcas más utilizadas por los ingenieros para su posterior estudio en temas de innovación tecnológica, un ejemplo claro es la tecnología 4K, donde Sony Broadcast, JVC y Toshiba cuentan con la mayor credibilidad por parte de las 5 principales televisoras; una vez finalizado el estudio de las ofertas, se hace necesario crear varias recomendaciones de equipamiento en consideración del funcionamiento, aplicación, ventajas y desventajas que ofrecen los sistemas para poder apostar a una mejora en el procesamiento, control y creación del producto final por transmitir y por último, es muy importante saber cuál marca es mejor en determinada área y que ofrece para el mercado actual pues, un ejemplo claro es la marca Sony que no desarrolla equipo de microonda o de transmisión en potencia como lo hace ABE o Rohde & Schwarz, o el caso de cámaras de video de estudio donde se recomienda Grass Valley, Sony o JVC, no otras marcas que a nivel del país no cuentan con un buen respaldo de mantenimiento técnico y garantía.

Se inicia en este manual con una serie de diagramas en bloques basados en la realidad actual de las televisoras del país para continuar con una serie de recomendaciones de equipamiento y mejora que podrán ser una guía de trabajo para quien desee utilizar esta investigación en televisión digital.

4.1. Alcances del tema

Costa Rica cuenta con una gran cantidad de empresas de radio y televisión, para ser exacto actualmente son 69 estaciones de televisión abierta, 24 proveedores de internet y televisión por cable, 204 estaciones de FM y 75 estaciones de AM, tres grandes proveedores de telefonía móvil ligados a la televisión OTT y cinco empresas dedicadas a la televisión vía satélite según el departamento del MICITT llamado Control Nacional de Radio[5].

En relación directa con el estudio de MICITT, se aprovecharán los datos y recursos obtenidos para los conseguir los siguientes alcances:

4.1.1. Guía de referencia teórica para ingenieros y técnicos en telecomunicaciones que trabajen o requieran ampliar sus conocimientos en temas de televisión digital y las distintas plataformas de entrega del servicio.

4.1.2. Manual de referencia para el servicio técnico en relación con la infraestructura de los distintos departamentos de un canal de televisión digital que servirá para estandarizar los procesos internos de trabajo para facilitar la detección de fallas y ubicación de equipos en el área laboral.

4.1.3. Manual de recomendaciones técnicas para la actualización de equipo de transmisión y recepción de señal de radio y televisión digital para el encendido digital del espectro radioeléctrico.

4.2. Limitantes del tema

Ante los distintos proyectos de ley correspondientes a la digitalización del espectro, las empresas públicas y privadas se han propuesto el reto de implementar el cambio de televisión analógica a televisión digital, considerando que la competencia lo exige y también el usuario final por ser quien solicita los servicios televisivos, así se

[5] Información suministrada por el departamento de Control Nacional de Radio de Costa Rica

demuestra que el cambio es radical y urgente, cabe destacar que existan muchas limitantes para el correcto desarrollo e implementación del tema:

4.2.1. Falta de proveedores nacionales de los equipos especializados de radio y televisión digital que colaboren de distintas formas al desarrollo del manual de recomendaciones técnicas.

4.2.2. Bajo nivel de conocimientos técnicos por parte del personal a cargo de una central técnica en relación con: operación, funcionamiento e interconexión de los distintos equipos de procesamiento de señales de audio y video profesional.

4.2.3. Falta de presupuesto por parte de las empresas para la innovación motivado por la falta de conocimiento del tema por parte del personal administrativo de las distintas empresas públicas y privadas.

4.2.4. Existe una gran necesidad de capacitación del personal técnico y no técnico en temas de televisión digital, considerando sus ventajas y características principales para obtener el máximo provecho de los formatos de video 4K y demás.

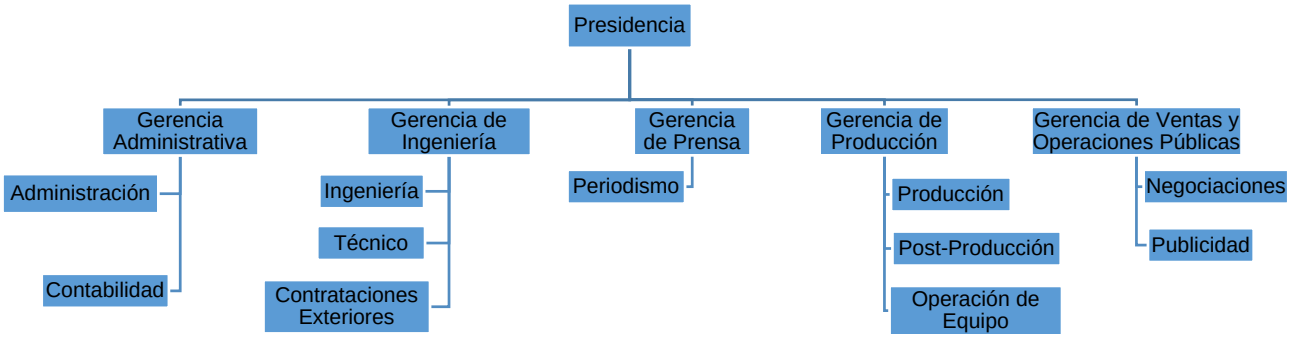
4.2.5. Mucha confidencialidad por parte de las empresas con respecto a la información técnica o infraestructura utilizada dadas las políticas internas de las autoridades superiores, de no facilitar información a personal externo a la compañía.

4.3. Organigrama empresarial de una televisora

Un canal de televisión cuenta con una estructura básica por departamentos, la gerencia de administración contiene el Departamento de Contabilidad y Recursos Humanos, la gerencia de Ingeniería se encarga de todo lo relacionado con las señales y equipos de transmisión y contiene el mando de los técnicos electrónicos, de telecomunicaciones e informáticos, mas las contratas exteriores al canal, la gerencia ventas y operaciones públicas tiene a su cargo los Departamentos de Publicidad y Negociaciones con todo tipo de empresas, la gerencia de prensa conlleva periodistas y transporte, mientras que la gerencia de producción tiene el Departamento de Post-

producción con la edición, la videoteca y los técnicos operadores de cámaras y de equipo. En el Fuente: Elaboración propia, se detalla un organigrama empresarial básico de una televisora de producción en vivo.

Diagrama 17. Organigrama empresarial de una televisora



Fuente: Elaboración propia

4.4. Identificación de la infraestructura actual

5.4.1. Diagrama en bloques de una emisora de televisión

En el Fuente: Elaboración propia, se detalla la estructura básica de una estación de televisión híbrida que cuenta con equipos analógicos y digitales interconectados, la etapa de central técnica recibe señales satelitales, Streaming, abiertas y demás con el fin de centralizar y controlar toda la información general; en ella se encuentra el equipo central de una televisora correspondiente al router de video, muchos equipos codificadores, multiplexores, decodificadores, equipos de medición y monitoreo de señales de audio y video broadcast; se denota también un Departamento de Edición y entrada de contenidos, el Departamento de Grafismo para la creación de logos y textos, los estudios de grabación dígase HD o SD, el Departamento de Control maestro, la etapa de transmisión de central técnica, los servidores de filmoteca, CCTV

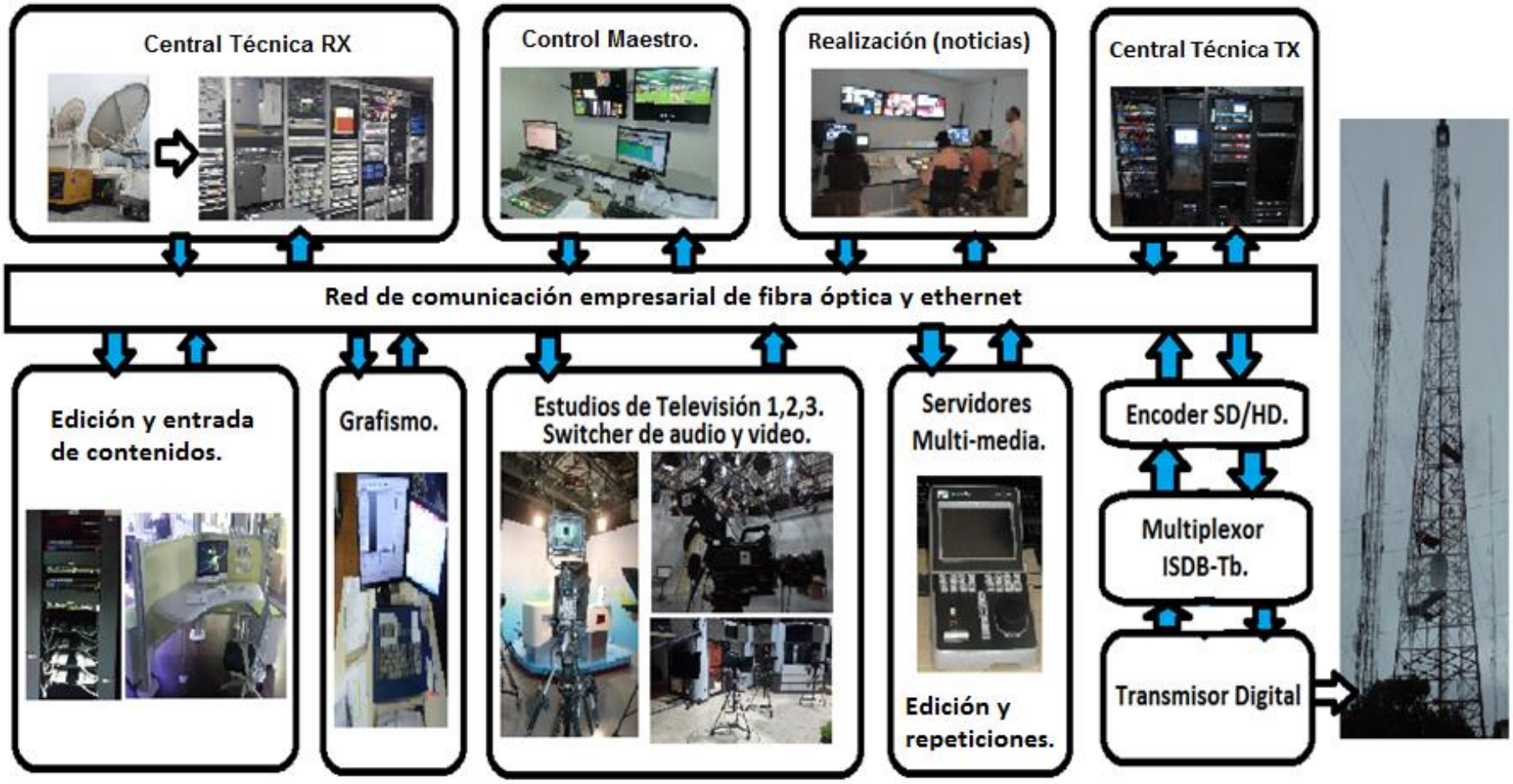
y PlayOut y también la etapa de realización que es donde se genera el producto final por transmitir.

Antes de iniciar con las etapas de transmisión, se denota la interconexión de red para el control y procesamiento de la señal mediante fibra óptica y cables UTP categoría 6 que aseguran velocidades de comunicación de 1 Gbps o más pues se necesita que cada departamento interactúe entre sí de la manera más eficiente posible.

En temas de transmisión como se describió anteriormente aparece el encoder HD, el multiplexor ISDB-tb y el transmisor digital que conlleva los excitadores y los amplificadores de potencia, las guías de onda, las torres y antenas UHF y VHF para coberturas múltiples MFN y otros equipos más.

Si el caso correspondiente a redes de frecuencia única SFN será necesario colocar más transmisores, más emplazamientos físicos, más equipamiento para cada torre y más enlaces de microonda digital para comunicar cada transmisor y repetidor OFDM, la diferencia entre ambos sistemas no es mucha, pero si la inversión final en equipo.

Diagrama 18. Estructura básica de una estación de televisión hibrida



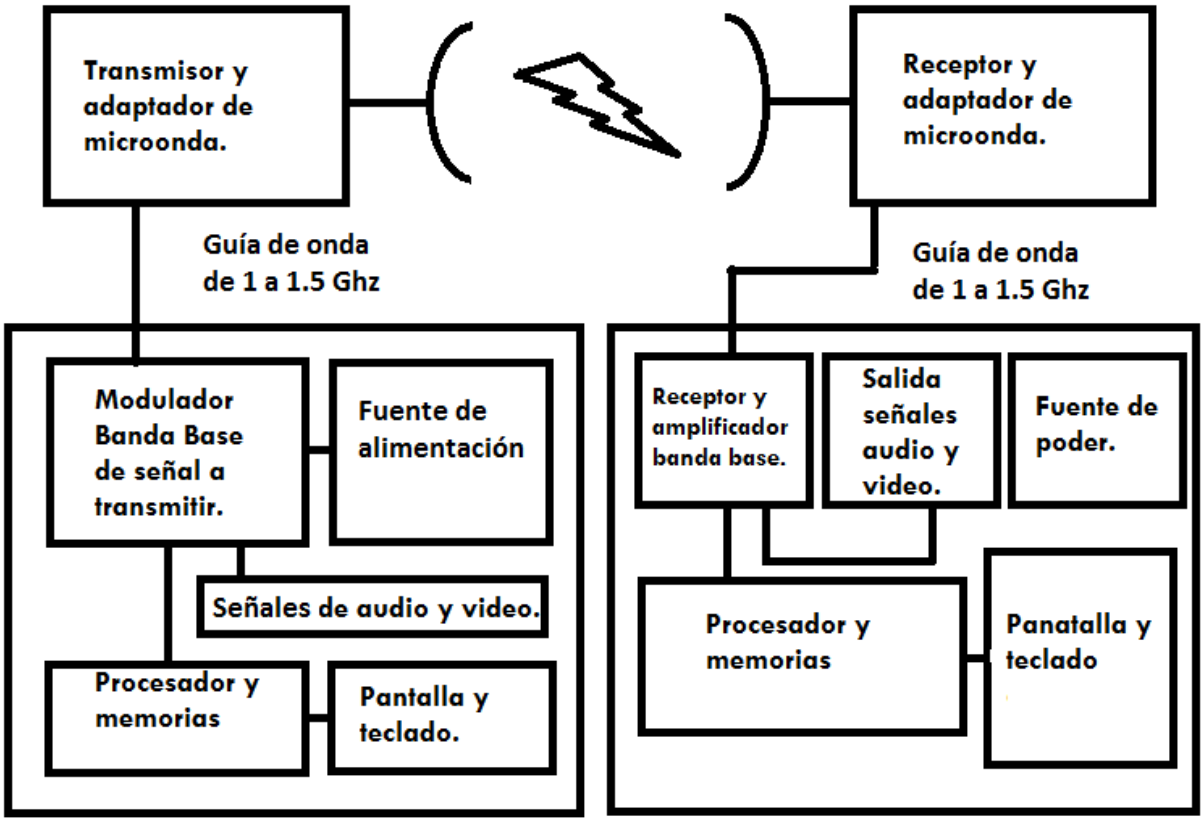
Fuente: Elaboración propia

5.4.2. Diagrama en bloques de un enlace de microondas

La radiocomunicación por microondas analógica o digital, se utilizan principalmente para enlazar radio bases mediante frecuencias muy altas con longitudes de onda muy pequeñas, estos enlaces están diseñados para transmitir audio, video y datos a través de un enlace privado muy seguro. Es sumamente importante saber que su competencia inmediata es la fibra óptica, pero para un enlace de 50 kilómetros de distancia, colocar y dar mantenimiento a las líneas no es tan económico como un radio enlace, se destaca que la principal desventaja radica en un máximo de 2 Gbps de ancho de banda.

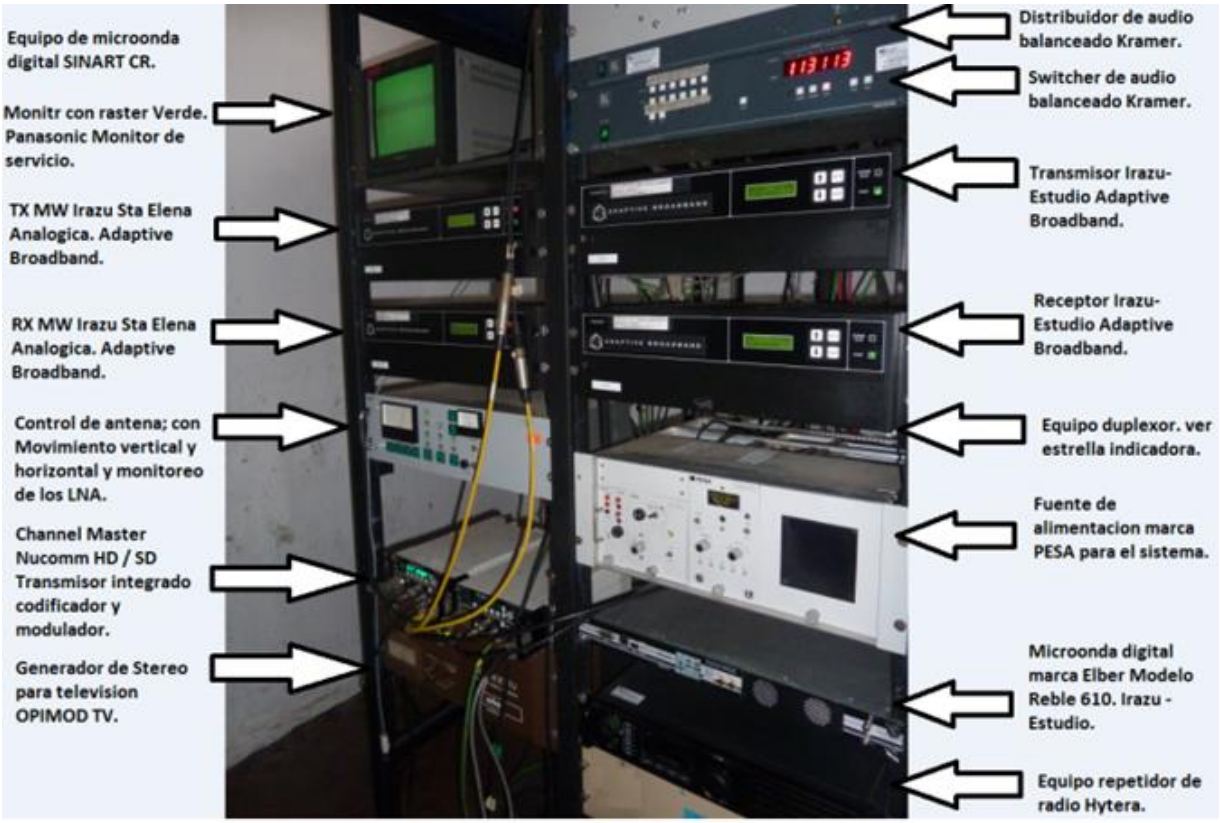
En el Fuente: Elaboración propia, se muestra un esquema en bloques correspondiente a un sistema de microondas analógico de central técnica. El audio y el video que sale de la consola de sonido y de realización, se amplifica, se modula, se codifica y se transmite; mientras que para la recepción de microonda se efectúa el proceso inverso. En la torre de transmisión del Sinart se capturó la imagen descrita en la Fuente: Elaboración propia, Sinart, en ella se detalla un armario con una fuente de alimentación redundante para todos los equipos, se utiliza un equipo duplexor de antena para generar el desfase vertical y horizontal de la señal de microonda con el fin de que un solo equipo parabólico sirva para la transmisión y recepción de señal banda base, se coloca también un equipo transmisor y un equipo receptor de microonda analógicos marca Adaptive, además un equipo para el control y movimiento de antena y un equipo marca Channel Master Numcomm que contiene el codificador, modulador y procesador banda base del enlace principal. Las recomendaciones del cambio a microonda digital se encuantra mas adelante en el apartado correspondiente a recomendaciones de innovacion deinfraestructura técnica.

Diagrama 18. Sistemas de transmisión y recepción de microonda



Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Equipo de transmisión y recepción de microonda



Fuente: Elaboración propia, Sinart

5.4.3. Diagrama en bloques del estudio de Televisión

El Set de televisión es un lugar cerrado y aislado de luces, sonidos y campos magnéticos externos en el cual se pueden colocar equipos audiovisuales de telecomunicaciones tales como; cámaras de televisión, focos de iluminación profesional, micrófonos y audio multicanal u otros más; en fin, se busca la mayor limpieza de luz, imagen y sonido en el ambiente para obtener la calidad broadcast necesaria para producir un contenido televisivo de gran calidad.

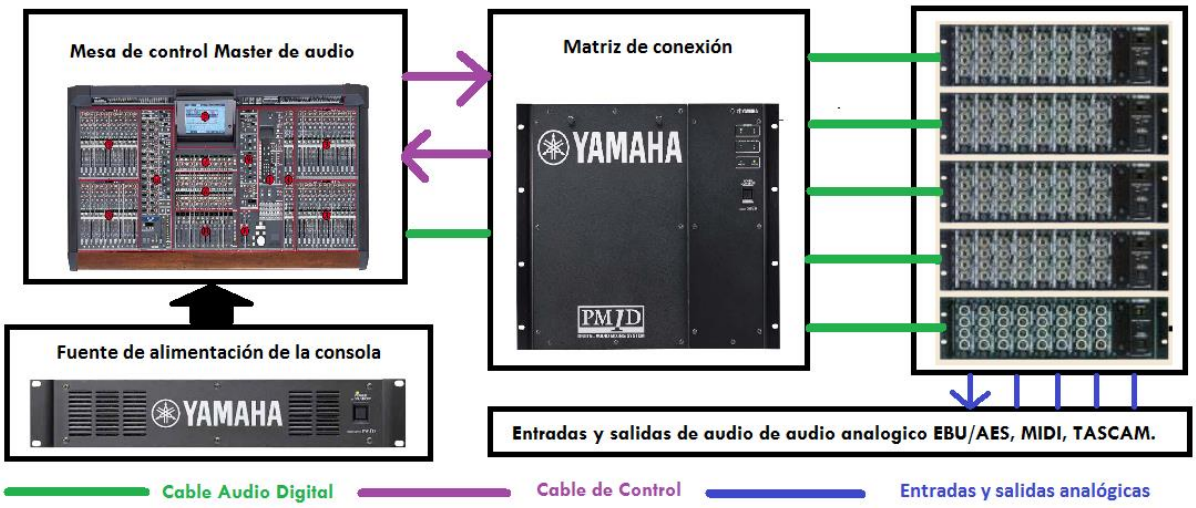
El estudio requiere de un gran espacio controlable vertical y horizontalmente con una excelente conectividad, en el mismo se encontrará, paralelo a su espacio físico principal, un cuarto de control para el sonido, un cuarto de luces y visualización para la sala y un área de producción inmediata; además fuera del equipo audio-visual se cuenta con un área de vestidores, recepción, sector de audiencia, área de

maquillaje y un escenario en general para interactuar; es necesario tener suficiente espacio horizontalmente para realizar tomas de cámara y verticalmente colocar las parrillas de iluminación. Se debe separar acústicamente del mundo exterior con un tratamiento acústico para reducir la reverberación. Técnicamente debe tener donde enchufar el equipo y conectar otros servicios como la redes AC y de internet.

La sala de control de sonido, es una isla de tranquilidad que cuenta con un espacio acústicamente neutral. La mesa de sonido debe colocarse en la posición óptima con respecto a sus altavoces, el producto final puede necesitar una segunda operación que se realizará en post-producción. El sistema de sonido cuenta con muchos canales de entrada de sonido provenientes del estudio que son monitoreados en central técnica; dígase micrófonos y audífonos para los productores, presentadores, técnicos y demás comunicados con los actuales sistemas IFB (interruptible feedback) que puede trabajar mediante comunicaciones inalámbricas FM o WI-FI.

En la mesa de sonido se monitorean y controlan todos los audios, pero el equipo de interconexión física se encuentra en la central técnica, por lo que la función principal del sonidista es monitorear el entorno, sintetizar los sonidos y trabajar en conjunto al productor de televisión según lo que suceda en el momento de transmitir en vivo. Un ejemplo de mesa de sonido es la consola Yamaha interconectada con redes dante de 1 Gbps, micrófonos marca Sennheiser, parlantes tipo monitor y amplificadores marca Pioneer, antenas para micrófonos marca Shure, cables de interconexión y equipos de monitoreo de sonido, etc. En el Fuente: Elaboración propia, se describe la conexión en bloques de un equipo de audio profesional de un estudio de televisión marca Yamaha para la producción del sonido de un set de televisión.

Diagrama 19. Audio profesional de un estudio de Televisión

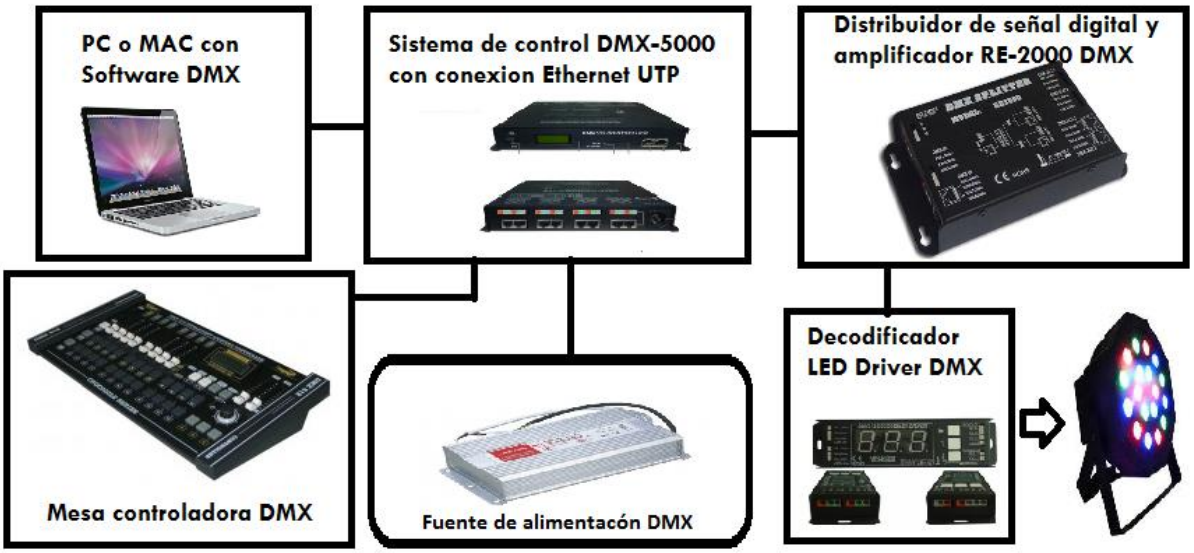


Fuente: Elaboración propia

La segunda sala corresponde a la iluminación y visualización técnica; en la misma se encuentran las mesas controladoras de iluminación DMX, las fuentes de alimentación, los paneles de conexión de cada luz o lámpara y una serie de accesorios de gran importancia tales como: sedas o rejillas, luces de cámaras, los dimmers, las vísceras, los porta filtros, las cajas de distribución eléctrica y actualmente los softwares de monitoreo y el control de luces frías LED para cicloramas y sets.

La segunda función de esta sala actualmente la realiza la central técnica, pero debe cambiar hacia la sala de visualización pues acá se monitorea el producto final de las cámaras del set de televisión ya sean HD, 4K, robóticas o fijas; la sala de iluminación y visualización debe contener monitores monocromáticos y monitores a color para cada una de los cámaras para comprobar el exceso toda interpretación dígase brillo, contraste, encuadre de imagen, etc., lo ideal es centralizar cada una de las cámaras para reducir el trabajo de central técnica, en esta sala llegan los cables triaxiales y de fibra óptica de cada equipo de cámara, por lo que sería correcto ubicar las unidades de control CCU en dicha sala con el fin de observar y mejorar el producto final de producción en vivo. En el Fuente: Elaboración propia, se detalla la interconexión de equipos de iluminación LED con el control DMX para un ciclorama de televisión.

Diagrama 20. Iluminación DMX profesional de un estudio de televisión



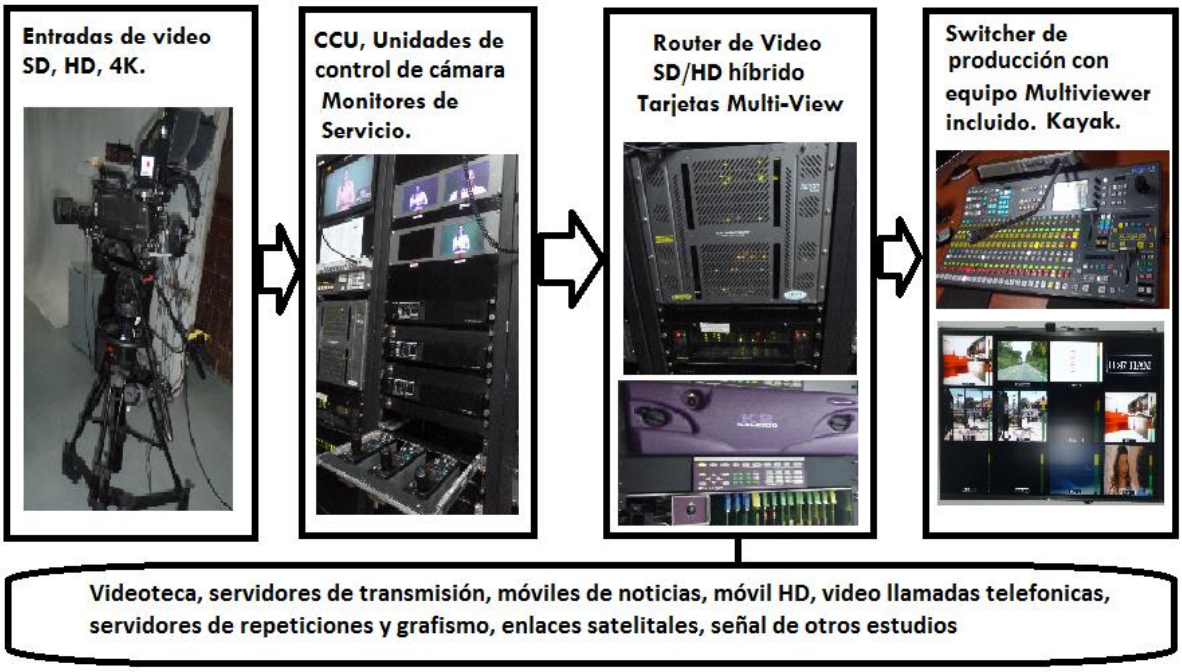
Fuente: Elaboración propia

La tercera sala es la de realización y control maestro, donde se toman los videos del estudio, de los servidores de video, de central técnica y de filmoteca para crear un producto final por monitorear y transmitir según la necesidad inmediata de producción, por ejemplo se solicitará en medio de una producción televisiva el pase de estudio a la móvil 1 que atiende una emergencia y después se transmitirá un video de una noticia relacionada la cual se encuentra en la filmoteca, este trabajo es muy amplio y requiere de múltiples interconexiones de mezcladoras de video y audio, codificadores, decodificadores, equipos de enlace de microonda, servidores multimedia y conexiones de fibra óptica y redes muy veloces con una ancho de banda muy amplio de al menos 10 Gbps, ni que decir cuando es necesario un grafismo, una llamada de voz u otras señales editadas con anterioridad, demuestra que la sala de realización y control master es la más importante en temas de televisión, sin embargo, todos los equipos de telecomunicaciones que centran y controlan la información se encuentran en la central técnica de la cual se hablará más adelante en este proyecto de investigación.

En el Fuente: Elaboración propia, se detalla el proceso de video digital donde se explica que ocurre con la señal de una cámara de video del estudio de televisión, esta señal llega al router de video luego de las unidades de control CCU, después del router se pasa por un equipo multi-visión que trabaja en conjunto a la mesa

controladora de video llamada control maestro para obtener la imagen final de transmisión.

Diagrama 21. Video profesional de un estudio de televisión

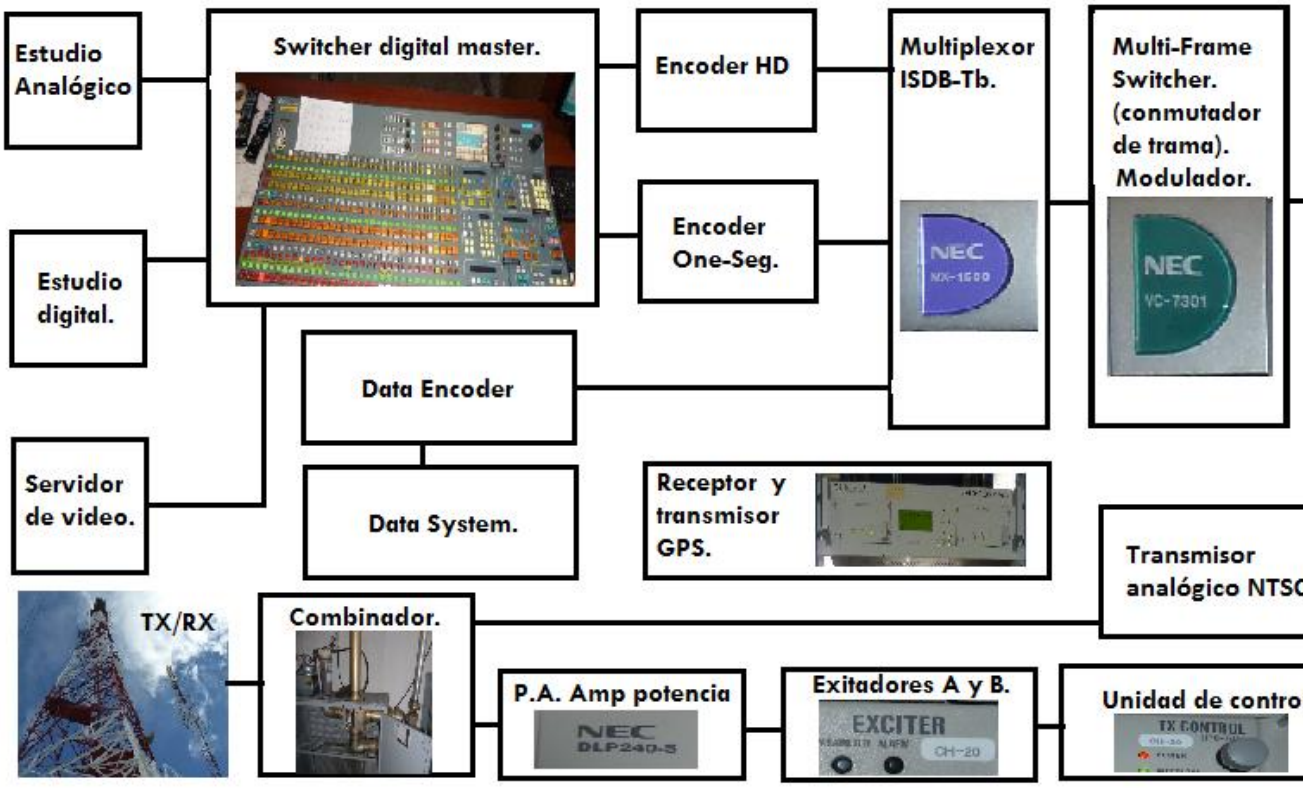


Fuente: Elaboración propia

5.4.4. Diagrama en bloques sistema transmisión ISDB-tb

La transmisión de video digital Broadcast lleva un proceso de migración por etapas pues la idea principal es pasar de un sistema analógico NTSC a un sistema totalmente digital e interactivo organizado bajo el estándar ISDB-Tb sin dejar de trasmitir contenidos televisivos. Actualmente el país cuenta con sistemas totalmente analógicos NTSC, analógicos con transmisión SD digital combinada, analógicos con SD digital independiente, analógicos con SD digital combinada con plataformas One-Seg y actualmente las televisoras que iniciaron estos procesos en el año 2010 van por una etapa de digitalización que conlleva un estudio HD, un servidor de video, enlaces de microonda digital y satélite digital, transmisión One-Seg, analógica NTSC, SD digital y HD digital con miras a cambiar todos sus estudios analógicos a estudios de alta definición como próximo paso.

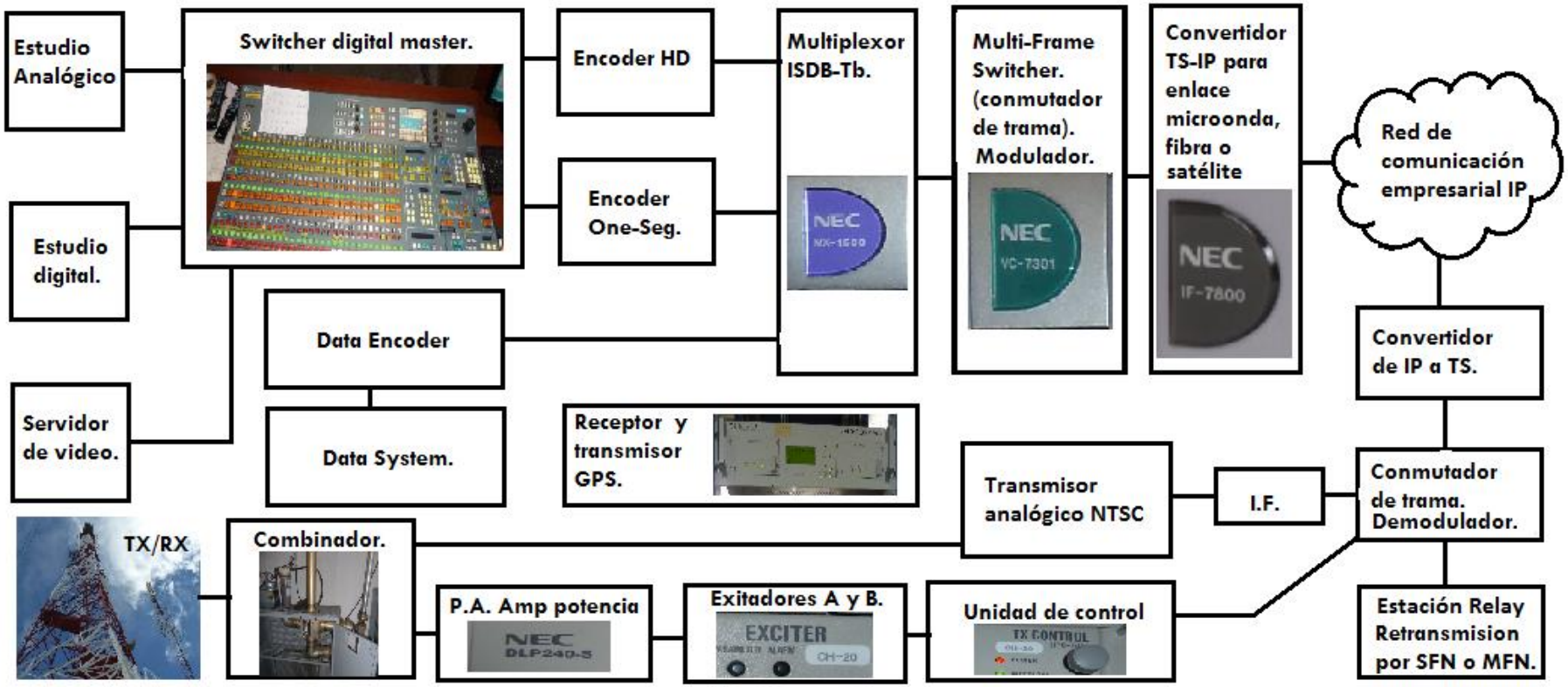
En el



Fuente: Elaboración propia, se detalla la instalación de un sistema DTV que incluye un estudio analógico, un estudio digital, un router híbrido, un servidor de video, un encoder HD, un encoder SD, un encoder One-Seg, un sistema NAS y un encoder de datos a ISDB-tb, todos estos equipos están ligados a un multiplexor ISDB-tb que genera una señal Transport Stream, esta señal será enlazada con el transmisor mediante un equipo de microonda digital, pero antes la señal TS pasa por un equipo conmutador de trama y seguidamente por los convertidores de TS a IP que mediante un enlace básico IP transmiten la información final hacia la estación de potencia del Irazú donde se hallan los siguientes equipos de recepción, repetición y concesión; inicialmente se encuentran los equipos de sincronismo GPS, seguidamente la señal IP es recibida por el enlace de microonda, dicha señal es convertida de IP a TS y se pasa de inmediato a la etapa de potencia donde aparecen la unidad de control, los excitadores de señal, los amplificadores en cascada de potencia y las fuentes

redundantes, no sin antes mencionar que en la torre de transmisión de potencia existen también los equipos de potencia analógicos antiguos que aún trabajan y los enlaces hacia las repetidoras.

Diagrama 22. Sistema de Televisión Digital actual ISDB-tb



Fuente: Elaboración propia

Las tendencias en transmisión indican que es necesario la implementación de redes SFN en sectores que no cuentan con buena cobertura de señal tales como: San Ramón o la Zona Sur de Costa Rica para lo cual se espera el visto bueno y la liberación de frecuencias por parte del gobierno para dichas implementaciones que se describen más adelante dentro de las recomendaciones planteadas. En la Fuente: Elaboración propia, Repretel y Sinart se observan algunas fotografías de transmisores de televisión digital marca NEC, ABE y R&S ubicados en las torres del Irazú cortesía de Repretel y Sinart.

Figura 24. Transmisores de televisión digital

Fuente: Elaboración propia, Repretel y Sinart

5.4.5. Diagrama en bloques de una móvil de televisión

Una móvil de televisión es auto equipado con equipo de telecomunicaciones que puede servir para noticias o para transmisiones de alta definición en vivo, por ejemplo, la móvil HD se utiliza para eventos, conciertos o partidos de futbol, mientras que las móviles de noticieros para cubrir emergencias o noticias del momento. Entre ambas existe una gran diferencia en equipo y precio, pero sigue siendo el mismo principio de funcionamiento.

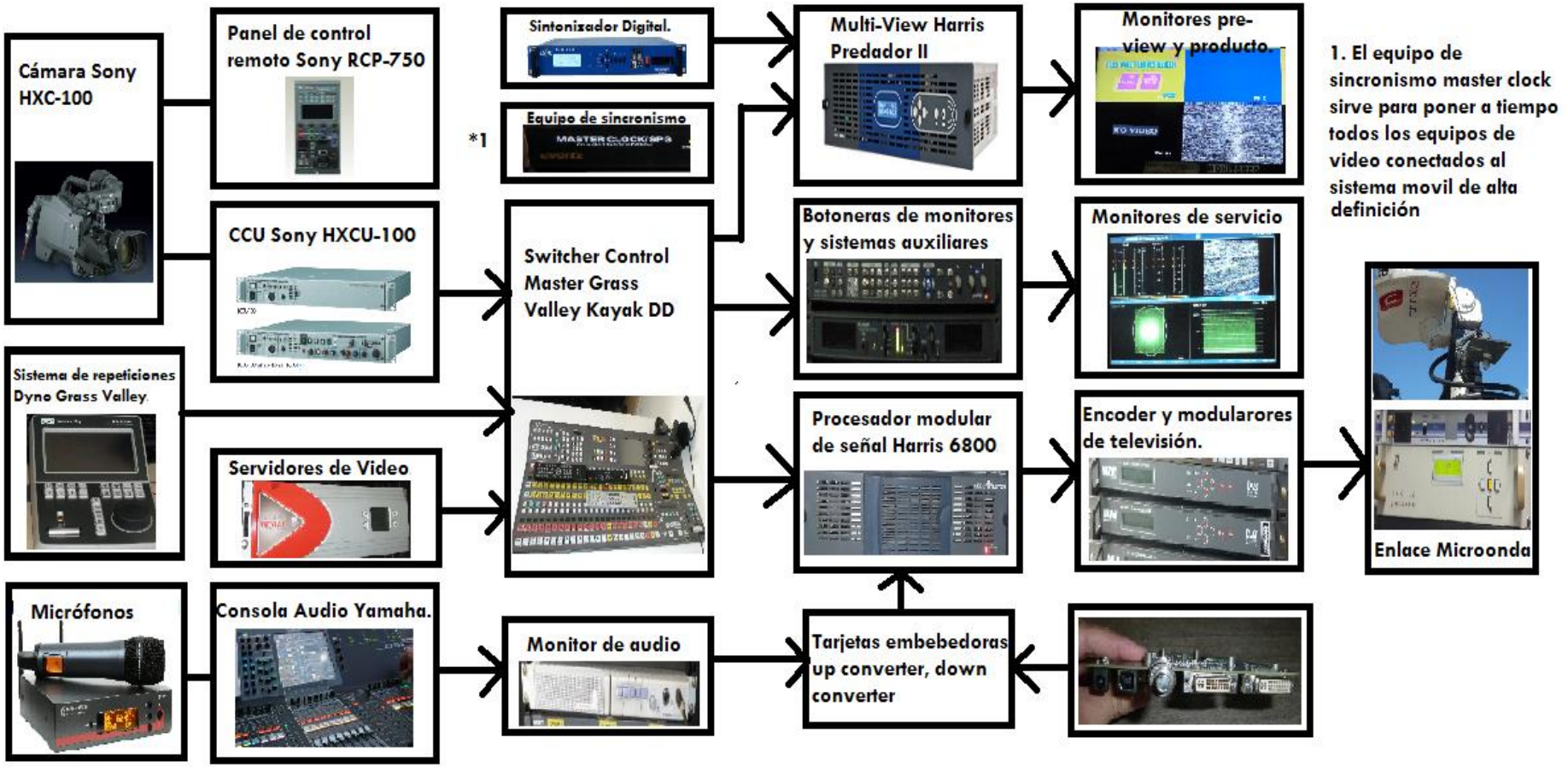
En el Diagrama 24*. Equipo de una móvil de Alta Definición* se detalla la estructura básica de una móvil de televisión de alta definición donde se detalla una estructura que abarca

8 cámaras de entrada con sus controles remoto de rack y portátiles, además se cuenta con un servidor multimedia, un equipo de repeticiones, un sintonizador digital ISDB, un equipo Multi-View para el control master, una consola de control master, las botoneras de video y audio los equipos de monitoreo técnico Videoteck de Harris y los equipos de sincronismo de señal; por parte del audio se necesita una serie de micrófonos de entrada, una mezcladora de sonido y un equipo monitor de audio, las señales de audio y video llegan a los sistemas embebidos y a las tarjetas convertidores de formatos Up Converter, Cown Converter concentrados en un procesador modular de señal cuya salida final será modulada y codificada para transmitirla mediante un enlace de microonda digital, como se ve, es en fin una estación de televisión móvil que a diferencia de las móviles de noticieros, los equipos son totalmente digitales y de alta definición pues las señales actuales recibidas por las móviles pequeñas son señales banda base analógicas y en algunos casos NTSC digital. En la Fuente: Elaboración propia, Repretel y Sinart, se observan algunas fotografías de móviles de televisión cortesía de Repretel y Sinart.

Figura 25. Móviles de televisión digital

Fuente: Elaboración propia, Repretel y Sinart

Diagrama 23. Equipo de una móvil de Alta Definición



Fuente: Elaboración propia

5.4.6. Diagrama de un sistema satelital de cabecera

En una central técnica es necesaria la subida y bajada de señales analógicas y digitales de los satélites de la banda C y de la banda Ku colocados en la órbita geoestacionaria para su posterior procesamiento y difusión, tal es el ejemplo de algunos programas de la cadena Televisa o CNN pagos que son utilizados en noticieros del día para tomar informes de lo que ocurre en el mundo.

Existen infinidad de satélites en órbita, pero para Costa Rica y América Latina se trabaja con satélites colocados entre 35 grados oeste y 135 grados oeste de la órbita geoestacionaria sobre el ecuador terrestre. Cuando es colocada una antena de manera fija es porque apunta a un satélite específico con el fin de acceder a todas las frecuencias del transpondedor; mientras que las antenas móviles se utilizan para buscar satélites dentro del rango anteriormente mencionado. En el caso específico de Repretel se trabaja con equipos móviles Comtech Unidem conectados a un patch cord de monitoreo y control mecánico por igual se cuenta con 9 decodificadores analógicos y digitales HD marca Erickson que se pueden conectar a cualquier antena de satélite de banda C o Ku. Con el panel de conexión se puede instalar hasta 5 decodificadores a la misma antena con el fin de mantener una redundancia de señal para cualquier falla no prevista en la recepción.

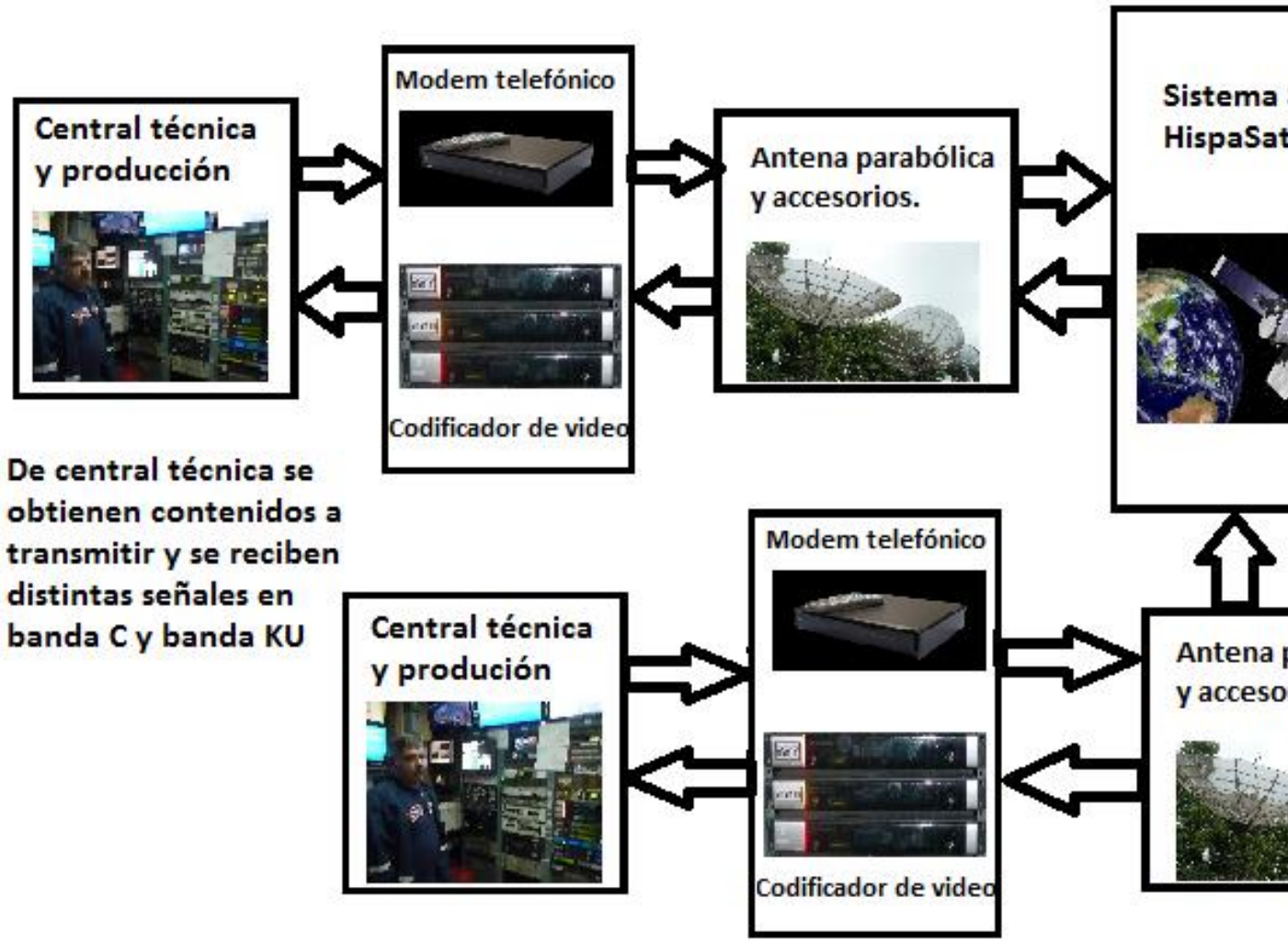
La transmisión satelital para centrales técnicas puede ser punto a punto con un satélite de por medio o mediante la conexión inter-satelital para largas distancias (Japón-Costa Rica). Un ejemplo de recepción satelital puede ser un partido de la selección nacional que se realiza en Estados Unidos donde la Central Técnica se baja la señal de un satélite para decodificarla, procesarla y retransmitirla para todo el país por streaming, por DTH o por ISDB-tb; muy importante es destacar que existe un enlace de fibra óptica entre Teletica y Repretel para respaldos de transmisiones simultaneas de gran importancia.

Los decodificadores se programan mediante un software de usuario que sirve para posicionar las antenas de acuerdo a todos los parámetros ingresados (paneo, inclinación y giro); algunos satélites a los que apuntan las parábolas de nuestras

televisoras son; Satmex 5, SES 6, Intelsat 11, 14 y 21, 805, 903 y 1R, Amazonas 3, Galaxy 3, 13,14, 17,18, 23 y 28, StarOne 1 y 2, Hispasat 1 KU, AMC 6, 9, 10 y 11, BrasilSat4. Dos parábolas según su construcción física pueden ser las sólidas y las de malla, además es necesario mencionar que se trabaja comúnmente en la banda C con antenas de entre dos y tres metros de diámetro para el plato principal y la banda KU se trabaja con antenas más reducidas 1 metro a 1.4 metros. Cabe destacar que el viento es el principal enemigo de estos equipos y cada satélite tiene una zona de cobertura llamada huella satelital que se puede buscar en la siguiente página web www.lyngsat.com. Por ingresar a la misma será necesario que se utilice el espacio de Norte y Sur América para detallar el rango de 61 grados oeste a 160 grados oeste de cobertura según el ecuador terrestre con que cuenta Latino América.

Esta página ubica en cada satélite e indica la frecuencia especifica de subida o bajada por programar, además indica los parámetros y códigos con que se encripta una señal satelital paga; por igual, se pueden observar las huellas de sombra de cada satélite con distintos niveles de señal. Cuando se compra la señal satelital es común recibir una línea telefónica para solicitar apoyo técnico al fabricante, aunque en la actualidad toda consulta se realiza mediante internet. En la banda C el nivel de 40 decibeles permite asegurar una recepción excelente y en la banda KU son 52 decibeles. Los LNB en conjunto al tamaño de la antena es la base para la sensibilidad de la antena, también hay satélites con antenas banda C, banda ku y señales muy

dirigidas con distintas potencias. En el

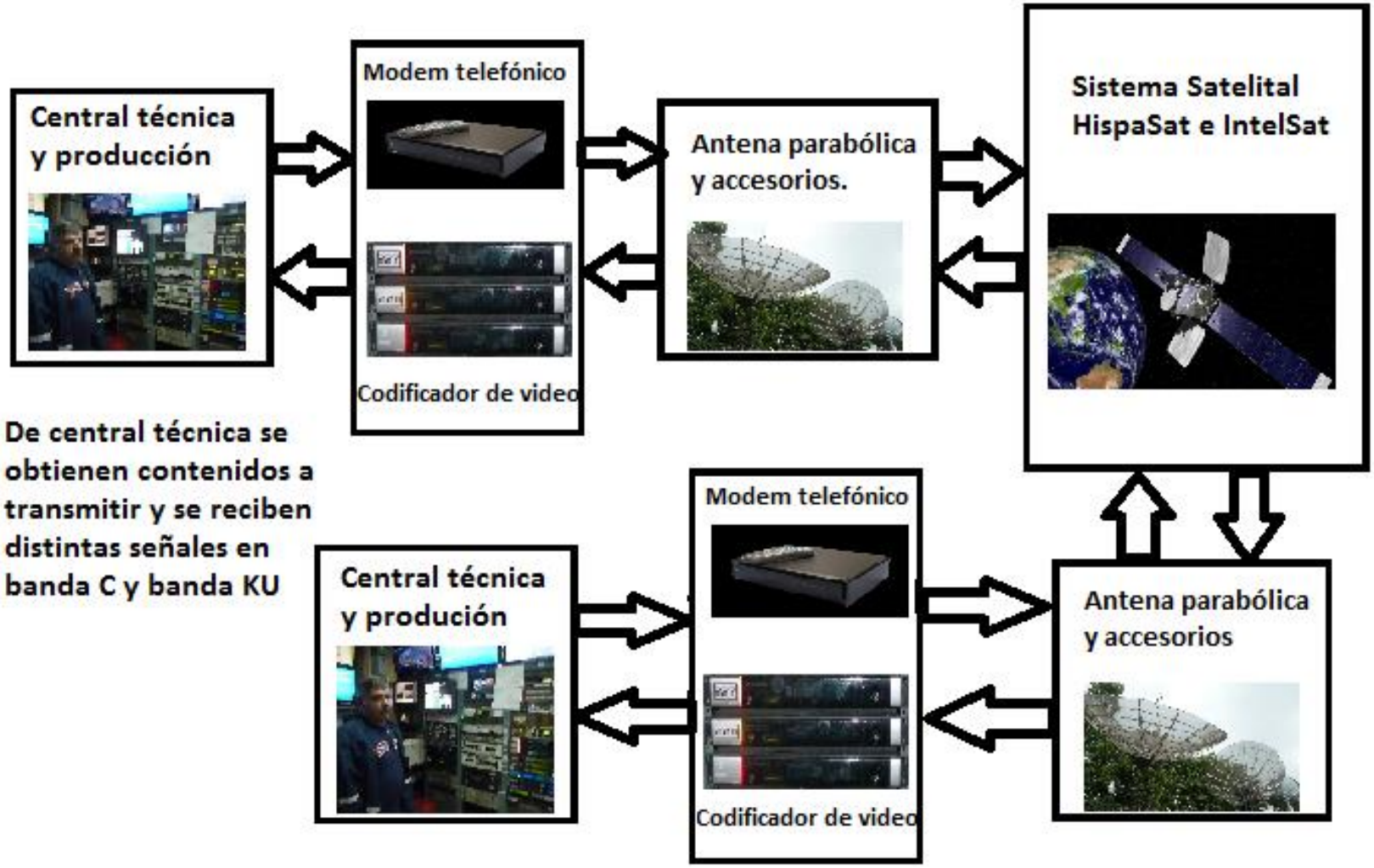


Fuente: Elaboración propia, se detalla un sistema satelital con sus respectivas partes y en la Fuente: Elaboración propia, ENLACE canal 23 se detallan varias imágenes correspondientes a un sistema modular satelital cortesía de la televisora cristiana Enlace canal 23.

Figura 26. Sistema modular satelital banda C

Fuente: Elaboración propia, ENLACE canal 23

Diagrama 24. Sistema de transmisión y recepción satelital

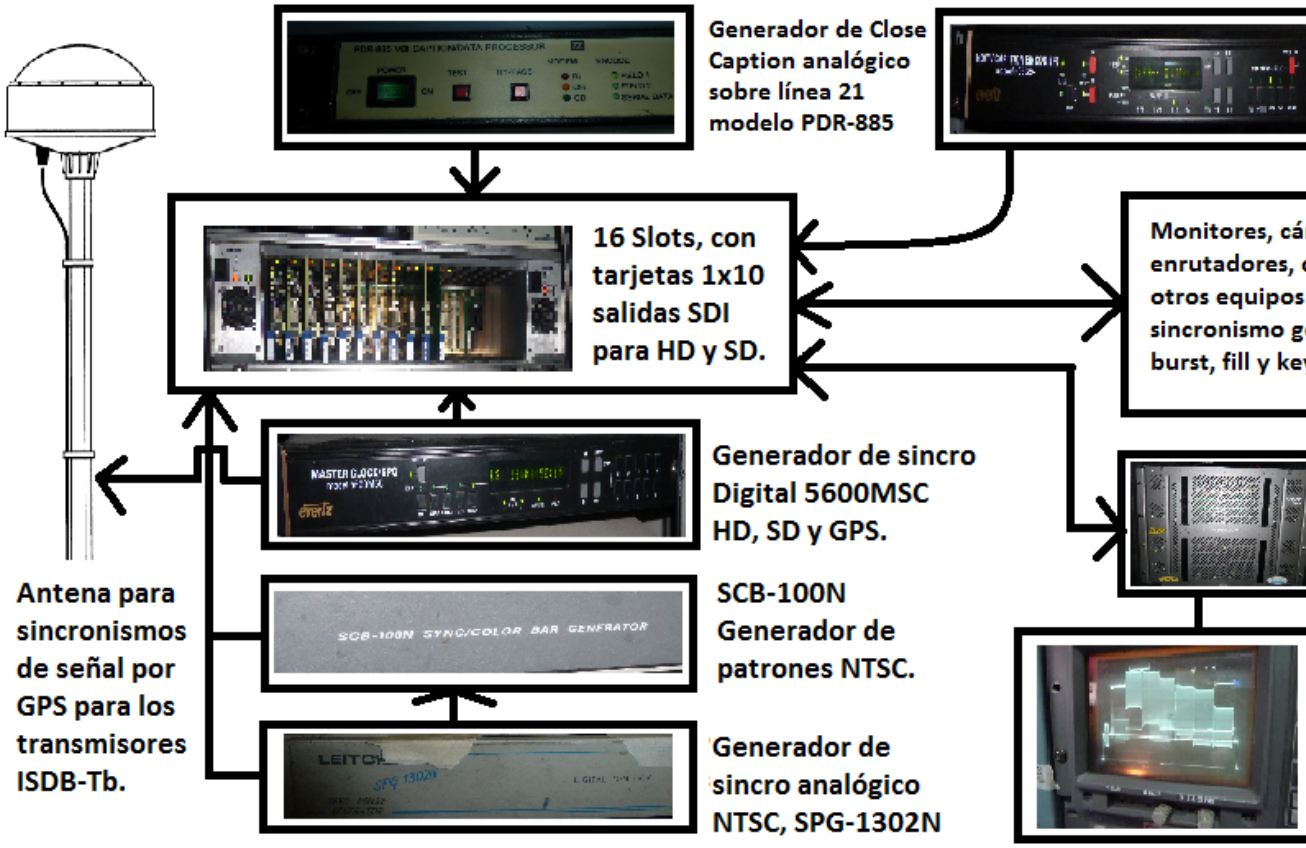


Fuente: Elaboración propia

5.4.7. Diagrama en bloques de una Central técnica

En la central de telecomunicaciones se encuentra la recepción y transmisión de microonda, la recepción y transmisión satelital, los sistemas de monitoreo de audio IFB, el control y monitoreo de cámaras, el sincronismo de todas las señales y equipos, el router de comunicación digital, los servidores de video y redes de radio y televisión, los sistemas digitales de comunicación en banda dos metros, la recepción y transmisión de señales telefónicas u otras áreas más.

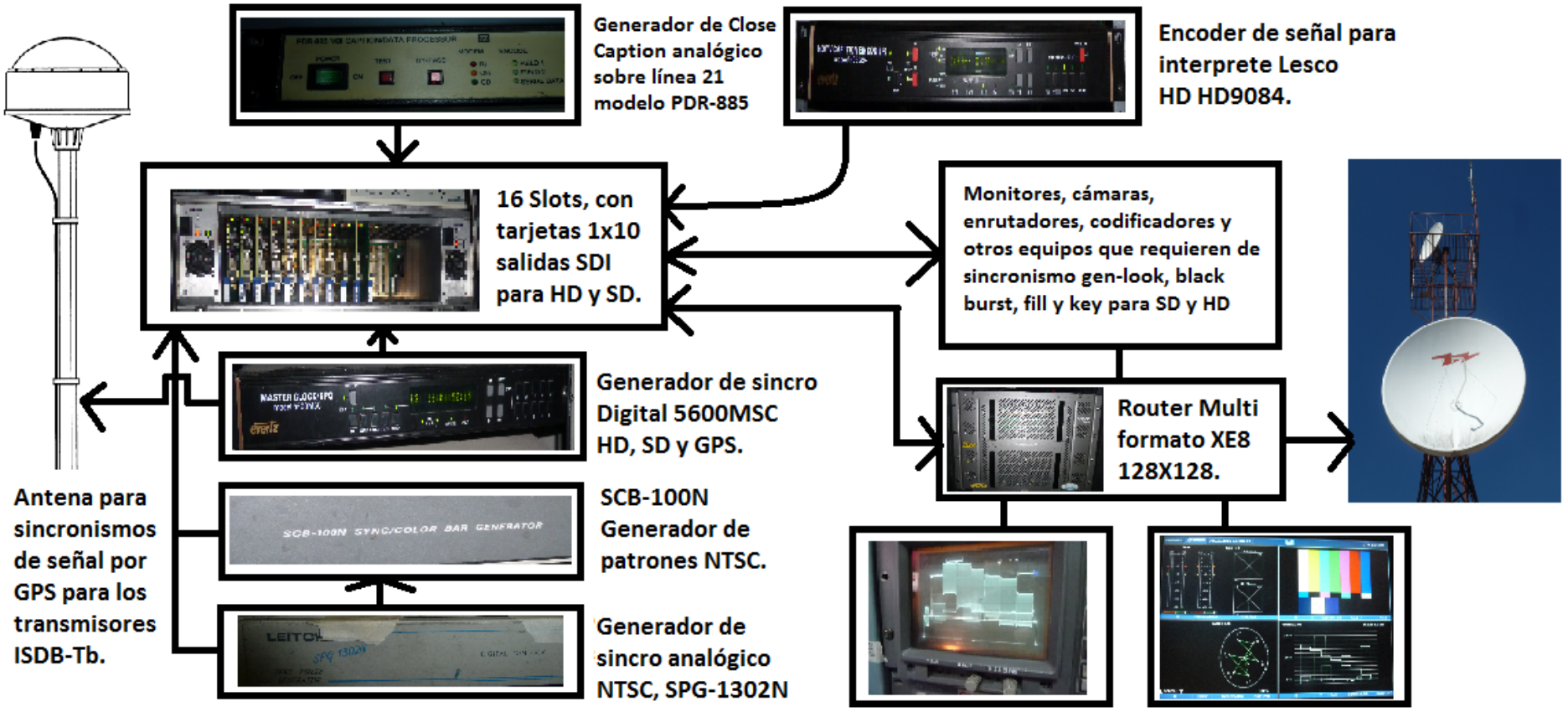
En el



Fuente: Elaboración propia, se especifica el funcionamiento del sincronismo de señal de una central técnica y se destaca que toda señal de video, audio o datos pasa por un router de video controlado mediante software, en el diagrama aparece un equipo generador de sincro para los equipos digitales SD y HD marca Evertz que se conecta a las cámaras HD, al sistema GPS, a los equipos de medición, al router de

video, a los transmisores, al equipo de microonda y a todo equipo nuevo de central técnica para su correcto funcionamiento, por ejemplo, para sincronizar en tiempo todos los equipos de central técnica con la repetidora de Irazú, Santa Elena, Cerro la Muerte, las móviles HD y otros equipos más, se maneja la salida GenLock de 10 Mhz para GPS, mientras que para sincronizar el equipo activo de la central técnica se utiliza la señal Tri-level Sync, el Black Burst, los patrones SMPTE, el audio AES y el video por SDIHD, como las televisoras actualmente son híbridas; analógicas y digitales, resulta correcto mantener en funcionamiento el generador de patrones analógico y el generador de sincronismo analógico NTSC; un equipo opcional para la televisión es el closed caption (subtitulado oculto) que se inserta en el router en la línea 21 del sistema NTSC por transmitir, como la televisión digital viene a mejorar las opciones, se aplica un equipo llamado encoder de señal para intérprete LESCO; este igualmente se inserta al router central multi formato, es muy importante destacar que varias salidas del router central se utilizan para conectar equipos monitores de video y de medición de señal tales como: analizadores de espectro, monitores de forma de onda, vectorscopio, medidores de gama, analizadores de audio digital, etc.

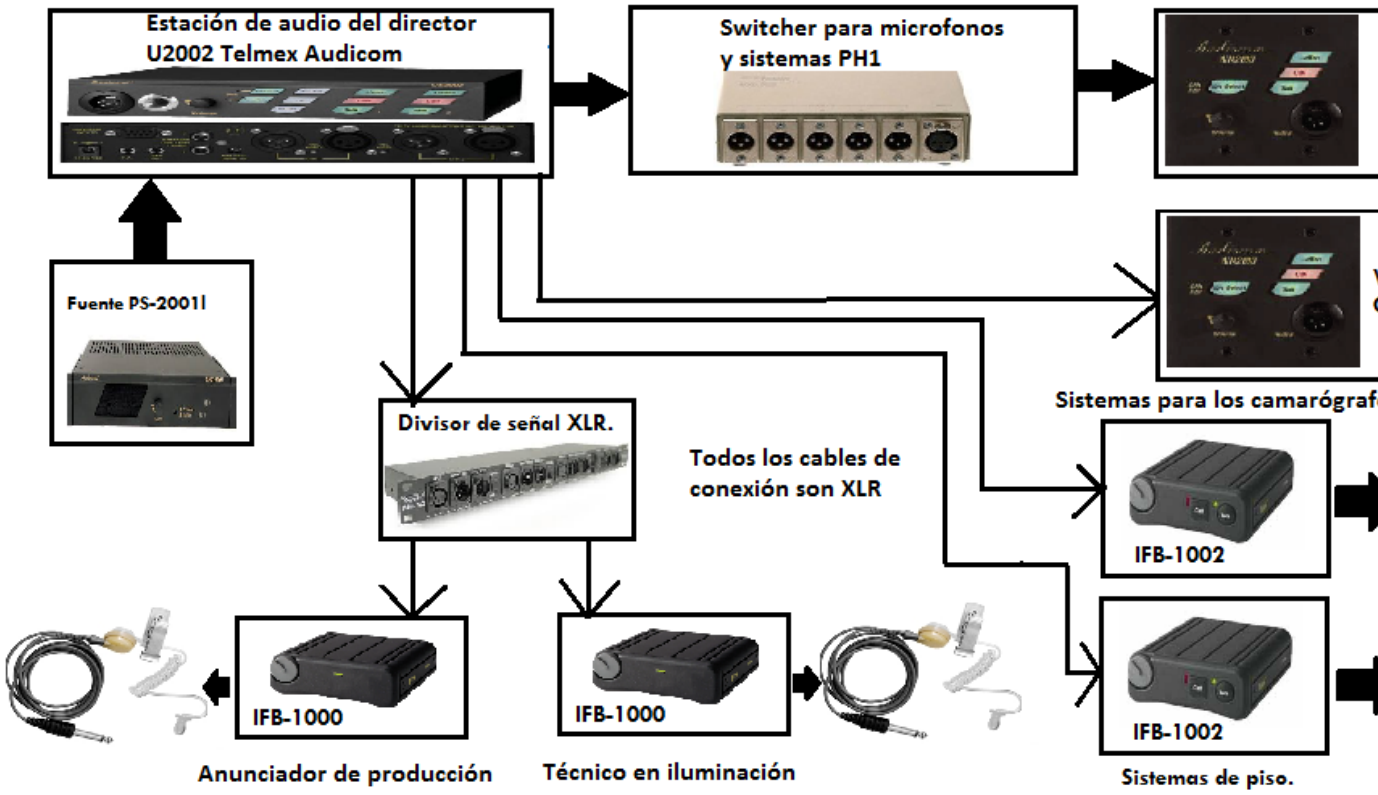
Diagrama 25. Sincronismo y monitoreo de la señal



Fuente: Elaboración propia

5.4.8. Diagrama en bloques de los intercomunicadores de audio

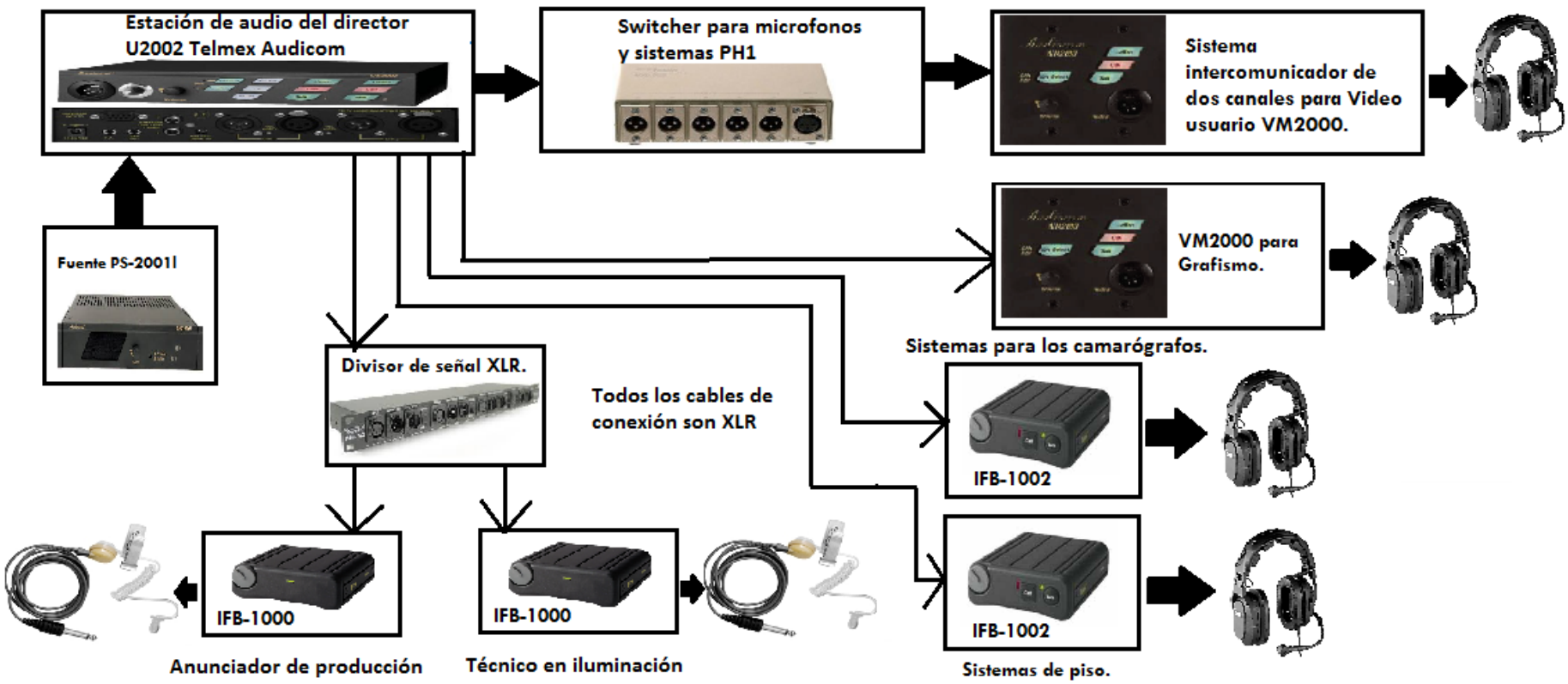
El sistema intercomunicador está agrupado en la central técnica, el director general, el asistente, el director de luces, el operador de la consola de video, el operador de la consola de audio, los camarógrafos, los presentadores, los técnicos encargados del equipo y el cuarto de telecomunicaciones, además los productores llevan equipos de intercomunicación de audio, en el



Fuente: Elaboración propia, se puntualiza la interconexión física de los equipos de intercomunicación de audio, se denotan fuentes de alimentación, divisores de señal, estaciones de intercomunicación, sistemas inalámbricos, handsets profesionales y discretos, cables de interconexión XLR, multiplexores de audio y otros.

El sistema IFB (Interrumpible Feedback) es un equipo para la comunicación bidireccional para el seguimiento y pre-escucha del productor hacia todos los trabajadores de planta, al mismo le llaman pliegue hacia atrás o pinganillo.

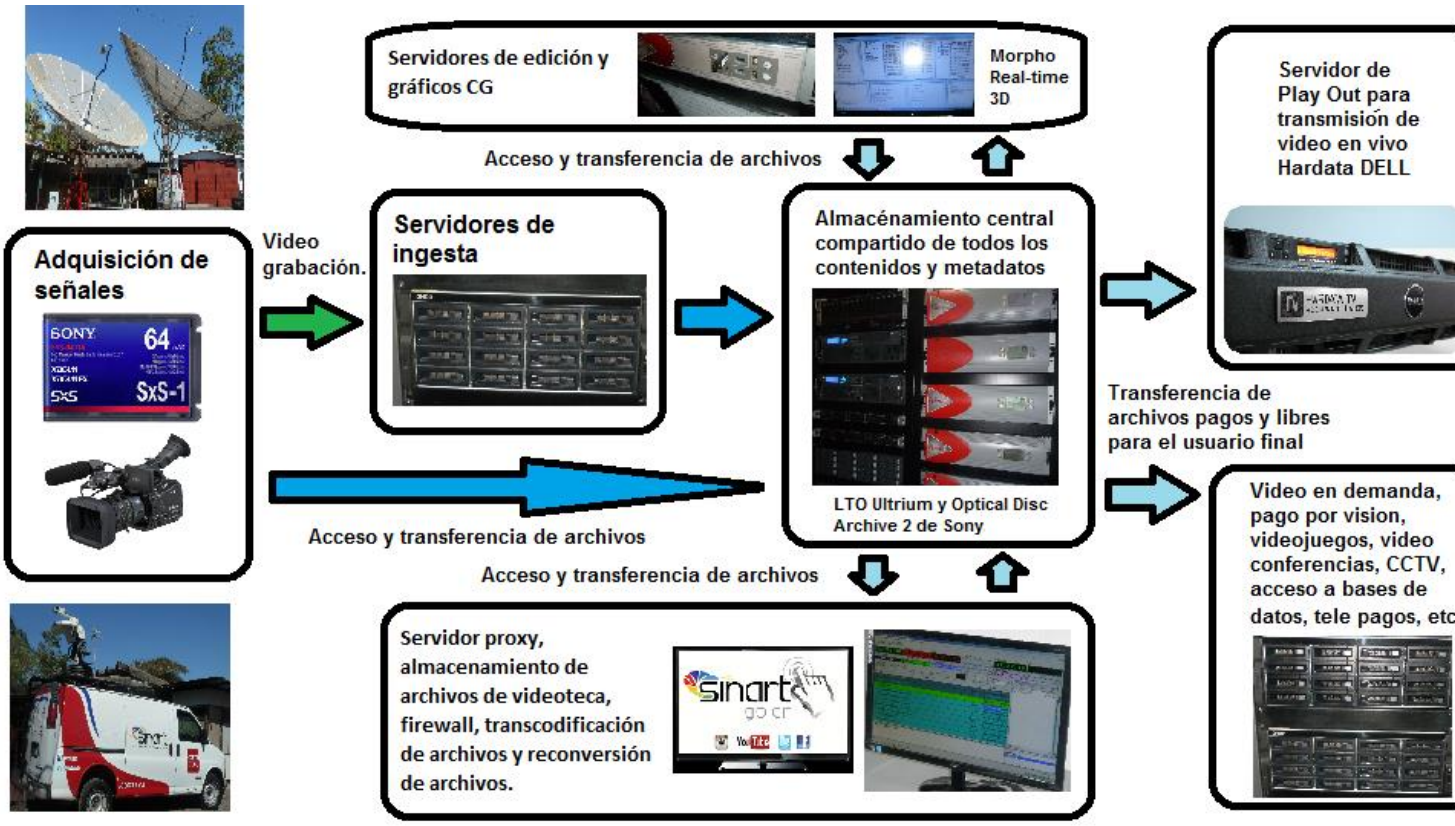
Diagrama 26. Intercomunicadores de audio



Fuente: Elaboración propia

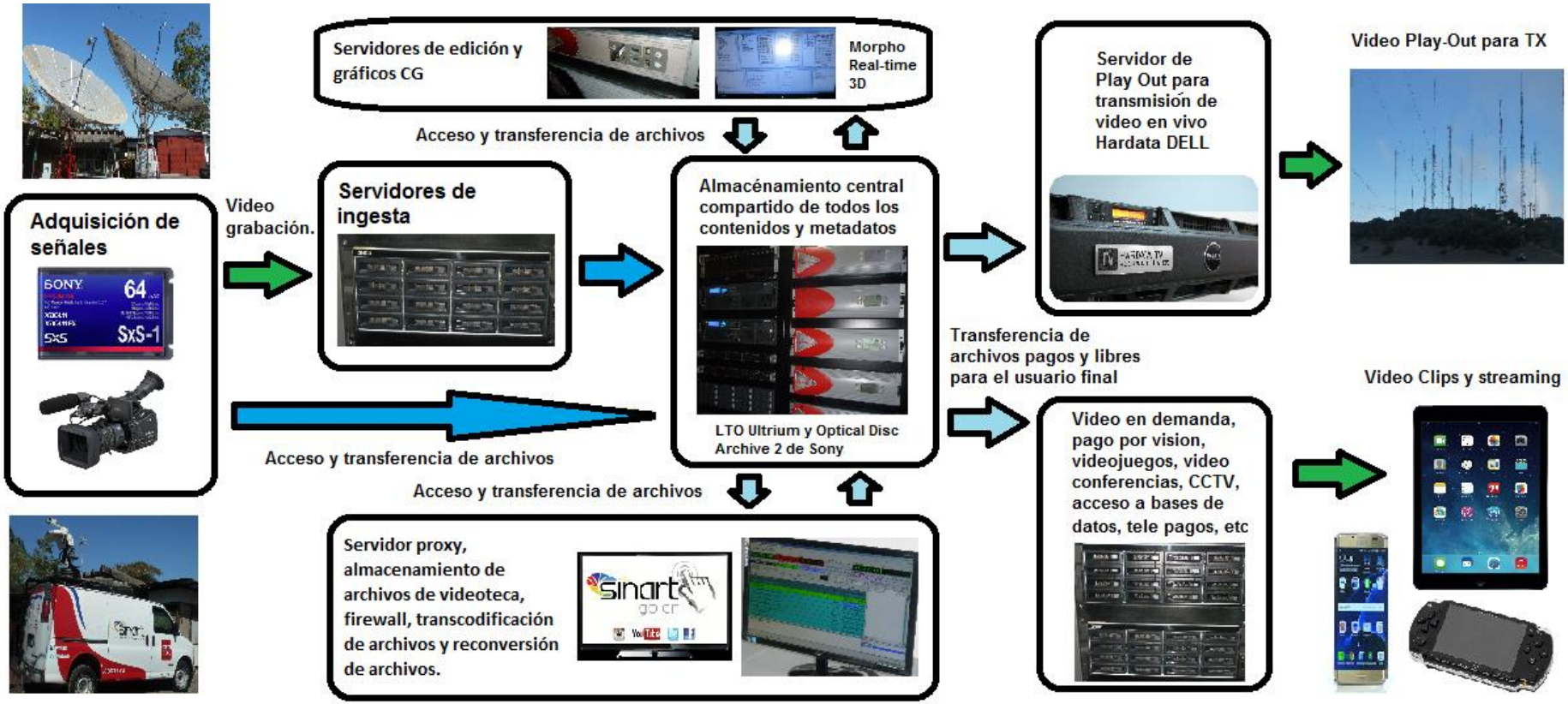
5.4.9. Diagrama en bloques de las arquitecturas de IP

Como se citó con anterioridad existen dos arquitecturas de almacenamiento aplicables a la radio y la televisión digital: la SAN (Storage Area Network) y la NAS (Network Attached Storage), ambas arquitecturas buscan escalabilidad e interconexión total controlada mediante un software de automatización transferencia de archivos, ingesta y edición no lineal en el momento, procesamiento de información de video a la carta o video en vivo y demás, en el



se detalla una interconexión de redes en general para todas las etapas.

Diagrama 27. Arquitectura general IP de una televisora



Fuente: Elaboración propia

4.5. Recomendaciones de innovación y equipamiento

Actualmente existen tres opciones de compra de equipo para radio y televisión que utilizan las grandes empresas del país: la primera es mediante el concepto de industria 4.0 donde todos los procesos se realizan mediante páginas web y casilleros vía internet con garantía de parte de los vendedores, en segunda instancia las empresas con más años de experiencia compran directamente sus equipos a la fábrica y como última opción, la compra de equipo se da a través de los proveedores nacionales de equipo audio visual profesional; en Costa Rica son muchos los vendedores que cuentan con representaciones y respaldo de parte de varias transnacionales con más de 20 años de experiencia en el mercado nacional; cinco ejemplos de estas compañías son INRESA, Provideo, Sonivision, Instrumentos musicales la Voz y Bansbach; dichas entidades venden muchas marcas y productos utilizados por las radio emisoras costarricenses.

Las marcas más utilizadas y vendidas en temas de enlaces y equipos de microonda son: Elber, Adaptive, Channel Master Nummcom, Hitachi linear y Huawei, en relación con las cámaras de estudio y noticieros cuentan con gran credibilidad y respaldo Sony, JVC, Grass Valley, Black Magic e Hitachi; si se menciona equipamiento para los estudios de televisión, se hallan las mesas mezcladoras de sonido marca Yamaha, Toascam, Digidesing (pro-tools) de Avid, Roland y Denon mientras que en temas de micrófonos e intercomunicadores domina Telex, Radiocom, RTS Communications, Shennheiser, Shure y bose.

Las marcas de amplificadores profesionales que se recomiendan para eventos y producción nacionales son: Marshall, Peavey, BIAMP, Meyer Sound y Yamaha pues cuentan con una credibilidad a nivel mundial por su gran fidelidad sonora, claro está que en temas de producción televisiva es necesario un buen sistema de iluminación para los set y tarimas por lo que recientemente American DJ, Artic, Highend Systemas, Nanguang y DMX son pioneras en temas de control e iluminación LED; las mesas de video Black Magic, Grass Valley, For-A, Newtek y Sony para radio y televisión corresponden a la mayor inversión económica en conjunto al Router de video llamado

por los técnicos “el corazón de la estación”, para la simulación, medición de campo y antenas de UHF y VHF lidera la fábrica italiana Aldena, mientras que el software de simulación de cobertura Radiomovile es una excelente recomendación por ser gratuito, IF Telecom, Motorola y Pro-Electronic son también fabricantes de antenas para espectro radioeléctrico digital. Canare, Belden, General Cable, Gepco y Panduit son fabricantes de conectores y cables de telecomunicaciones y video profesional con respaldo en todo el país con base en sus años de experiencia en ventas para el mercado nacional.

La mayor inversión, pero que de paso también constituye la mayor fortaleza de cualquier medio de comunicación masivo es la transmisión de Radio y TV digital abierta, este mercado lo lideran marcas españolas, italianas y alemanas donde destacan los nombres ABE, Rodhe & Schwarz, Harris, NEC y BTESA; en la actualidad con las concesiones de parte del Gobierno se destacan únicamente cinco empresas que ya cuentan con su transmisor digital, pero que por igual cuentan con 30 años o más de transmitir análogamente sus señales al territorio.

Los Software de edición de audio y video más utilizados son: Protools, Edius, Sony Vegas Pro, Adobe Premier, Xplayout, Hardata Hdxvideo y Chyron Axys Word Grafics mismos relacionados directamente con el control, edición, playout e ingesta de gráficos en vivo. Los principales monitores y proyectores utilizados en todos los procesos son de la televisión digital, corresponden a marcas Sony, Panasonic, LG, Samsung y NEC.

Las comunicaciones satelitales están ligadas a la central técnica donde los técnicos e ingenieros les gustan los equipos marca Anacom, AVcom, Newtec, Harmonic y AVL Technology. Seguidamente en la central de comunicaciones, las etapas de sincronismo, monitoreo, ingesta, switcheo SDI y routeo de señal se realiza con los equipos de mayor credibilidad y prestigio a nivel mundial pues son los más caros y de mayor exigencia en temas de funcionamiento, los equipos marca Black Magic, Evertz, Harris, Grass Valley y Leitch ofrecen una experiencia de más de 80 años creando routers y tarjetas de una calidad garantizada al 100%, este punto se

destaca pues estos equipos son el centro de la empresa, la base de trabajo y funcionamiento de todos los demás.

En temas de altavoces y procesadores de AM/FM destacan las marcas Wing con los equipos Line Array, Yamaha, Behringer y los procesadores marca D.A.S audio, BW broadcast y Trans-Audio para un excelente sonido digital.

Actualmente en toda televisora o empresa de radio broadcast predominan los servidores de audio, video y almacenamiento donde las marcas más comunes son: Hardata de DELL, ODA de Sony, Quantum LTO, VSN Multicom playout, Proliant de HP, Turbonet de Motorola en banda 2 metros, Youplay Server de Axel, ORAD de Avid, Qnap, Omneon Media Grid y por último, los equipos Igson como viejos conocidos, las arquitecturas informáticas NAS se basan en todos estos servidores y sus interconexiones de fibra óptica, cableado estructurado, control y procesamiento, son de gran relevancia por su importancia tan alta en temas informáticos.

El equipo de medición de audio y video más comprado radica en las marcas Harris, Promax, Tektonics, Fluke, Exfo y Leader, no sin dejar de lado otros sistemas importantes como los Video Wall AKIRA, las tarjetas de streaming Monarch, los conectores Thunderbolt de Apple, los multiview marca Miranda Kaleido K2, los equipos convertidoras de formatos Matrox, la grabación portátil liveU y los sistemas Tricaster marca Newtek que sirven para virtualizar los sets de televisión digital.

La Asociación Nacional de Radiodifusoras y la Asociación de Consumidores de Tecnología crearon las ferias tecnológicas anuales NAB Show y CES Show, en dichas ferias anuales se resume lo último en tendencias del mercado electrónico en sistemas de audio, video, fotografía y telecomunicaciones profesionales; en estas ferias es fácil identificar los equipos con las mejores características mediante los galardones “EISA” de la European Imaging and Sound Association, “Pick Hit Award” de la revista Broadcast Engineering, Premios de innovación CES y por último, los premios para equipo fotográfico “TIPA” Technical Image Press Association.

En resumen, la feria CES presentó las siguientes innovaciones: Realidad aumentada mediante cámaras 3D 360 HD, Streaming en 4K, internet de las cosas mediante dispositivos electrónicos programables multifuncionales como Arduino y

Raspberry, compras en línea inmediatas e impresiones 3D, aparte de apostar por las ventajas que generan los drones y todo lo relacionado al desarrollo del software y aplicaciones para dispositivos móviles y portátiles, resumiendo el tema en el concepto de Industria 4.0.

Mientras que se destacan en NAB Show equipos de producción IP, transmisiones inalámbricas de señales de video HD y 4K, tecnología en video Ultra HD (2K, 4K y 8K), monitores OLED, grabaciones de video en HDR, dispositivos OTT, VOD y streaming 4K, software de control y automatización para playout, servidores para almacenamiento, transmisión y procesamiento de video y seguridad, entre otros.

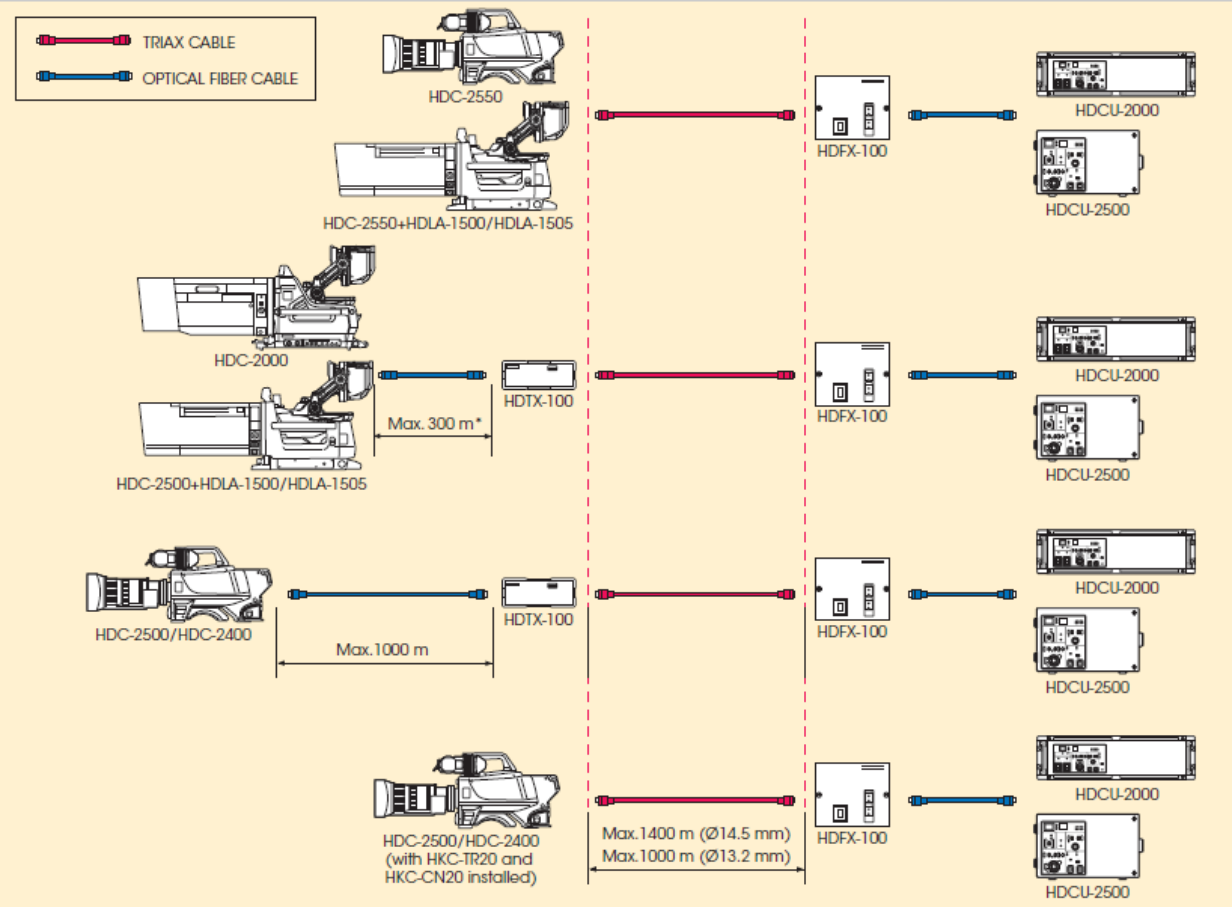
5.5.1. Recomendaciones de Cámaras de estudio y noticieros

Sony recomienda para las móviles HD, estudios de Televisión y productores independientes la línea de trabajo HSC, específicamente el modelo HSC-100R por todas sus características y accesorios de trabajo entre los que destaca la captura SD/HD con tres CCD de 2/3” para cada color primario, por su transmisión triaxial digital de baja latencia multiformato a 1080 @ 59.94i / 50i y 720 @ 59.94P / 50P y por su posibilidad de conexión a cables de fibra óptica para alcanzar distancias de hasta 4 kilómetros sin pérdidas de señal, además su procesamiento de señal de video es a 16-bit A/D. También es importante destacar la cantidad de conectores digitales de salida a lo que le se le llama versatilidad del sistema y su capacidad de ampliación mediante tarjetas con ranuras PCIe.

Para estos equipos existen tres posibilidades de aprovisionamiento pensadas en estudios, estadios y eventos: la primera opción son los tradicionales cables triaxiales con el estándar 3G-SDI, la segunda opción es el cable híbrido de fibra óptica con los equipos convertidores de medios y en tercera instancia, el cable ethernet que se puede conectar hacia un switch pasivo o hacia una unidad de control de red, en la Fuente: *www.sonypro-latin.com* se demuestran la conexión triaxial y por fibra óptica de las cámaras cuya diferencia radica en distancias de transmisión por cable y los

convertidores de medios, para un estudio de televisión se puede trabajar con el equipo control de cámara remoto HDC-2500 que corresponde a un adaptador de lentes grandes para trabajos de estudio, un equipo HDLA-1500 un cable Triaxial SDI-HD y otra unidad de control de cámara fija de rack HDCU-2000; aproximando su alcance a 1.5 kilómetros de cableado industrial sin perdidas, mientras que para eventos y estadios se utiliza la fibra óptica híbrida y se requieren los siguientes equipos: una unidad de control de cámara remoto HDC-2500, un adaptador de lentes grandes para trabajos de campo HDLA-1500, fibra óptica hibrida, un adaptador convertidor de medios de fibra a triaxial HDTX-100, un cable triaxial SDI-HD, otro convertidor de medios HDFX-100, fibra óptica hibrida y el control de cámara de rack para central técnica o unidad móvil HD HDCU-2000 con el fin de obtener hasta 4 kilómetros de distancia de conexión sin pérdidas.

Figura 27. Operación triaxial y de fibra óptica



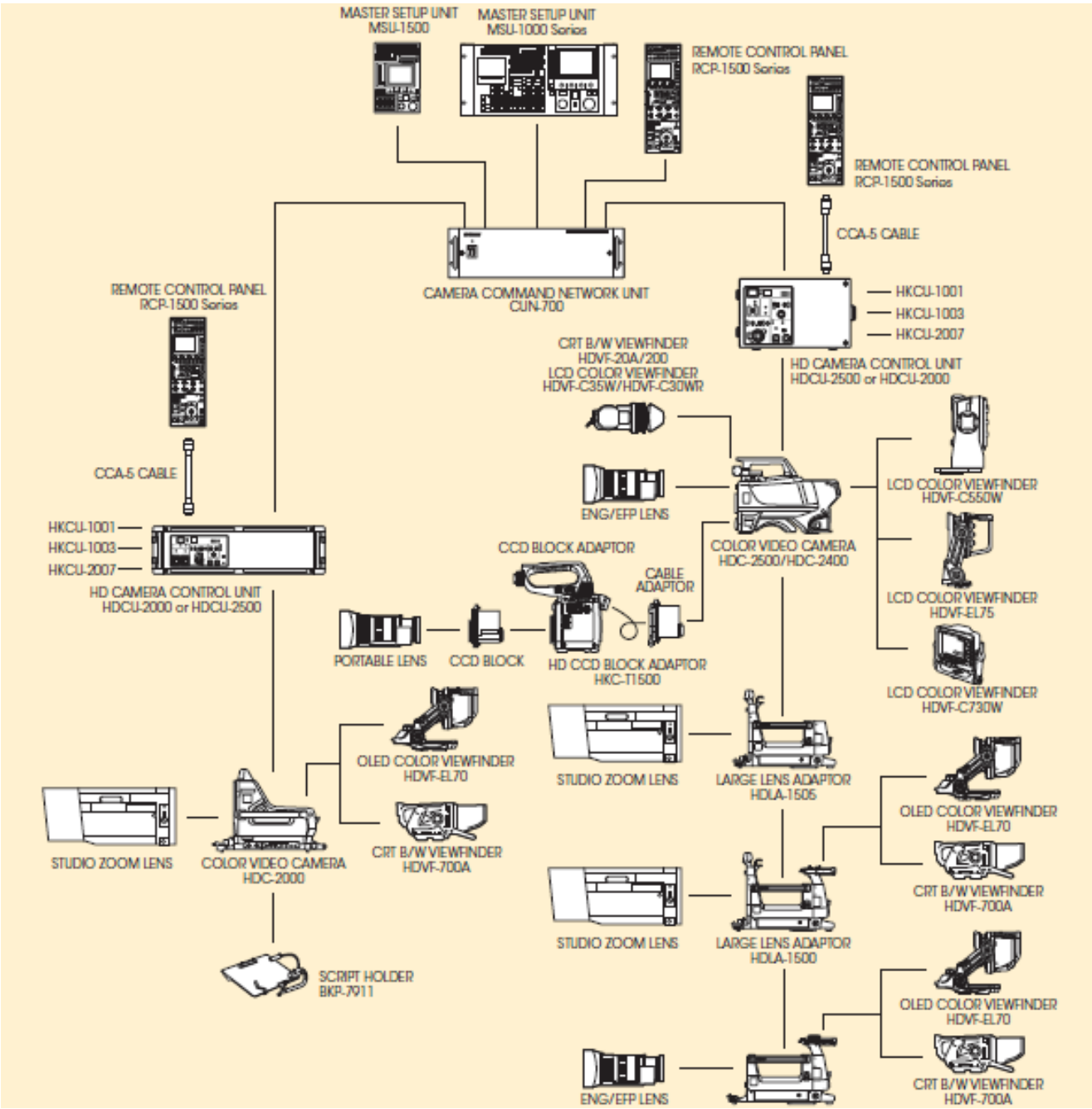
Fuente: www.sonypro-latin.com

Los accesorios recomendables para un buen trabajo con dichas cámaras son: el Viewfinder multiformato OLED para exteriores HDVF-EL70, el bloque de extensión HKC-T1500 y unidades de control remoto extra como el RCP-1000, más los filtros de luz y tarjetas de expansión que se requieran según el trabajo por realizar.

Cuando se trata con conexiones en red, se puede hacer referencia a la Fuente: www.sonypro-latin.com; misma donde se demuestra la conexión entre equipos HD tales como la unidad de comandos de red de la cámara CNU-700 que al fin y al cabo cumplirá la función de switch de video para el resto de los equipos mediante protocolos de conexión IP, a esta unidad se pueden conectar los controles remotos de cámara RCP-1000, el software de control de cámara llamado HZC-CSM10 que se puede instalar en cualquier PC de Windows 10 y cualquier cantidad de equipos de monitoreo, control y procesamiento de imágenes que se quiera instalar al sistema y que pueda accesar a otros equipos por red, si no se quiere adquirir el equipo CNU se

podría conectar directamente un Switch pasivo al sistema y utilizar entonces tarjetas de expansión y convertidores de medios para las unidades controladoras la unidad principal de ajuste con que trabaja la cámara HSC-100R es el equipo MSC-1000 más utilizado en control master o central técnica.

Figura 28. Configuración del sistema con cámara network unit CNU-700



Fuente: www.sonypro-latin.com

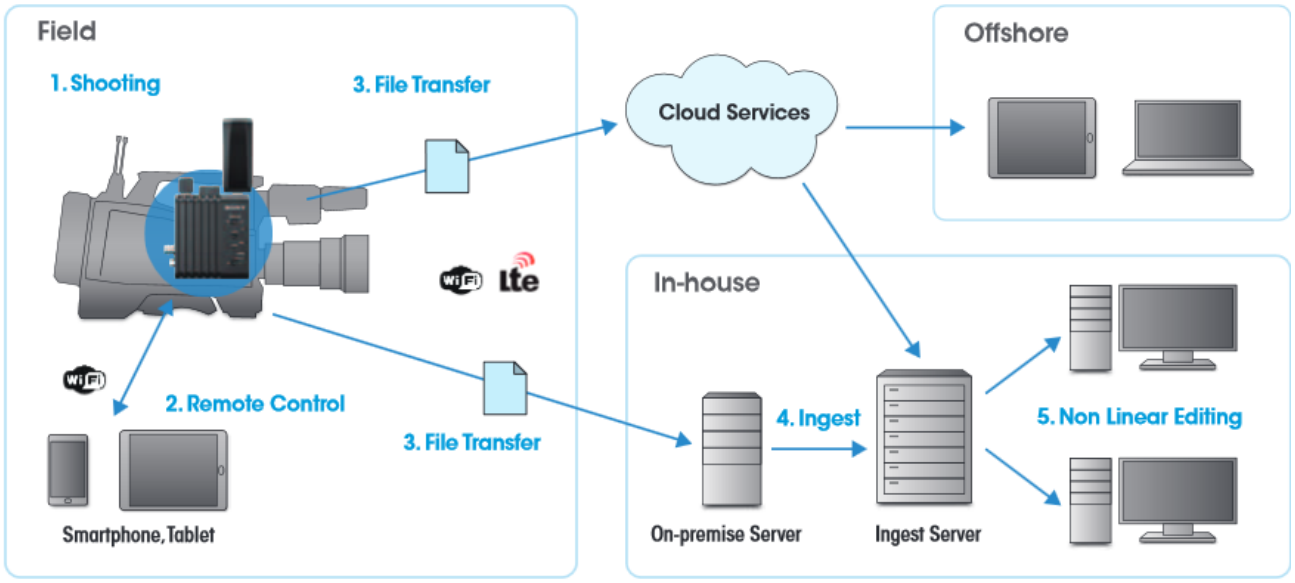
La segunda recomendación que se realiza por parte de los expertos en temas de video grabadoras corresponde a la XDCAM Sony modelo PXW-X320 para grabaciones en vivo de noticieros y eventos de este modelo se destacan características tales como la grabación HD en tarjetas de memoria SxS de alta definición, la alta sensibilidad de exposición a luz del CMOS, el bajo nivel de ruido de

imagen y su amplia gama dinámica de colores procesados en los sensores CMOS de 1/2 pulgada, aparte de la posibilidad de grabación en formatos Full HD y XAVC (H-262 / MPEG-4) para su posterior edición no lineal NLE; claro está, sin dejar de lado la gran cantidad de conexiones digitales del equipo que incluyen interfaces HD-SDI, HDMI, USB 3.0 y la posibilidad de la incorporación del sistema exclusivo inalámbrico i-Link para la transmisión en vivo a través de una red IP (módulo adaptable CBK-WA101). En este modelo la lente es de 16x HD de zoom óptico con enfoque automático, la transmisión y grabación del audio se da en 24 bits mediante el codec LPCM (Linear Pulse Codec Modulation).

Por último, la gran cantidad de accesorios que la hacen ser una de las favoritas para trabajos de campo de los técnicos operadores. En la Fuente: https://pro.sony.com se observa el flujo de trabajo del sistema inalámbrico live IP de Sony colocado en dicha cámara donde se demuestra la posibilidad de controlar el equipo mediante una aplicación en una Tablet o celular, detallando que el proceso de transmisión de paquetes de video en línea llegan a un receptor de video IP PWS-100RX1 directamente conectado al servidor multimedia y al servidor de red para que el video posteriormente sea procesado y enviado donde sea requerido a partir del switch colocado en central técnica mediante un software de procesos de cámara.

Brevemente, la descripción del equipo receptor PWS-100RX1 indica que cualquier señal de audio y video será procesada, controlada y transmitida mediante redes inalámbricas WI-FI, 3G o 4G/LTE hacia la red mediante convertidores y tarjetas de procesamiento digital PCIe de dicho equipo, además el transmisor inalámbrico de camcorder corresponde al bloque modelo CBK-WA101 para la entrega de video IP hacia los servidores de ingesta, los servidores locales (On Premises Server) y hacia la nube donde mediante su acceso y calidad de servicio QoS serán procesados los paquetes streaming de video digital.

Figura 29. Flujo de trabajo del sistema Live IP de Sony



Fuente: https://pro.sony.com

La videograbadora tecnología XDCAM más reciente vendida en el país y que está diseñada para trabajar con sistemas H265 y grabaciones en 4k ideal para la producción portátil de alto nivel es la cámara de mano PXW-Z150 también de Sony; esta cámara se diferencia de las demás principalmente en que se baja la escala a producción independiente portátil para reporteros o video aficionados; la línea Handy Cam contiene características semi profesionales que destacan actualmente por su atinencia total con la feria NAB show del presente año; este equipo cuenta con grabación de imagen en 4K, en HFR (high Frame Rate) de 120 ciclos, sensor XMOR RS que procesa con más velocidad las imágenes, 24x de zoom óptico, control de imagen y video inalámbrico incorporado Live IP aparte de sus múltiples interfaces de conexión y su gran cantidad de accesorios y procesamiento de video avanzado. Otro detalle importante es el procesamiento de la señal HDR (imágenes de alto rango dinámico) que se incorpora proceso de grabación de video digital para definir de una forma más clara la profundidad del color mediante técnicas de mejoras de color.

Dos accesorios que se incorporan a todos estos modelos innovadores, dado su alto nivel de almacenamiento de datos es los arreglos de discos duros, las tarjetas SxS y los equipos lectores de información para su posterior proceso en la etapa de edición

tales como el equipo PMW-RX50 diseñado para estos procesos. En la Fuente: https://pro.sony.com se observan fotografías de video grabadoras recomendados por parte de los vendedores locales y en la Fuentes: Elaboración propia, se visualizan las cámaras de estudio actualmente instaladas en el país en las empresas de radio y televisión visitadas.

Figura 30. Video Grabadoras recomendadas

Fuente: https://pro.sony.com

Figura 31. Video Grabadoras actuales

Fuentes: Elaboración propia

Ahora bien, en el país se pueden comprar equipos similares tales como la video grabadora para reporteros Panasonic modelo AG-AC8, o la video grabadora de mano AJ-PX270 y también la cámara de estudio AG-HPX600, Hitachi al igual que Sony cuenta con el modelo Z-HD6000 para entornos multi propósito, este equipo está instalado en Sinart canal 13, en Enlace Canal 23 se optó por la marca Grass Valley con la cámara de estudio Ldk-400 y en extra TV se utiliza JVC con el modelo GY-HM750; todos estos equipos cuentan con repuestos, accesorios y respaldo a nivel del país, pero actualmente con la incorporación de los estudios HD y las comunicaciones por fibra óptica e inalámbricas, es necesario considerar la adquisición de nuevos equipos HD y 4K innovadores como los siguientes: en relación a la marca Black Magic aparecen las líneas del 2016 llamadas Studio Camera, Black Magic URSA y Black Magic Cinema 4k; para JVC se recomienda el modelo GY-HM200 por su aplicación de video streaming para deportes, el modelo GY-HM660 de estudio y la cámara de mano GY-HM620; para Grass Valley este año se definen los modelos LDX-86 para estudio, Focus 75 live para móviles y la cámara robótica LDS-LX. Como recomendaciones de equipamiento en temas de cámaras profesionales de video digital HD e IP.

5.5.2. Recomendaciones en switcher de video

En el país se pueden adquirir distintas marcas de switcher de video que se clasifican en switcher para control master broadcast y switcher para móviles HD y control de cámaras en eventos; por ejemplo, la marca DataVideo con sus modelos SE-600 para móviles HD y el SE-500 para 4 cámara independientes que trabajan con el software Forex son para televisoras de pequeña producción y para eventos cotidianos; Panasonic a un nivel más profesional, recomienda para estudios de televisión la tecnología 4K con el switcher AV-HS6000 mientras que para móviles HD el equipo AV-HS450 y para eventos el equipo AG-HMX100; Black Magic recomienda los equipos ATEM 2 con su broadcast panel en 4K, el M/E producción studio 4K y el production switcher 4K como parte del nuevo equipamiento en televisión digital y para grabaciones de eventos y móviles HD se recomienda el equipo Televisión Studio ATEM; FOR-A con sus equipos Hanaby está desarrollando sus ventas a nivel país gracias a que el precio, la garantía, la calidad y su aplicación directa y versátil son muy buenos, por lo que los representantes de esta marca a nivel país recomiendan el switcher HVS-350HS como una opción que compita ante los poderosos equipos KAYAK DD 2 de Grass Valley que utilizan Repretel, Teletica, Enlace y Canal 42.

Estos equipos son HD y cuentan con múltiples entradas y salidas de video en multi-view o video-wall, además contienen un rack expandible para tarjetas de conversión de imagen y sincronismo. FORA también ofrece los modelos HVS-5000, HVS-2000 para estudios HD que trabajan en conjunto al router MFR-5000 y los equipos live para móviles y portátiles SmartDirect, mientras que para el control general de video en móviles y producción básica se define por su atinencia el software GearLink. Por último, se hace referencia a la Marca Sony que en estos artículos es muy cara; a nivel local se adquiere para móviles el equipo compacto MCS-8M que permite la grabación, edición y control de videos en eventos y salones tales como bodas o conciertos pequeños y la consola multiformatos para broadcast modelo MVS-8000 con sus accesorios. En la Fuente: Elaboración propia, Enlace canal 23 y Repretel se muestran cuatro fotografías cortesía de Repretel y Enlace canal 23 donde se

observan los equipos KAYAK del Switcher de control master marca Grass Valley que predominan en el mercado local.

Figura 32. Switchers de video de control master

Fuente: Elaboración propia, Enlace canal 23 y Repretel

5.5.3. Recomendaciones en Iluminación LED y control DMX

La iluminación es un arte que da vida y profundidad a las imágenes captadas en los sets de televisión, de aquí su importancia y principal aplicación pues existen distintas luces entre las cuales se citan las luces cálidas con tonalidades amarillas y naranjas que van hasta los 1800 grados kelvin y las luces frías que simulan la luz de la luna en 600 grados kelvin; también aparecen las luces duras directas emitidas por proyectores SPOT o las luces fresnel elipsoidales y por último, las luces HMI (lámparas de vapor metálico) que simulan la luz del sol a 5600 grados kelvin.

En la actualidad todas las anteriores son sustituidas por LED controladas mediante las consolas DMX de video, entre las categorías se pueden mencionar las luces para estudio y Fresnel, paneles fijos Led y pro LED portátiles para las cámaras. En el mercado nacional se encuentra la marca FloLigth, dentro de la oferta de esta

marca se halla el accesorio HD RingLite mini y la lámpara móvil IDX-X5-Lite aplicable a las cámaras de noticieros o eventos; también, el floligth microbeam1024 para iluminación fija y por último, el equipo studio floligth controlado de barras independientes LED multicolor controlado mediante una consola DMX; estos equipos se encuentran en Sinart, Teletica y Canal 42.

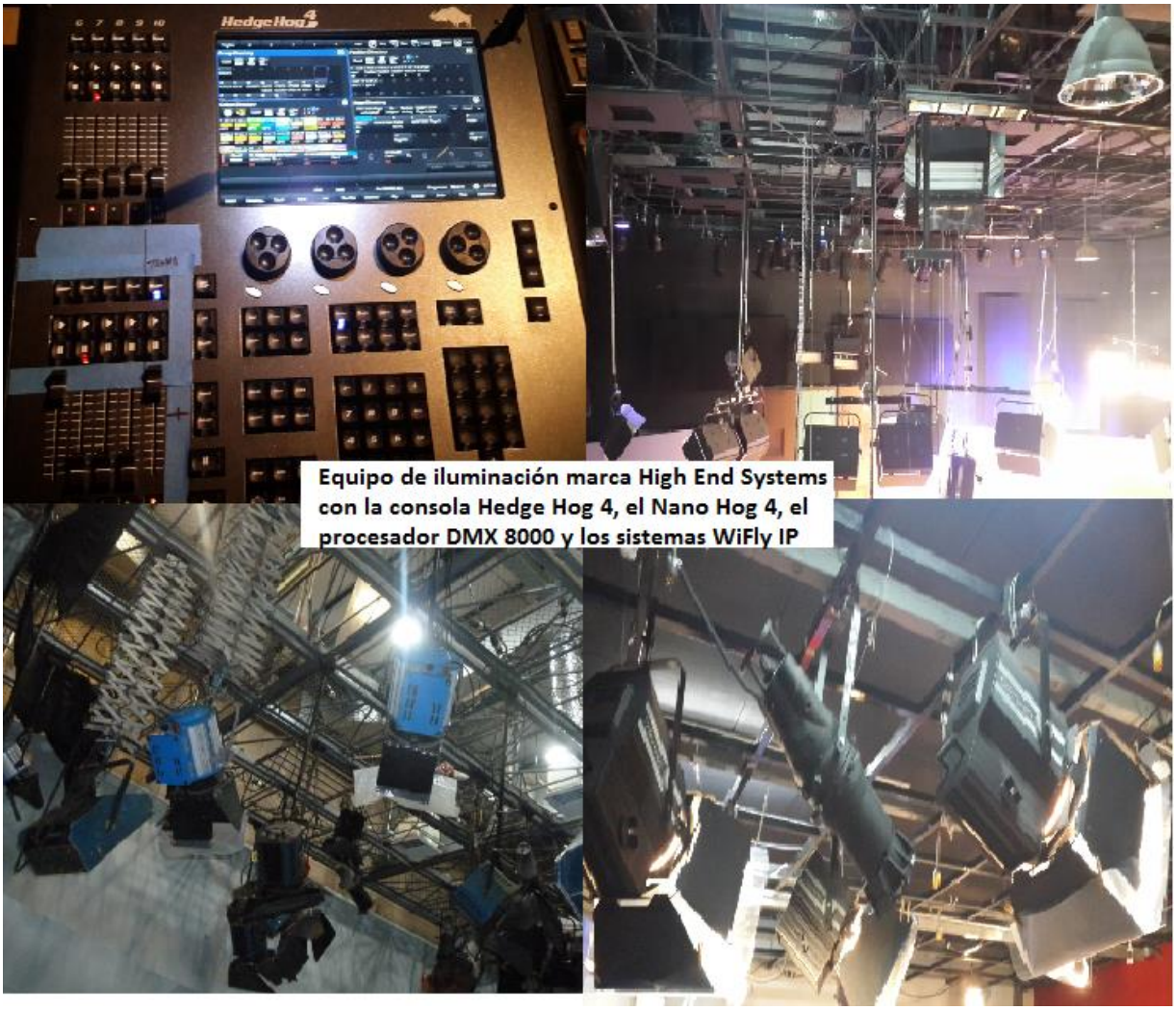
La marca japonesa Nanguang Cromalite presenta las opciones de iluminación LED CN-160, CN-1200 y CN-600DCHP para estudios de televisión, existen otras marcas como ADJ (American DJ) que ofrecen luces para determinados eventos, por ejemplo: luces móviles para DJ, luces para clubes nocturnos, para producciones y eventos, para fiestas, para bandas y para promoción empresarial. En la siguiente página web se refiere para el conocimiento de las distintas cabezas móviles, láser, fachadas, efectos especiales, estroboscópicas, atmosféricas, pinspots, pisos y video walls aplicables en producción audiovisual, http://www.adj.com, no sin dejar de lado que los controles de luces DMX512 ahora son inalámbricos y se controlan mediante protocolos TCP/IP a distancia mediante la tecnología WiFly, algunos ejemplos de equipos recomendados son los siguientes: la consola de control WIFLY WLC-16 para hasta 512 controles inalámbricos y para eventos menores con 64 salidas de control de luces se recomienda la consola WIFLY RGBW8C y para 16 luces se define el modelo WIFLY NE1. Los accesorios que se aplican son las luces que se controlan a distancia por medio de conexión inalámbrica tales como: la máquina de niebla FOG FURY 3000, WiFly Bar RGBA, WiFly Transceiver, WiFly Bar QA5, WiFly D6 Branch (ramal para cables) y la llamada spot ligth LED WiFly.

La marca High End Systems, presenta para consola de luces DMX, el equipo Hedge Hog que trabajan mediante el software Hog-4 (lighting control system), equipos convertidores de USB a DMX, convertidores y adaptadores DMX a WiFly, multiplexores DMX y la consola Nano Hog 4 en conjunto al procesador DMX8000 como un sistema de implementación escalable con hasta 4 entradas USB de control por PC.

Otra opción con buen respaldo a nivel nacional es la marca ArticLigth que incluye también tecnologías inalámbricas aparte de cerchas y estructuras para la iluminación del set de televisión o escenarios. En la Fuente: Elaboración propia,

Productora MASCO y Sinart se detalla una fotografía del control DMX marca High End Systems modelo Hedge Hog 4 cortesía de la empresa de eventos especiales MASCO y algunas luces colocadas en rejillas.

Figura 33. Consola DMX para iluminación



Fuente: Elaboración propia, Productora MASCO y Sinart

5.5.4. Recomendaciones en mesas de mezcla de sonido

La mesa de mezcla de sonido también llamada mixer de audio, trabaja con múltiples entradas de micrófonos, reproductores de audio, señales telefónicas, intercomunicadores, señal de cabina y otras; acá se procesa la señal mediante ecualizaciones, se le agregan efectos, se balancea el sonido, se le da tono y nivel a cada entrada por aparte. Ahora existen dos tipos de mesas: las de procesamiento analógico con conexiones de entrada industriales como la XLR (External Line Return),

donde también forma parte de ella los controles analógicos y las salidas analógicas preamplificadas.

La mesa de sonido analógica fue sustituida en el mercado de la radio y la televisión por las consolas digitales que conllevan múltiples entradas conectadas a convertidores ADC y múltiples conexiones AES/EBU y MIDI; en las consolas internamente existe un procesador llamado DSP y varias salidas con conexiones e interfaces digitales tales como giga ethernet con protocolos digitales DANTE, Ethersound, Cobranet.

Las aplicaciones de sonido se dividen en cinco áreas; sonido en directo para eventos, sonido para instalaciones comerciales e iglesias o teatros, sonido broadcast para móviles y estudios de radio y tv, sonido para post-producción y sonido portátil para músicos; por lo que nos enfocaremos en la opción de radio y tv.

En mercado local se encuentran varias mezcladoras de sonido, un ejemplo es el equipo marca ALTO con la línea LINX-MIX, la consola TASCAM TM-D8000 que se encuentra en Radio INA; la mezcladora AVID Digidesing control 24 (protools), los CD player TASCAM modelo CD-450, el equipo reproductor DAT DA-45HR y el reproductor de mini disk MD-801R para la audioteca analógica que trabajan en conjunto al equipo interfaz de audio digital de 16 canales llamado Loop Master 192 de AVID.

A nivel local se venden también las consolas Yamaha por lo que actualmente se recomienda el modelo EMX7 portátil (mezclador amplificado) y cualquiera de las líneas de consolas CL1, CL3 y CL5 con sus equipos de interconexión Rio1608-D y Rio 3224-D y sus tarjetas escalables de extensión multifuncionales equipadas con tecnología DANTE para conexiones MADI, AES, SDI y ethernet; todo este equipo se controla mediante el software CL editor para estudios de televisión. La línea TF que es un poco más simple, pero súper versátil para las estaciones de radio y móviles HD, estas consolas también incorporan el concepto “Network Audio” que incluye además el equipo RMio64-D (SCR, Sampling Rate Converter- convertidor de interfaces MADI-DANTE) y tarjetas de conexión embebedoras y des-embebedoras SDI-HD.

Existe un equipo llamado procesador de sonido que limita los sonidos bajos y altos de una señal final, además procesa las dimensiones de los expansión como la

reverberación, además sirve de filtro y ecualizador final de señal, estos equipos son una interface entre la salida de la consola de sonido y la amplificación final; Yamaha trabaja con procesadores analógicos y digitales y recomienda los siguientes modelos: DME64N para red dante, DME8i satelital, SPX2000 y la tarjeta expandible que se agrega a la consola DUGAN-MY16 para una conexión y control de la mixer por IP.

En relación con la marca TASCAM, se ofrece actualmente la mezcladora de sonido DM-3200 con el software Protools para estudios de grabación de audio y productores de radio, también la unidad portátil para eventos en vivo es el modelo DP-32SD ambos con conexiones MIDI y XLR, en ambos casos se utilizan tarjetas de expansión como la IF-CB/DM que a diferencia de Yamaha no trabaja con red DANTE, sino con otro protocolo de red de audio llamado CobraNet.

La fábrica Digi-desing cambió su nombre a AVID y en el año 2014 incorporó el concepto Live Sound mediante los equipos VENUE S3L-X system portátil, el equipo SC48 Remote System para producción y el equipo S6L para eventos en vivo; todos los anteriores cuentan con puertos de fibra óptica y cable ethernet categoría 5 o 6 con conectores RJ45 y SPF, además trabajan con el protocolo de comunicación MADI EtherCOM todo controlado por software Pro-tools del cual son creadores.

Por último, la marca ROLAND para los amantes de lo más profesional con su serie M-5000 para estudios y la M480 para eventos en vivo, ambas incorporan el concepto de V-mixing que integra la misma idea de trabajo de Neutrik EtherCOM, pero con el protocolo REAC (Roland Ethernet Audio Comunication). En la Fuente: Elaboración propia, Radio INA se particularizan las fotografías tomadas de Radio INA donde aparecen las consolas TASCAM y Control 24 de la actual marca AVID antigua DigiDesing.

Figura 34. Mesa de mezcla de sonido

Fuente: Elaboración propia, Radio INA

5.5.5. Recomendaciones en enlaces de microonda

En relación con los sistemas de microonda, existen dos tipos de enlace: los analógicos con posicionamiento vertical y horizontal (Radio Link) y los digitales diseñados para comunicar datos mediante un ancho de banda específico (Microwave Link). Los equipos más utilizados en televisión para banda base son de marca Nummcom; el equipo channel Master TX7.4 es capaz de transmitir en modulación y codificación MPEG-4, COFDM, FM NTSC, AM y QAM. Tiene además varias entradas ASI banda base HD de 70 Mhz y es portátil, lo que lo hace ser un equipo todo terreno para repetidoras principalmente. Otro equipo que trabaja en conjunto es decodificador demodulador RX7T con salidas AES/EBU y SDI HD con audio embebido y SDI de 70 Mhz y monitoreo de calidad de señal mediante la medición del Bit Error Rate y MER (error de modulación).

Para el caso los enlaces de microonda digitales mediante anchos de banda y control por IP conocidos como IMT (telecomunicaciones móviles internacionales de avanzada) se incorpora el equipo ELBER con los modelos Reble 310 y Reble 610, estos equipos trabajan mediante la conexión de un cable de red IP y la conversión

hacia el estándar ASI full duplex y viceversa. Con un enlace de 40 Mbps se asegura la comunicación de hasta 200 Mbps de ASI y la comunicación de hasta 128 QAM.

Antiguamente se utilizaban los equipos analógicos Adaptive broadband FRL-6, FLR-12, el MA-23VX, MA-23CX y el Pack-12 (modulador demodulador) de la fábrica Massachusetts Microwave, ahora conocida como MASS microwave y se presentan muchas opciones de equipamiento planteadas en el siguiente párrafo que se podrían incorporar.

La marca italiana Elber recomienda el equipo Reble 610 IP-ASI Microwave Link, el equipo portátil XPM para enlaces portátiles HD punto a punto y la plataforma multi propósito Cleber para las interconexiones múltiples de audio, video y datos. La marca Nucomm propone el equipo IP/BRIDGE para transport Stream, Streaming de audio y video, SDI HD y ASI y MPEG-4 y MPEG-2. La marca Hitachi Linear para enlaces ISDB-Tb de microonda y Micro-Tick o MASS Microwave que se dedican a crear antenas de microondas para enlaces IP LTE y 4G. En la Elaboración propia, Sinart Canal 13 se adjuntan las fotografías de los equipos Nucomm, Elber y Adaptive de Sinart canal 13 y 20.

Figura 35. Equipos de microonda

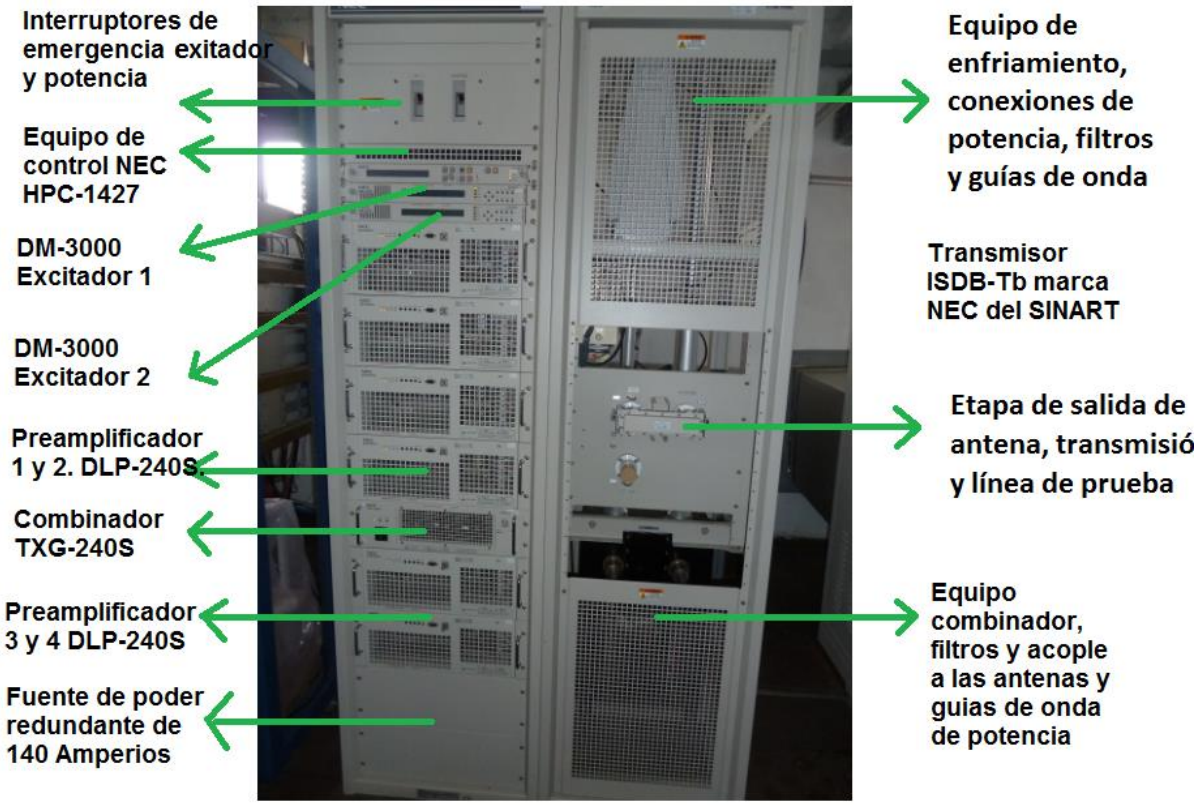
Elaboración propia, Sinart Canal 13

5.5.6. Recomendaciones en equipo de potencia ISDB

Como la etapa de potencia en transmisión ISDB-Tb por radio frecuencia es una inversión tan alta y tan importante para una emisora de radio y televisión, se define que la mejor forma de realizar la misma, es mediante la metodología de llave en mano por motivos de garantía, instalación, mantenimiento, configuración y capacitación técnica, los ejemplos que se aplican en la actualidad en Costa Rica son: ABE, Rohde & Schwarz, BTESA, AXCERA, Harris y NEC. Estos equipos cuentan con sus fuentes, racks, moduladores, excitadores, amplificadores en potencia, antenas, guías de onda, filtros, cargas y controles.

A continuación, se describen dos ejemplos nacionales: la marca Rohde & Schwarz que está instalado en el Irazú en la torre de transmisión de Repretel y de Teletica canal 7. Sus partes son: el NETCCU-800 para control, SX-800 para excitador de señal de TV, ED170MP para sincronismo GPS, VH8600A1 para amplificación. En segunda instancia, en Sinart se utiliza el equipo marca NEC con el equipo de control HPC-1427, el DM-3000 excitador, el combinador TXG-240S su amplificador DLP-240S. Enlace Canal 23 utiliza AXCERA, ABE lo utiliza Sinart en sus enlaces analógicos, Harris era el transmisor ATSC de pruebas que utilizó canal 6 y las líneas BTESA y LINEAR son recomendadas por su garantía y años en el mercado de las telecomunicaciones y a televisión. En la Fuente: Elaboración propia, Sinart Canal 20 se describe el equipo de transmisión de potencia ISDB-Tb cortesía de Sinart.

Figura 36. Transmisor ISDB-Tb marca NEC



Fuente: Elaboración propia, Sinart Canal 20

5.5.7. Recomendaciones en equipo de medición

Las marcas más utilizadas y de mayor fidelidad para la medición en temas de radio y televisión son: Harris y Leader para el monitoreo de las señales de central técnica y estudio, mientras que para las mediciones de campo y radio frecuencia lideran las marcas Promax, Tektronix, Fluke, Anritsu y Exfo. El equipo Videotek de Harris con su serie VTM es una excelente opción para monitorear el video por SDI y el audio AES embebido. Se recomienda el equipo VTM-4100 para medir las señales de video NTSC y su sincronismo, en temas de HD la señal Tri-level se observa a detalle, también los VTM cumplen la función de vectorscopio, analizador de espectros, medidor de audio multicanal, medidor de croma, analizador de teletexto y en última instancia

se pueden también analizar los paquetes MPEG-2 y MPEG-4 mediante los patrones de ojo, complementario a este equipo aparece el monitor de audio APM-210.

Más recientemente la marca LEADER con su modelo LV-5770A portátil que cuenta con conexiones USB, ethernet, HDMI, DVI y 3G-SDI sustituye al Harris en algunas televisoras; en este equipo se puede observar y analizar el patrón de ojo con sus efectos de Jitter, Error de Bit, Error de Modulación, además el mismo puede mostrar dos canales simultáneamente: analiza señales dolby pro-logic de hasta 16 audios, es vectorscopio, analiza independientemente la señal tri-level de sincronismo y crominancia cuenta con control independiente por red y más.

La marca Promax diseño equipos de medición de campo muy interesantes como el equipo HD Ranger 3 para señales de cable, satélite y abiertas de múltiples estándares analógicos y digitales en H-265, los equipos portátiles TV Hunter y Sat Hunter, también se recomienda para las empresas de servicios IP el equipo analizador de CCTV IC-073 que testea y certifica los cables UTP, genera patrones HD, analiza protocolos PTZ y programa cámaras de seguridad IP, otro equipo Promax relevante es el analizador de televisión por cable Promax-37 para QAM, Docsis y COFDM. Un equipo similar es el Sencore SLM 1479 que analiza todas las bandas de televisión.

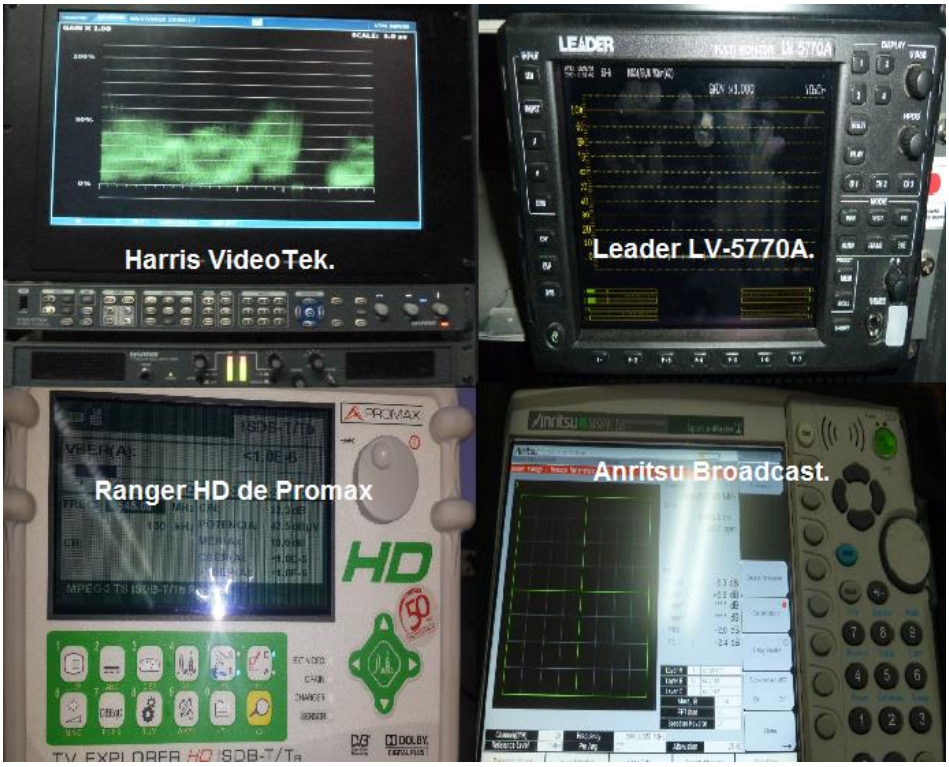
La marca japonesa Anritzu presenta el equipo Digital Broadcast Field Analyzer MS8911B que analiza anchos de banda analógicos y digitales pues cuenta con tarjetas y software intercambiables como lo hace también EXFO con base en Windows.

EXFO es una marca líder en medición de fibra óptica y redes, por lo que se desarrollan tarjetas multipropósitos para las distintas arquitecturas y sistemas de medición que cuentan con un canal base de fibra óptica o ethernet, por ejemplo, las redes de almacenamiento NAS o las redes de audio digital DANTE. La base actual de medición de EXFO es un equipo multipropósito para racks LTB-8 o un equipo multipropósito portátil llamado FTB-2pro que simplemente se le intercambia la tarjeta de interfaz de medición y el software es una aplicación con base en Windows 10; algunas tarjetas son la FTBx-88200NGE para la medición de servicios de hasta 100 Gbps con conectores transceptores de fibra óptica CFP4 base para cualquier data center o red NAS; con este equipo se mide la longitud de onda, la potencia del láser,

la distribución de la señal, el Bit Error Rate de la señal, la conectividad del sistema mediante un PING y otras funciones básicas que realiza un OTDR. Estos equipos multiplataforma se les adaptan también tarjetas para la medición de sistemas FTTx, xDSL, IPTV, se evalúa la calidad del servicio triple play, CATV y múltiples servicios de radio frecuencia como LTE, Wi-Fi, ethernet, la nube y más.

Tektronix por su parte propone el equipo portátil multi-herramienta modelo MDO3000 conformado por osciloscopio, multímetro, analizador de espectros, generador de parámetros HD y funciones, analizador lógico de datos y analizador de protocolos de red; otra opción es los softwares y las interfaces modulares digitales de conexión que se pueden conectar a cualquier PC para medir señales distintas. Por último, el equipo para telecomunicaciones arca Fluke apunta a la certificación de redes UTP, cableado estructurado y fibra óptica. En la Fuente: Elaboración propia, Sinart Canal 20 se entregan las fotografías de varios equipos de medición cortesía de Sinart.

Figura 37. Equipos de análisis y medición de campo



Fuente: Elaboración propia, Sinart Canal 20

5.5.8. Recomendaciones en equipo de enlaces Satelitales

La televisión satelital en todas sus etapas siempre prevalecerá, principalmente con la facilidad y precio que ofrecen los servicios DTH donde cada marca crea sus decodificadores y antenas. Cabe preguntarse si es factible aún la compra de equipos de televisión satelital para una televisora y cuales marcas son las representativas por lo que se habla de ANACOM, NEWTEC, HARMONIC y AVL TECHNOLOGIES con guías de onda ANDRIEW. Los equipos de satélite tienen, según su aplicación, dos opciones: antenas fijas y antenas portátiles.

Se trabaja con banda C y banda KU por lo que las recomendaciones pueden ser muchas y los servicios integrados también. ANACOM ofrece protectores, amplificadores, convertidores, fuentes y bloques de subida o bajada, LNB, LNA y otros equipos más aplicados a cada antena según su tamaño, frecuencia, forma, ubicación, satélite y tipo de señal a captar o transmitir. Harmonic presenta soluciones a la carta para cada empresa y vende paquetes con equipo satelital dedicado a la distribución de la televisión satelital, por cable e IPTV con inserción de canales digitales y equipos codificadores, decodificadores, servidores de video de emisión y almacenamiento, etc.

Las antenas móviles también llamadas SNG (Satéllite News Gathering) o antenas de periodismo por satélite tiene su fuerte en la marca AVL Technologies que recomienda distintos equipos según su aplicación inmediata.

Las televisoras cuentan con equipos marca Comtech Unidem y decodificadores de distintas marcas analógicos y digitales tales como Erickson o Newtec, por lo que la marca y el modelo que se adquiera depende de las necesidades específicas de la empresa y el tipo de señal que será transmitida o recibida. Cabe destacar que las transmisiones y entrega de señales de video, paquetes de programación y archivos de emisión como películas y series se entregan actualmente mediante streaming, sin embargo, aún se mantienen los contratos satelitales, además la inversión es grande por lo que no se pretende dejar dicho mercado. En la Fuente: Elaboración propia, Repretel, se encuentran los equipos y antenas de satélite pertenecientes a Repretel.

Figura 38. Equipos de recepción satelital

Fuente: Elaboración propia, Repretel

5.5.9. Recomendaciones en equipo de sincronismo y enrutamiento

Estas tareas están ligadas a todos los equipos de audio, video y datos de central técnica, pues es necesario sincronizar, procesar, escalar, embeber y enrutar todas las señales que van al control master, para que posteriormente sean transmitidas. La marca canadiense EVERTZ es líder en router multi-formato con su línea XENON, a continuación, la descripción del modelo EX8 128X128 colocado en Sinart.

El equipo EX8 cuenta con múltiples entradas y salidas multi-formato AES/MADI/DANTE/ASI/3G/HD/SD/4K/8K; además maneja múltiples terminales de control serial, ethernet y Q-Link mediante protocolos TCP/IP y SNMP; dicho equipo es escalable mediante el sistema X-LINK y cuenta con una variedad amplia en tarjetas

UP/Down Converter, embebedoras y convertidoras de formatos de audio y video, tarjetas de sincronismo de señales tri-level para HD y FILL/KEY para los servidores y más, que se aplican en los racks de expansión. Cabe destacar que toda señal necesita de una redundancia, además un control físico externo para la selección de entradas y salidas por lo que se recomienda el equipo Magnum SE-R32P táctil que se puede sustituir por un software de aplicación llamado MAGNUM Router VCP, algunas tarjetas de expansión son las siguientes: XE4-X-3232-3G+XLINK para 3G/HD/SD, XE-SPT-AVP-H para audio madi, SFP3R-2 para fibra óptica y control, aparte de su fuente redundante +2PS y el reloj de sincronismo general +R32.

Actualmente este router lo sustituye el equipo EQX10 que gana espacio por consumir menos energía, por ser Híbrido e incorporar tecnologías IP mediante SDVN (Software Defined Video Networking) con la tarjeta de adaptación EQX-IP-18-IPG, además este nuevo equipo cuenta con auto sincronismo y monitoreo de señal mediante SNMP (Simple Network Management Protocol), destaca por la incorporación de tarjetas de expansión “IP media Gateway” que hacen múltiple el intercambio de señales streaming con el mundo de la RF, EQX10 acepta múltiples estándares nuevos de sonido como DANTE y CobraNet, incluye también un equipo multiview para central técnica y mucho más acorde a las exigencias del mercado.

En la actualidad las interconexiones de video por IP no están estandarizadas por lo que inicia una serie de foros en relación con los distintos protocolos de interconexión de las distintas marcas y sus desarrolladores; tal es el ejemplo de ASPEN de Evertz que busca hacer coincidir en temas de video IP a Sony con su estándar NMI (network Media Interface) y a Grass Valley con su estándar AIMS (Alliance for IP media Solution) y así centralizar todo en un solo router de video digital liderado por la UIT quien define estándares de recomendación como lo hizo ya con el audio por IP mediante el estándar AES-67, para conocer las múltiples tarjetas de interconexión para router híbridos es necesario visitar la WEB www.evertz.com y considerar puntualmente el presupuesto y necesidad inmediata.

Black Magic, Harris, Grass Valley y Leitch son marcas que pueden cubrir las mismas necesidades de trabajo de un equipo Evertz en una central técnica, por

ejemplo: Repretel Utiliza Grass Valley como router central y Black Magic como frame syncronizer; además un equipo Multiview Predator de Harris y un equipo master clock marca Evertz con tarjetas Matrox y Leitch para embeber el audio con el video, convertir formatos y otras tantas funciones más. En la Fuente: Elaboración propia, Central Técnica Sinart Canal 13 se observan los equipos de enrutamiento de señal, sincronismo, reloj, conversión de formatos y otros pertenecientes a la central técnica de Sinart.

Figura 39. Equipo de sincronismo y enrutamiento

Fuente: Elaboración propia, Central Técnica Sinart Canal 13

5.5.10. Recomendaciones en intercomunicadores

Las marcas Telex Radiocom, RTS Comunications, Sennheiser, Shure y Bose; son líderes en estas áreas por lo que primero se tomará de base el equipo que se utiliza constantemente en las principales productoras de radio y televisión.

La marca RTS ofrecía anteriormente su equipo de montaje de Rack MKP-12 con conexiones UTP para las mesas de sonido digital y cuya función es interconectar y controlar las distintas entradas de audio analógico del canal (producción, cámaras, sonido, llamadas telefónicas entrantes, edición), este equipo se sustituye por el equipo advanced digital audio matrix (ADAM) bajo la línea de comunicación de audio IP OMNEO que centraliza los equipos IFB, las llamadas de voz IP, la comunicación de audio por IP dígase Dante u otros protocolos, además conserva la conexión inalámbrica mediante intercomunicadores y micrófonos UHF, VHF y Wi-Fi. Todo se centraliza en redes de audio digital, switchers y software de monitoreo y control por IP. Los equipos recomendados por RTS son la matriz ADAM-M, el keypanel KP-12CLD, la tarjeta de interface digital OMI y el equipo de control de audio por software y hardware DKP-4016 para Rack o para mesa de realización y control master.

Sony propone equipos inalámbricos para los presentadores, técnicos y productores con micrófonos de solapa que se interconectan al equipo RTS, micrófonos de mano para entrevistas y sistemas de transmisión modular para las presentaciones. Los modelos nuevos de esta línea son el UWPD16/14 que aparte de ser un transmisor inalámbrico y audífono para los presentadores, también convierte un micrófono XLR en inalámbrico con sus accesorios; otro modelo importante es el UWPD12/42 que posee un micrófono de mano inalámbrico para entrevistas y por último, se presenta el equipo DWZB70HL el cual incluye un transmisor de bolsillo profesional y un receptor inalámbrico de rack para su conexión a la consola de sonido.

Los modelos más utilizados en el mercado por Shure son: el clásico micrófono fijo para instrumentos SM57, el micrófono para voz SM58, la línea de micrófonos de estudio KSM y el famoso micrófono 55SH de Elvis. Ahora se tomará en cuenta la marca Neumann que entrega el nuevo modelo TLM 102 de estudio y el clásico BCM-104

Sennheiser entrega el micrófono Super cardiode E845 para vocalistas, el micrófono portátil de solapa EW1112-PG3, el MKE400 que sirve como accesorio de cámaras de video y los micrófonos de diadema HSP4. En la Fuente: Elaboración propia, Radio INA, se muestran los equipos de cabina de RADIO INA con micrófonos y equipos de intercomunicación marca SONY, Neuman y RTS.

Figura 40. Cabina de Radio

Fuente: Elaboración propia, Radio INA

5.5.11. Recomendaciones en Cables y antenas

En temas de cables, accesorios y conexiones; se encuentran múltiples marcas y aplicaciones; por ejemplo, la marca española COMEL o la marca japonesa CANARE que distribuyen cables de todo tipo en temas de audio y video profesional, cables de RF, Cables de Fibra óptica, Cables UTP de Red y conectores, cables híbridos de Fibra

y coaxial HFO, cables triaxiles, culebras de audio, XLR, HDMI, DVI, DMX, VGA, Thunderbolt de Apple, BNC y RCA, esta marca también distribuye patch cords y racks de interconexión, pero se destaca el equipo probador de cables HFO modelo FCT-FCKIT que determina cualquier daño en los cables HFO para proceder con una limpieza profunda de las líneas de fibra óptica si fuese necesario.

En la fase de potencia se utilizan conectores y guías de onda por lo que se recomienda la marca Andrew Commscope con sus líneas de fibra, coaxial, cable en conducto y conducto vacío Heliax, microducto, UTP y otras líneas más que los hacen ser favoritos entre las líneas de potencia de transmisión y antenas de microondas, VHF, UHF, Satélite y televisión abierta.

En temas de software existen las líneas de edición de sonido, edición de video, control de cámaras, automatización de la radio, automatización de la televisora y sistemas informáticos de edición y emisión de noticias; aparte de los muchos softwares de control de equipo electrónico, cámaras, sistemas IP y demás.

En audio AVID desarrollo Pro-Tools, para la conversión de formatos de señales de video y almacenamiento y procesamiento AVID utiliza EDIUS, Sony Vegas Pro se diseñó para la edición de videos aficionado, Adobe Premier es el sistema por excelencia de edición no lineal de las televisoras, XTV y XPlayout de Youplay es una de muchas opciones de automatización y control de la televisión similar a VSN multi com utilizado por Sinart en edición, para la radio se utiliza ZaraRadio, Radit HardData y SAM broadcaster, con el fin de obtener cualquiera de estos software se paga una cuota anual, mensual o semestral según el nivel de emisión.

En temas de antenas de transmisión que se utilizan en radio y televisión se habla paneles UHF, antenas Yagui, antenas de Dipolo, sistemas Lambda, radio link parabólicas, Radomos de Microonda y también se trabaja con antenas receptoras de interiores y portátiles, las marcas más reconocidas a nivel industrial son: ALDENA, Motorola, Elber, Andrew y COEL.

Los softwares de medición y simulación de espectro son de gran relevancia pues se cuestiona la eficiencia y los mapas de cobertura de una estación de radio por parte del gobierno, además es necesario conocer la cobertura que se puede obtener

de un posicionamiento de antena según sus parámetros de entrada, para lo que se utiliza de manera libre el software Radio Mobile y de manera paga el software de Aldena. Adjunto en la Elaboración propia, Volcán Irazú se observan las antenas de comunicación de Canal 13 en VHF y canal 20 UHF como repetidora digital de Sinart.

Figura 41. Antenas y paneles UHF

Elaboración propia, Volcán Irazú

5.5.12. Recomendaciones en monitores de video

Todo producto final de radio y televisión debe ser monitoreado, por lo que se utilizan pantallas UHD y monitores de alta definición, en este tema también es necesario considerar la etapa de sintonía digital ISDB-tb, algunas pantallas que cuentan con este estándar y un doble sintonizador para CATV y TDT son: la pantalla Sony modelo KDL-32BX355, las Panasonic TC-32C400 y TC-42CS600L, la pantalla LG modelo 43LF54, la línea Samsung que culminan en HXPA, XPR o GXPZ y la pantalla AOC LE42H254D2, mientras que los monitores profesionales marca NEC modelo E585 es UHD y por último, la pantalla Samsung modelo KS8000 de la serie 8 cuenta con imágenes HDR y 4K OLED UHD.

En la actualidad los monitores también se utilizan en los sistemas Video Wall donde lidera la marca AKIRA con el modelo ALM55Z4LS y el rack AAPS55Z4LS y también la empresa Lumtec que cuenta con la serie de paneles verticales u horizontales S2000 y S3000. Los equipos Multiview se utilizan para ver las distintas salidas pertenecientes al switcher de video de control master y las marcas más utilizadas en televisión son: Miranda con el modelo Kaleido K2 y Blackmagic con el equipo Multiview 16; ambos cuentan con múltiples entradas y salidas SDI HD.

Los equipos de audio profesional por destacar son: marca Marshall, Meyer Sound, Line Array de D.A.S Audio, Peavey, Biamp y Yamaha; estos se utilizan en eventos, conciertos y para producciones en set de televisión profesional. También, los parlantes creados por estas compañías se utilizan para monitorear el audio en estudio, en central técnica, en cabina y en donde se requiera; no se puede dejar de lado los equipos procesadores y ecualizadores que están ligados a los amplificadores de potencia con el fin de proteger y entregar la mejor calidad de sonido final.

5.5.13. Recomendaciones de equipamiento de video IP

Actualmente todos los sistemas broadcast son controlados, procesados y monitoreados por IP, la transmisión de los medios masivos se fortalece con la forma de entrega de audio y video streaming y el equipamiento digital de las central técnica que casi es un Data Center de emisión de contenidos (NAS y SAN), en temas de cámaras de video; se presentó la tecnología Live IP de Sony; en relación con los intercomunicadores de audio, RTS presentó el equipo ADAM IP (Advanced Digital Audio Matrix); mientras que en procesamiento de audio profesional digital Yamaha presentó la línea de audio en red llamada Dante con otras opciones como CobraNet.

Cuando se trata del control a distancia de la iluminación profesional de un set o un evento con equipos DMX, se aplica la nueva tecnología inalámbrica IP DMX WiFly, todos los micrófonos y diademas de comunicación dejan de transmitir en UHF/VHF y pasan a trabajar con tecnologías de comunicación mediante canales dedicados de Wi-Fi; los enlaces de microonda también cambian todos los equipos analógicos FM por comunicaciones de internet de banda ancha con enlaces ASI para la transmisión

de datos, totalmente ligados a esta línea aparecen los equipos satelitales DVB que evolucionan hacia DVB-Sx con la tendencia de subida y bajada de datos.

El control de los transmisores, multiplexores, codificadores y decodificadores ISDB-Tb se realiza mediante el protocolo TCP/IP a distancia con el único requisito de mantener los equipos conectados a internet, aparte claro está que las tendencias en televisión digital abierta se basan en redes de frecuencia única SFN que cuentan con modulaciones COFDM y antenas MIMO para la cobertura sectorial.

El video a través de los enlaces satelitales privados, es sustituido por la venta y el alquiler de contenidos de video en demanda y pago por visión contratado pues lo que se alquila es el acceso a un servidor para transmitir posteriormente eventos, deportes, películas, series y documentales HD para los televidentes.

Todos estos equipos anteriormente mencionados trabajan en base a los estándares de video Streaming SMPTE-2022 (video SDI sobre IP) algo similar al estándar de Voip para centrales telefónicas H-323 de la UIT, al estándar AES-67 AoIP de audio sobre IP y a el estándar RoIP (radio sobre IP) para banda 2 metros.

5.5.14. Recomendaciones en servidores de audio y video

Para continuar con los sistemas IP; destacan los servidores de almacenamiento de video digital; en donde Sony lidera la tecnología ODA-2 (Optical disc Archive generación 2) para videoteca y almacenamiento de video y audios digitales, esta línea está conformada por tres equipos base: la unidad de lectura USB modelo ODS-D280U, la unidad de librería Fibre-channel modelo ODS-D280F y los cartuchos de 3.3 Teras de almacenamiento ODC-3300R, recomendados principalmente por su garantía de trabajo de 100 años, su fácil acceso y conectividad mediante fibre-channel a las redes SAN y NAS, su rápida lectura mediante 8 cabezas ópticas, su capacidad de almacenamiento y también su acceso inmediato a la tecnología live IP 4K mediante el equipo media Gateway.

Otra tecnología de almacenamiento es “LTO-7 Ultrium” (Linear Tape Open); más utilizada para el almacenamiento de video temporal correspondiente a las

cámaras de seguridad y datos LTO es una línea de almacenamiento magnético que utilizan múltiples marcas tales como DELL, HP, IBM, CISCO e incluso Sony.

Los servidores Hardata Smart Flow de DELL son una plataforma que provee las herramientas necesarias para cerrar el ciclo del flujo de trabajo de una estación de TV de forma sencilla, estos equipos automatizan todas las tareas que se realizan de forma repetitiva tales como la programación, la edición, la selección de marcas y etiquetas, las búsquedas, el almacenamiento, el proxy, la ingesta, el almacenamiento y el playout de video. Otro equipo servidor multimedia es el AXEL de la marca Youplay que utiliza canal 42 y algunos equipos de almacenamiento de archivos Proliant de HP, QNAP para servicios NAS, OMNEON para servidores multimedia y en el caso de banda 2 metros los equipos Turbonet de Motorola.

Orad de Avid cumple las funciones de servidor de repeticiones de video para eventos deportivos, los equipos tricaster de Newtec sustituyen las producciones pequeñas y los equipos live U sustituyen con conexiones LTE a las móviles de noticias; con estos y muchos equipos IP más, se demuestra que el futuro en temas de la producción, edición, procesamiento, control y transmisión de contenidos es la internet con protocolos IP; por lo que, un técnico de telecomunicaciones, de electrónica u otra área que desee trabajar en radio y televisión, requiere de ampliar sus conocimientos a las redes de comunicación digital.

4.6. Análisis económico

En el análisis económico se incluyen los presupuestos y costos del trabajo actual (los beneficios versus la inversión económica). Para el desarrollo del manual de recomendaciones técnicas, serán más los beneficios obtenidos que los costos económicos generados ya que al ser un proyecto de graduación, el estudiante no tendrá ninguna retribución económica.

Para la aplicación del trabajo final en las empresas de radio y televisión se generan varias recomendaciones que implican un costo económico; en primera instancia se recomiendan por parte de los informantes clave que se aplique una charla

o seminario de actualización técnica para tratar la importancia y el futuro de los equipos IP dirigido hacia el personal que labora en la televisora con una duración máxima de dos horas laborales y en el caso de temas más amplios y prácticos como “redes para la televisión digital”, se recomiendan capacitaciones de aproximadamente 30 horas; considerando una distribución de tiempo técnico máximo de un día por semana, 4 fechas al mes.

La base promedio del salario técnico en radio y televisión es de quinientos mil colones al mes, trabajando a 48 horas semanales y el promedio de la hora laboral técnica es de 2650 colones. Al plantear la propuesta anterior de capacitación; el costo por persona por asistir a un seminario será de 5300 colones; si se considera una asistencia de 20 técnicos, el precio total considerando que el ingeniero a cargo sea quien realice el seminario será de 106 mil colones. Ahora bien, en relación al tema de la capacitación certificada de 30 horas, se promedian 79500 colones por persona y trabajando con dos grupos de 10 personas se mencionan costos más elevados; promediando 1.590.000 colones para certificar 20 técnicos en un mes siempre y cuando el desarrollo de esta sea en el espacio físico de capacitación de la televisora con los equipos de planta para reducir costos.

En relación con la inversión de equipos y la renovación de infraestructura con base en el manual de recomendaciones planteado, se define por parte de todos los informantes clave que existen muchas variables por considerar que no permiten brindar un coste exacto de inversión de equipamiento, tal es el ejemplo de las distintas marcas de equipo, la calidad del equipo, la garantía del equipo, la extensión de garantía, el tipo de equipo y su aplicación, el precio en mercado local o el precio en mercado internacional, la necesidad inmediata de aplicación o a corto, mediano o largo plazo, los presupuestos que se manejan en el momento por parte de la televisora, el precio del dólar, distintos proveedores de telecomunicaciones y su competencia, otra variable es si el equipo por comprar es nuevo o de segunda mano y también la posición y defensa de la inversión ante el personal administrativo de la empresa.

Cuando un equipo tiene un precio muy elevado; por ejemplo, las cámaras HD del estudio o el router de video de central técnica, el planteamiento de compra es a

mediano plazo y se trabaja con un promedio del costo, 50 mil dólares por ejemplo: si la inversión es de emergencia se toma al instante de algún lugar de presupuesto del canal o se negocia con alguna empresa similar algún convenio de apoyo y si se trata de repuestos, cables, conectores u otras áreas de menor inversión, existe una bodega de equipo y alianzas estratégicas entre colegas técnicos de apoyo para el préstamo de equipos con el fin de que la inversión sea pausada.

Análisis de resultados

Mediante el presente trabajo se logró crear una fundamentación teórica básica que sirve para ubicar a cualquier técnico que desee especializarse en radio y televisión digital, esta etapa servirá para las nuevas contrataciones de empleados y para repasar conceptos en relación con redes, servidores multimedia, arquitecturas de almacenamiento y otros temas de gran relevancia.

Con las entrevistas realizadas a los ingenieros especialistas se determinó que los empleados dominan el equipo con el que trabajan diariamente en relación con su manejo, programación, configuración e interconexión; sin embargo, es importante conocer el orden de la infraestructura de las distintas fases de una televisora por lo que se crearon varios diagramas en bloques generales en base a la realidad actual con que cuentan las distintas empresas.

Se realizaron además varias vistas a las centrales técnicas de las televisoras por lo que se fundamenta muy bien la etapa práctica de este trabajo, mediante fotografías, videos, marcas y modelos de equipos; en estas visitas se logró conocer las instalaciones donde se ubican los sistemas de microondas, los equipos de transmisión ISDB, producción HD, edición no lineal, realización y control master.

Las principales televisoras buscan actualizar sus dispositivos con tecnología de alta definición en todas sus fases; por lo que actualmente continúan trabajando con los cambios de infraestructura a corto y mediano plazo como parte de su labor cotidiana; esto hace que el ejemplo de infraestructura actual de las mismas, sirva de referencia para las empresas de menor nivel económico que aún no inician dicho proceso e inversión ligado al cambio a televisión digital.

En relación con los equipamientos de radio y televisión, se define que las tendencias de controlar, procesar, transmitir y almacenar información corresponden a protocolos IP mediante fibra óptica y conexiones inalámbricas seguras; lo que va ligado al concepto de industria 4.0 y Big Data.

Conclusiones

1. Las políticas y normativas nacionales limitan el crecimiento y fortalecimiento de las empresas de radio y televisión digital.
2. Es necesario capacitar al personal técnico de las televisoras en video streaming y sus distintas formas de entrega.
3. Es necesario educar y certificar al personal de Gobierno de los entes relacionados con telecomunicaciones en temas de radio y televisión digital.
4. Es necesario informar a toda la población costarricense en temas del encendido digital de la radio y la televisión para que se facilite la incorporación en Costa Rica de la televisión digital.
5. Las redes informáticas y los servidores de audio y video son la mayor necesidad de aprendizaje con que cuenta los técnicos en electrónica de las compañías de radio y televisión digital.
6. El nivel de conocimientos en temas de infraestructura de los distintos departamentos y el manejo y manipulación del equipo es muy bueno por parte de todo el personal que trabaja en el campo.
7. No existe un programa de capacitación técnica dedicado al sector de radio y televisión que forme y certifique de manera oportuna los conocimientos necesarios para trabajar en una televisora.
8. La fundamentación teórica del trabajo final de graduación es una referencia que necesita ser actualizada cada año para que sea funcional para las nuevas contrataciones de una empresa de producción televisiva.
9. El reglamento para la transición a la televisión digital terrestre obliga a las empresas de radio y televisión a cambiar toda su infraestructura técnica.
10. La nueva infraestructura de las distintas compañías debe ser en alta definición para todas sus etapas.

11. La forma de aprender de un técnico es mediante foros, charlas, seminarios, videos y prácticas. La teoría cumplirá un papel único de referencia a entregar mediante una plataforma informática online.
12. La teoría y funcionamiento del estándar Brasileño Japonés está prácticamente dominada por todos los empleados de las compañías de radio y TV.
13. Falta apoyo por parte del gobierno y los entes ligados a las telecomunicaciones para liberar frecuencias y fomentar proyectos de digitalización.
14. Se determina que las grandes televisoras del país y las principales empresas privadas de televisión por cable cuentan con un equipamiento de punta en temas de radio y televisión de alta definición.
15. Se define que el manual de recomendaciones técnicas será una excelente guía para las empresas de menor poder económico con miras a lograr ejecutar correctamente su presupuesto una vez aprobados los permisos de transmisión digital por parte del gobierno.
16. Las redes de frecuencia única SFN son una excelente opción de cobertura y desarrollo tecnológico, pero se requiere del apoyo y la concesión de frecuencia por parte del estado para su correcto desarrollo.
17. La compra de equipos y las recomendaciones por realizar están ligadas al cambio de presupuesto, urgencia de la compra, distintos proveedores y precios de competencia, además al criterio técnico por razones de garantía y calidad.
18. La forma de ver la televisión no se debilita, más bien aumenta y se fortalece mediante el cambio hacia nuevas formas de entrega de contenidos televisivos.
19. La televisión tiene mayor frecuencia de uso actualmente y evoluciona a un entorno más íntimo y personal mediante los dispositivos móviles, portátiles y fijos según el gusto de cada usuario.
20. La fundamentación teórica del trabajo de investigación servirá como guia para las nuevas contrataciones de personal técnico de las empresas de radio y televisión

y de referencia en temas de redes y servidores multimedia para los actuales empleados.

21. Ante tanta infraestructura tecnica, se crea una serie de diagramas en bloques generales relacionados con la interconexión del equipo; que servirán para orientar al técnico con el fin de mejorar los procesos y el análisis de posibles fallas y eventualidades.

22. La credibilidad del proyecto es muy amplia pues se basa en una serie de visitas técnicas y entrevistas a las principales compañías de radio y televisión de Costa Rica; de donde se obtienen fotografías, videos y comentarios otorgados de parte de ingenieros e informantes clave.

23. Los nuevos conceptos de industria 4.0 y Big Data, pretenden controlar, procesar, transmitir y almacenar toda la información mediante protocolos IP; por lo que, se demuestra la importancia del trabajo de investigacion desarrollado para las compañías de radio y la televisión digital a corto mediano y largo plazo.

Recomendaciones

1. Promover un foro virtual y reuniones técnicas con los ingenieros y especialistas para escuchar sugerencias de apoyo y lograr soluciones a las limitantes que ejerce el gobierno para el fortalecimiento de las empresas de radio y televisión digital, dirigido por el MICITT y la Vicerrectoría de telecomunicaciones.
2. Creación de un plan de capacitación técnica en temas de radio televisión digital para los técnicos, ingenieros y administradores de las televisoras en el cual también participe el Gobierno y sus entes relacionados, acorde a la necesidad puntual y de desarrollo.
3. Promocionar seminarios, charlas y capacitaciones en línea a nivel país para actualizar al personal de telecomunicaciones relacionado directamente con la radio y la TV.
4. Se recomienda realizar los cambios en equipamiento de una manera pausada y con miras a corto y mediano plazo, considerando los tiempos y costos de implementación final.
5. Creación de un campus virtual para la educación a distancia que fomente el aprendizaje electrónico móvil en temas de radio y televisión digital ligado a foros, textos y videos donde participen todos los entes de gobierno, televisoras y técnicos en audio y video por parte del MICITT y la vicerrectoría de comunicaciones acorde al plan de implementación de televisión digital.
6. Crear una alianza con algún banco estatal que apoye económicamente la opción de crecimiento e inversión por realizar por parte de las distintas empresas que cambiaran su infraestructura a corto y mediano plazo.
7. Proponer a los medios de comunicación la publicidad diaria informativa del cambio a televisión digital y sus distintas formas de entrega que sufre actualmente el país mediante anuncios y espacios publicitarios cortos.

8. Promocionar la marca país TVD del MICITT para la compra directa de pantallas, monitores y receptores que se venden en el país y que cuentan con el estándar de televisión digital ISDB-Tb.
9. Crear una aplicación informática que sirva para informar a la población y vendedores de equipo electrónico audiovisual en temas de ventajas y características de la radio y la televisión digital.
10. Desarrollar el concepto de Big Data (Macrodatos) a nivel universitario en las carreras de telecomunicaciones, informática y telemática pues es una visión mundial que abarca todas las tendencias del mercado.
11. Desarrollar el concepto de Ciber industria (Industria 4.0) a nivel universitario en todos sus aspectos pues esta conlleva formas innovadoras de capacitación, enseñanza y aprendizaje para los estudiantes, técnicos e ingenieros mediante la combinación de las fábricas inteligentes, el internet de las cosas y otros temas.

Bibliografía

Referencia de páginas en el world wide web

- Grass Valley a belden Brand, (2012- 2016). Knowledge, Popular Articles. United States of America, Grass Valley University. Recuperado de https://www.grassvalley.com/
- Sony corporation (2004-2016). Broadcast prolducts. Buenos Aires Argentina of LATAM. Recuperado de https://www.sonypro-latin.com/pro/lang/ls/ar/hub/broadcast-products-NAB-2016
- Panasonic Latin America, S.A. (2005-2016). Broacast and profetional AV global web side. Panasonic Centroamericana S.A. PCA Costa Rica. Recuperado de http://pro-av.panasonic.net/en/index.html
- Harris Corporation, (2016). Technical Training. México DF, Colonia Del Valle CP 03100. Recuperado de http://harris.com/contact/default.aspx#Latin-America
- Evertz Microsystems, Ltd. (2016). Solutions and products. Washington D.C. 10621 Gateway Blvd, Suite 206 Manassas, VA 20110. Recuperado de http://www.evertz.com/
- Black Magic Desing, (2016). Design Products. U.S. Blackmagic Design support offices, New York. Recuperado de https://www.blackmagicdesign.com/
- NEC de México S.A. de C.V, (2010-2016). Cine digital. Los Morales Polanco, 11510 México. Recuperado de http://mex.nec.com/
- JVC, Professional video, (2016). Productos y servicio técnico. ProvideoS.A., Barrio lincoln, san francisco 50 metros este y 275 sur de banco banex Costa Rica. Recuperado de http://pro.jvc.com/prof/main.jsp
- Newtek Corporation, (2016). Certificaciones y Entrenamiento, connect pro.U.S. sales New Yersey. Recuperado de http://www.newtek.com/support/certified/learning-resources.html

- Cisco Systems, Inc, (2016). Change the Way TV Works. USA, Corporate Headquarters 170 West Tasman Dr. San Jose, CA 95134. Recuperado de http://www.cisco.com/c/en/us/products/video/index.html
- Avid Products & Solutions, (2016). Sistem Avis Nexis. New York, New York
- 90 Park Avenue, 17th Floor New York, NY 10016. Recuperado de http://www.avid.com/
- ELBER S.R.L, (2016), Wireless Insight. Piazza Colombo, 4/15, 16121 Génova (Italia). recuperado de http://www.elber.it/es/
- ABE (2016), Advanced Broadcast Electronics. Via Leonardo da Vinci, 224 24043 Caravaggio (BG) – Italy P. Iva n° 01815800162 Recuperado de: http://www.abe.it/default.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1&lang=eng
- Rohde and Schwarz (2016), Radiodifusion y equipamiento. Av. Santa Fe 170 Col. Lomas de Santa Fe Delg. Alvaro Obregón 01210 México, D.F. Recuperado de: https://www.rohde-schwarz.com/lat/inicio_48230.html
- Unión internacional de las telecomunicaciones, UIT (2016). Normas, recursos y talleres. Organización de las Naciones Unidas en Nueva York. Recuperado de http://www.itu.int/es/ITU-T/publications/Pages/default.aspx
- Procuraduría General de la Republica, (2016). Programa de Modernización de la Administración de Justicia. Tomado de: http://www.pgrweb.go.cr/scij/
- Sistema Costarricense de información Jurídica (2016). Leyes y decretos de Costa Rica. Recuperado de http://www.pgrweb.go.cr/scij/avanzada_pgr.aspx.
- DIBEG, Digital Broadcasting Expert Group, (1997-2016). ARIB (Association of Radio Industries and Businesses) Nittochi Bldg. 11F, 1-4-1, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0013, Japan. Tomado de http://www.dibeg.org/
- NAB, National Association of Broadcasters (2008-2017). Show overview, advocacy, education and innovation._NAB Membership, 1771 N Street NW Washington DC 20036-2891. http://www.nab.org/membership/associateInternational.asp
- Yamaha Corporation Copyright © 2016. Revs your heart. Bansbach, San José, Costa Rica, Tomado de: http://www.yamahaproaudio.com/global/en/

Referencias de libros con autor y editor

- E.P.Joe Tozer, Basingstoke. (January 2004). Broadcast Engineer's Reference Book. With specialist contributors. Elsevier Inc. All rights reserved.
- David Austerberry – 2nd ed. (2005). The technology of video and audio streaming. British Library Cataloguing-in-Publication Data. Elserver, all rights reserved.
- Barrantes Echaverria, Rodrigo – (2002). Investigación: un camino al conocimiento, un enfoque cualitativo y cuantitativo. Universidad Estatal a Distancia, sexta reimpresión.
- Wes Simpson, Second Edition. (2008). Video Over IP, IPTV, Internet Video, H.264, P2P, Web TV, and Streaming. A Complete Guide to Understanding the Technology. Published by Elsevier Inc. All rights reserved.
- Presidencia de la República y el Ministerio del Medio Ambiente, Energía y Telecomunicaciones. Reforma al reglamento para la transición a la televisión digital terrestre en Costa Rica. Nº 37139-MINAET.
- Poder Ejecutivo de Costa Rica. Creación de la Comisión Mixta para la Implementación de la Televisión Digital Terrestre en Costa Rica. Decreto Ejecutivo: 36775 del 06/09/2011.
- Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica. Ley de radio y televisión Nº 1758 y sus reformas. Vigente actualmente.

Glosario

1. **Streaming:** También conocido como transmisión digital multimedia o difusión multimedia en continuo; hace relación a la distribución de archivos de audio y video por medio de redes informáticas donde el usuario consume el producto mientras que lo descarga.

2. **PlayOut:** En español el término se traduce como “acabado final” y corresponde a la emisión de contenidos de radio o televisión hasta la audiencia mediante las distintas formas de entrega provenientes de un control master con su servidor de video.

3. **One-Seg:** Es un servicio de transmisión de televisión digital terrestre y datos complementarios, diseñado para ser captado en dispositivos móviles el mismo Forma parte del sistema ISDB y su transmisión es llamada así por que la división de los 56 Megahetz del canal de televisión abierta se divide en trece segmentos y el segmento central se utiliza para transmitir video en resoluciones muy bajas para dispositivos móviles y portátiles.

4. **Encendido Digital:** Se refiere a la transición de las comunicaciones inalámbricas de los medios de comunicación a comunicaciones digitales; anteriormente llamado apagón analógico.

5. **Multicast:** su traducción es multi difusión y corresponde al envío de una señal a múltiples usuarios mediante redes; no sin antes establecer una serie de parámetros de enlace y comunicación; pues, se selecciona el grupo a quien se les envía la información.

6. **Broadcast:** emisión en informática y radiodifusión en telecomunicaciones; corresponde al envió de una señal de radio y televisión a todos los usuarios sin solicitud alguna que simplemente gusten sintonizar la frecuencia

correspondiente y en caso de informática y redes corresponde al envío de una señal de audio, video y datos de un emisor hacia todos.

7. **Unicast:** Es un método de transmisión uno a uno donde el envío de datos se realiza desde un único emisor a un único receptor, como por ejemplo de un servidor a un grupo de trabajo de una LAN. En un entorno Unicast, aunque varios usuarios puedan solicitar la misma información al servidor al mismo tiempo, el servidor responderá a las peticiones de los usuarios, enviando la información a cada usuario por aparte.

8. **Transport stream:** Significa corriente de transporte y corresponde a un protocolo de comunicación de audio, video y datos especificado en los estándares MPEG.

9. **Broadband:** Término técnico en inglés que significa ancho de banda y que corresponde a la capacidad del canal para transportar simultáneamente múltiples señales y tipos de tráficos a través de los distintos medios.

10. **Arquitectura de almacenamiento:** Corresponde a una estructura de servidores y arreglos de discos duros, cintas magnéticas e incluso unidades ópticas donde se almacenan, procesan y controlan datos de audio y video.

11. **Data Center:** Centro de procesamiento de datos que corresponde a una ubicación donde se concentran los recursos necesarios para el almacenamiento y procesamiento de la información.

12. **Certificación TIER:** El concepto de TIER nos indica el nivel de fiabilidad de un centro de datos asociado a cuatro niveles de disponibilidad ligados a los costos de construcción y otros aspectos más.

13. **Infocomunicaciones:** Corresponde a tecnologías de la información, donde se incorporan las redes informáticas, las telecomunicaciones y los servicios en línea como redes sociales, correos electrónicos y otros.

14. **Redes Dante:** Corresponde a los servicios de procesamiento, almacenamiento, control y comunicación de audio mediante una red Gigaethernet que conecta mediante cables UTP o fibra óptica todos los equipos de audio digital.

15. **Big-Data:** También conocido como macro datos o datos masivos es un concepto relacionado con el almacenamiento de grandes cantidades de datos y el procesamiento para encontrar patrones similares dentro del mundo del internet basándose en ejemplos como el almacenamiento masivo que produce grabar un partido de futbol en alta definición con 8 cámaras HD.

16. **Industria 4.0:** También se conoce como Cyber industria del futuro o industria conectada inteligente; corresponde a una manera de organizar los medios de producción mediante una industria que se adapte a las necesidades inmediatas con una inversión eficaz e inmediata, apoyándose en el internet de las cosas, la cultura de hacerlo usted mismo y los mercados de oferta y demanda inmediatos.

17. **Triple Play:** Corresponde a una triple entrega por parte de un proveedor de telecomunicaciones; este conlleva datos, voz y televisión sobre un solo servicio de entrega como la fibra óptica.

18. **Última milla:** Es un término que corresponde a la entrega de redes de telecomunicaciones en su última etapa, es la red de acceso final a los hogares o a las empresas; un ejemplo claro es la fibra óptica hasta el hogar.

19. **Fibre Channel:** En español significa canal de fibra; la misma corresponde a una topología de red utilizada principalmente para la comunicación entre los equipos de almacenamiento con velocidades de entre 1 y 8 gigas, su diseño se implementa principalmente en donde existen centros de datos.

20. **Rf Overlay:** Este concepto corresponde a la transmisión de radio frecuencia a través de redes de fibra óptica pasivas para lograr un triple play, se utiliza un láser dedicado que modula el video a 1550 nm de longitud de onda en paralelo a la señal de datos digital para la televisión análoga y TV digital terrestre y para

la televisión satelital. Es una forma de transmitir el video analógico con una multiplexación por división de longitud de onda WDM.

21. **Video en demanda:** Sistema de televisión que permite a los usuarios finales obtener un acceso a los contenidos multimedia de forma personalizada mediante solicitudes de un telespectador y con conexiones privadas directas al equipo móvil o portátil.

22. **Docsis:** Es la interfaz para servicios de datos por cable, corresponde a un equipo que une datos con un ancho de banda importante a las señales de televisión por cable mediante RF con redes de fibra cobre HFC.

23. **Data Center:** Es un nodo de telecomunicaciones donde se concentran todos los equipos servidores y enrutadores para procesar correctamente la información de una o varias empresas según se decida.

24. **Canon:** Derecho de transmisión que se le paga al Gobierno para poder utilizar una banda del espectro radio eléctrico.

25. **Televisión digital terrestre:** Corresponde a la forma de entrega del servicio de televisión digital por excelencia, es gratuita y es la tecnología que lidera la idea de trabajo de apagar las comunicaciones analógicas ara el año 2017 en Costa Rica, se trata del estándar ISDB-tb para los diferentes dispositivos fijos, móviles y portátiles.

26. **Wifly:** Tecnología de multiplexación digital DMX a distancia para el control de la iluminación y para otros dispositivos como máquinas de humo y estroboscópicas para eventos y conciertos.

27. **LiveIP:** Tecnología de procesamiento, control y monitoreo del video sobre protocolos de internet IP de Sony aplicable a cámaras de video y monitores.

Acrónimos

SECAM	Color secuencial con memoria.
PAL	Línea de fase alternada.
NTSC	Comité Nacional de Sistema de Televisión.
ATSC	Comité de Sistemas de Televisión Avanzada.
DVB	Digital Video Broadcasting.
ISDB	Radiodifusión Digital de Servicios Integrados.
DTMB	Digital Terrestrial Multimedia Broadcast.
TDT	Televisión Digital Terrestre.
IPTV	Televisión por Protocolos de Internet.
CATV	Community Antenna Televisión.
VOD	Video en demanda. Video On Demand.
PPV	Pago por ver. Pay Per View.
LTE	Long Term Evolution. Evolución a largo plazo.
MBMS	Multimedia Broadcast Multicast Services. Emisión y multidifusión de servicios multimedia.
HBBTV	Hybrid Broadcast Broadband TV. Banda Ancha.
OTT	Over The Top.
UHD	Ultra alta definición.

SAN	Storage Area Network. Red de área de almacenamiento.
NAS	Network Attached Storage. Almacenamiento conectado en red.
UIT	Union Internacional de Telecomunicaciones.
HFC	Hybrid Fiber Coaxial. Híbrido de fibra coaxial.
SFN	Single Frequency Network. Redes de frecuencia única.
MFN	Multiple Frequency Network. Redes de frecuencia múltiple.
MINAET	Ministerio de Industria, ambiente, energía y telecomunicaciones.
SINART	Sistema Nacional de Radio y Televisión.
FCC	Federal Communications Commission. Comisión Federal de Comunicaciones.
MPEG	Moving Picture Experts Group. Grupo de expertos de imagen en movimiento.
SMPTE	Society of Motion Picture and Televisión Engineers. Sociedad de productores de cine e ingenieros en televisión.
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System. Sistema móvil universal de telecomunicaciones.

TDS-OFDM	Time Domain Synchronization – Orthogonal Frequency Division Multiplexing. Ortogonalidad.
ARIB	Association of Radio Industries and Businesses.
TVD	Televisión Digital en Costa Rica. “Sello”.
DTH	Direct to home. Directo al hogar.
FTTx	Fibre to the X. Fibra hasta el X (Nodo, hogar, premisa).
STB	Set Top Box. Caja sobre el equipo.
CMTS	Cable Modem Termination System. Sistema de Terminación de Cable módems.
PON	Passive Optical Network. Redes ópticas pasivas.
OLT	Optical line terminal. Línea terminal óptica.
ONU	Optical network unit. Unidad óptica de red.
ODN	Optical Distributtion Network. Unidad de distribución.
WDN	Wavelength Division Multiplexing. Multiplexación por longitud de onda.
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line. Línea de abonado digital asimétrica.
AAC	Advanced Audio Coding. Codificación avanzada de audio.
PES	Packetized Elementary Stream.
HFR	High Frame Rate. Alto rango de muestras.

PID	Paquete de identificación de Transport Stream.
PAT	Program association table. Tabla de asociación de programación.
PMT	Program map table. Tabla de mapas de programación.
SDI	Serial Digital Interface. Interface serial digital.
ODA	Optical Disc Archive. Archivos ópticos en disco.
LTO	Linear Tape Open.
DHCP	Dinamic Host Control Protocol.
HTML	HyperText Markup Language. Lenguaje de marcas de hipertexto.
SQL	Structured Query Language. Lenguaje de consulta estructurada.
PBX	Private Branch Exchange. Central privada.
ISCSI	Internet Small Computer System Interface.
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad.
BER	Bit Error Rate. Error de bit.
MER	Modulation Error Ratio. Error de modulación.
SUTEL	Superintendencia de telecomunicaciones.
HDR	High Dynamic Range. Alto rango dinámico.
GAM	Gran Área metropolitana.

TIER	Technical Independent Evaluation Report.
STB	Set Top Box.
ANSI	American National Standards Institute.
TIA	Telecommunications Industry Association.
SINART	Sistema Nacional de Radio y Televisión.
CAMTIC	Cámara de Tecnologías de Información y Comunicación.
UCR	Universidad de Costa Rica.
SUTEL	Superintendencia de Telecomunicaciones.
CANARTEL	Cámara Nacional de Radio y Televisión.
INFOCOM	Cámara de Infocomunicaciones y Tecnología.
MEIC	Ministerio de economía, industria y comercio de Costa Rica.
PNAF	Plan Nacional de Atribución de Frecuencias.
MEP	Ministerio de Educación Pública.
ESPH	Empresa de Servicios Públicos de Heredia.
HFO	Fibre Optic Camera Cable.
PPPoE	Point-to-Point Protocol over Ethernet.
LNA/LNB	Low Noise Amplifier / Block.
VDSL	Very high bit-rate Digital Subscriber Line.

DMX	Digital Multiplex.
UHF/VHF	Very High Frecuency / Ultra.
EPG	Guía electrónica de programas.
APSK	Asymmetric Phase-Shift Keying.
QAM	Modulación por Amplitud de Cuadratura.
MACP	Color plus adaptable al movimiento.
DTH	Direct to Home.
FTA	Free to Air.
AON	Active Optical Network.
ONT	Optical Network Terminal.
EWBS	Emergency Warning. Broadcast System.
SQVGA.	Super Video Grafics Array.
CIF	Common Intermediate Format.
DSLAM	Digital Subscriber Line Access Multiplexer.
SDH	Synchronous Digital Hierarchy.
VOIP	Voz sobre protocolos de internet.
EDFA	Erbium Doped Fibre Amplifier.
POTS	Plain Old Telephone Service.
CAT	Conditional Access Table.

RTB/C	Red Telefónica Básica / Conmutada.
HTTP	Hypertext Transfer Protocol.
UDP	User Datagram Protocol.
TCP	Transmission Control Protocol.
ETSI	European Telecommunications Standards Institute.
FEC	Forward Error Correction.
GOP	Grupo de Imágenes.
HEVC	High Efficiency Video Coding.
LLVC	Low Latency Video Codec
AVC	Advanced Video Coding.
QFHD	Quad Full High Definition.
ASI	Asynchronous Serial Interface.
OSI	Open System Interconnection.
MAC	Media Access Control Address.
ICMP	Internet Control Message Protocol.
XLR	External Line Return.
BTS	Broadcast Transport Stream.
RAID	Redundant Array of Inexpensive Disks
RTOS	Real-Time Operating System.

CCTV	Circuito Cerrado de Televisión.
HBA	Hot Bus Array.
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer.
HTML	HyperText Markup Language.
IFB	Interruptible Foldback.
NAB	National Association of Broadcasters.
CES	Consumer Electronics Show.
CCU	Unidad Central de Control.
HDMI	High Definition Multimedia Interface.
MIDI	Musical Instrument Digital Interface.
TIPA	Technical Image Press Association.
EISA	European Imaging and Sound Association.
HFR	High Frame Rate Software.
ADAM	Advanced Digital Audio Matrix.
MIMO	Multiple Imput Multiple Output.
AOIP	Audio sobre IP.
DSP	Digital Signal Processor.
LPCM	Linear Pulse Codec Modulation.

Anexos

Anexo No. 1

Tabla 5.Tabla de variables e indicadores

Objetivos Específicos	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Instrumentación
Sintetizar la información técnica sobre radio y televisión digital considerando leyes y decretos nacionales, estándares y normativas internacionales.	Recopilación de información.	Son los conceptos básicos de radio y televisión.	Alto, si es más de un 80%, según opinión de los ingenieros informantes clave.	Con base en la pregunta 10, Entrevista con informantes clave.
	Identificación de políticas y normativas.	Son los decretos y leyes que rigen sobre las distintas formas de entrega.	Bajo si esta entre 50% y 80% según las opiniones de los ingenieros a cargo del personal.	Con base en la pregunta 21 Entrevista con informantes clave.
	Identificación de las distintas formas de entrega.	Son las formas en que el usuario obtiene los servicios de radio y televisión en sus dispositivos móviles, portátiles o fijos.	Muy bajo, si las respuestas entregan valores menores al 50% según los criterios técnicos de los informantes clave.	Con base en la pregunta 11. Entrevista con informantes clave.

Evaluar la realidad actual de las principales empresas de radio y televisión digital de Costa Rica en temas de infraestructura, noción y equipamiento técnico.	Identificación del nivel de conocimientos técnicos. Conocimiento de infraestructura.	Corresponde al nivel de cualificación técnica y el nivel de conocimientos que requiere un técnico en radio y televisión. Son las distintas etapas, que contempla una compañía de radio y televisión con su equipamiento e infraestructura técnica.	Alto, si es más de un 80%, según opinión de los ingenieros informantes clave. Bajo si esta entre 50% y 80% según las opiniones de los ingenieros a cargo del personal. Muy bajo, si las respuestas entregan valores menores al 50% según los criterios técnicos de los informantes clave.	Con base en las preguntas 12 y 13. Entrevista con informantes clave. Con base en las preguntas 14, 15, 16 y 18. Entrevista con informantes clave.
Desarrollar un manual de recomendaciones técnicas para la actualización de los equipos de telecomunicaciones de las distintas compañías de radio y televisión digital; serán consideradas marcas, modelos y funcionamiento de los equipos propuestos.	Desarrollo de un manual de recomendaciones. Planes de actualización.	Es un resumen general de referencia para las pequeñas televisoras que apoyara los planes de desarrollo y digitalización de la radio y la TV digital. Corresponde al desarrollo de una serie de recomendaciones técnicas para la mejora de la infraestructura actual de las grandes representaciones de radio y televisión de C.R.	Alto, si es más de un 80%, según opinión de los ingenieros informantes clave. Bajo si esta entre 50% y 80% según las opiniones de los ingenieros a cargo del personal. Muy bajo, si las respuestas entregan valores menores al 50% según los criterios técnicos de los informantes clave.	Con base en las preguntas 20 y 22. Entrevista con informantes clave. Con base en la pregunta 17, 19. Entrevista con informantes clave.

Fuente: Elaboración propia

Anexo No. 2

Entrevista con informantes clave

Estimado ingeniero participante; reciba un grato saludo y agradecimiento por su tiempo e interés en colaborar con la siguiente información técnica para el desarrollo de un tema tan importante en materia de radio y televisión digital. En la siguiente entrevista se tratan temas de mucha relevancia de su campo profesional, para los cuales se hace necesario su criterio, opinión y apoyo para documentar el nivel cognoscitivo y técnico de sus colaboradores, el estado en que se encuentra el equipamiento de telecomunicaciones de las centrales técnicas y la proyección para la digitalización de los equipos de producción, edición, transmisión, recepción y medición de campo para la radio y la televisión digital. El principal objetivo de esta entrevista, es conocer cuáles son las necesidades puntuales del área para apoyar su proceso productivo; por eso, se desarrolla la entrevista con una serie de preguntas de fácil respuesta sobre el tema. Las respuestas brindadas servirán de insumo para la creación y actualización de un manual de apoyo para su empresa; con conceptos teóricos y prácticos muy puntuales para el personal de telecomunicaciones; además, servirá para crear una guía de referencia y consulta para la correcta actualización de los equipos de su trabajo cotidiano. Agradecemos su colaboración al respecto para el desarrollo eficaz de dicho manual que le será entregado personalmente a su compañía una vez concluido;

Atentamente

Ing. Ronny Iván Ramírez Vargas

Radio y Televisión Digital

I. Datos de la Organización

01	Nombre de la empresa o institución	
02	Dirección exacta	
03	Nombre del informante clave	
04	Departamento o área	
05	Puesto que ocupa	
06	Teléfono	
07	Página Web	
08	Dirección de correo electrónico	
09	Actividad principal de la organización	

II. Conocimiento técnico metodológico en temas de radio y televisión digital

10	¿Cuentan sus empleados con buenas bases en temas de televisión digital? Qué nivel de conocimiento técnico tienen y en cuales temas se han desarrollado capacitaciones para fomentar sus bases teórico prácticas de radiodifusión comercial, producción y otros.	□ Sí □ No Indique el porcentaje: _____ ¿Cuáles conocimientos?
11	Por parte de su personal a cargo. ¿Se conoce la diferencia entre los distintos métodos de entrega televisiva ISDB-Tb, IPTV, CATV, OTT, LTE, DTH, HbbTV y WebTV? En cuales temas de los mencionados necesitaran más información.	□ Sí □ No Indique el porcentaje: _____ ¿Cuáles temas?

12	En el caso de los técnicos de la empresa. ¿Sera necesario reforzar teóricamente los temas de redes informáticas, servidores de video y audio, Linux, IPV6, protocolos de comunicación digital, 3D, 4K y HD, sistemas de producción Live IP, interoperabilidad y comunicaciones digitales?	□ Sí □ No Indique el porcentaje: _____ ¿Cuáles otros temas?
13	De qué manera actualizan los conocimientos teóricos, técnicos y prácticos en edición, producción y telecomunicaciones sus empleados. ¿Les sería útil un manual de apoyo de radio y televisión digital acorde a nuestras realidades actuales?	□ Sí □ No Indique que tan útil: _____ ¿Cómo utilizaría el manual y que temas recomienda desarrollar ampliamente en el mismo?

III. Conocimientos en equipo de telecomunicaciones y producción de radio y televisión digital

14	¿Conocen bien los técnicos de producción y edición los diagramas de bloques actuales de conexión de equipos de un set de televisión en temas de audio, video y grafismo? Consolas de sonido, consolas de video, multiplexación de señal, manejo de cámaras, interconexión de cámaras y sistemas IFB, etc.	□ Sí □ No Indique el porcentaje: _____ ¿Será necesario crear un ejemplo técnico de referencia para su ayuda?

15	¿Conocen bien los técnicos de transmisión los diagramas de bloques actuales de interconexión de los equipos de la central técnica en temas de audio, video y datos?	□ Sí □ No Indique el porcentaje: _____ ¿Será necesario crear un ejemplo técnico de referencia para su ayuda?
16	En cuanto a las redes inalámbricas de transmisión de televisión digital y radio frecuencia SFN y MFN ¿se conocen los equipos y los diagramas de interconexión, características y otros puntos por parte de los técnicos e ingenieros del área?	□ Sí □ No Indique el porcentaje: _____ ¿Será necesario crear un ejemplo técnico de referencia para su ayuda y diagramas de apoyo didáctico?

IV. Manual de recomendaciones técnicas para la actualización del equipo de radio y televisión digital

17	¿Qué se conoce acerca de las nuevas tendencias de radio y televisión digital y que rumbo lleva esta televisora en temas de producción, edición, recepción y transmisión de señales digitales para el usuario final y demás?	Desarrolle su respuesta:
18	En temas de operación, funcionamiento e interconexión de los distintos equipos para la radio y la televisión digital. ¿Con cuales equipos cuenta actualmente esta compañía, especulando en sistemas IP, servidores de video y audio y otros más de comunicación digital?	Exprese marcas, modelos y otros temas relacionados de importancia que retomen el caso y sirvan para su mejora.

19	En temas de equipo de audio, video y telecomunicaciones. ¿Cuáles son las intenciones de equipamiento a corto, mediano y largo plazo para su empresa? fibra óptica, redes inalámbricas malladas MESH, producción en vivo IP, interfaces multimedia e interoperabilidad, normativas de video y estándares 4K, HD y 8K y Sistemas de baja latencia Video Codificación LLVC.	Mencione marcas, modelos y aplicaciones:
20	¿Les sería útil crear un manual de recomendaciones técnicas que sirva como referencia para actualizar los equipos de producción, edición, transmisión y recepción de señales televisivas digitales acorde a nuestras realidades actuales?	□ Sí □ No Indique que tan útil: _____ ¿Cómo utilizaría el manual y que temas recomienda desarrollar ampliamente en el mismo?

V. Observaciones y detalles de parte del infórmate clave

21	¿Conoce de algún plan o proyecto que le apoye a usted y su departamento en temas de operación, funcionamiento, protocolos e interconexión de equipos de telecomunicaciones?	□ Sí □ No Si su respuesta es Sí, podría usted mencionar algún plan.

22	¿Existe alguna observación o comentario extra que no se haya planteado en la entrevista; que usted como especialista en el campo considere importante desarrollar en el proyecto para su apoyo y mejora? Espacio exclusivo para el ingeniero del canal.	□ Sí □ No Desarrolle su respuesta puntualmente:

Observaciones del entrevistador:

Nombre del (la) informante clave: Firma:

Nombre del (la) entrevistador(a): Ing. Ronny Ramírez Vargas Firma:

Fecha de la entrevista: Sello de la empresa:

Anexo No. 3

Tabla 6. Lista de canales de televisión

LISTA DE CANALES DE TELEVISIÓN					
Nombre del canal	**Rango de frecuencias concesionadas (MHz)**	**Grupo, empresa o persona**	**Teléfono / Fax**	**Correo**	**Web**
2	54-60	Telesistema Nacional S.A.	2224-37-80 2524-01-18	-	-
3	60-66	Televisora Sur y Norte, S.A.	2299-7200	info@repretel.com	www.repretel.com
4	66-72	Teleamérica S.A.	2299-7200	info@repretel.com	www.repretel.com
5	76-82	Televisora de Costa Rica S.A.	2232-2222 / 2231-6258	-	www.teletica.com/
6	82-86	Corporación Costarricense de Televisión, S.A.	2299-7200	info@repretel.com	www.repretel.com
7	174-180	Televisora de Costa Rica S.A.	2232-2222/ 2231-6258	-	www.teletica.com/
8	180-186	Ministerio de Educación Pública - SINART	2231-3333 / 2231-6604	-	www.sinart.go.cr/
9	186-192	Celestron S.A.	2280-8168 (Tel-fax)	-	www.canal9teve.com
10	192-198	Ministerio de Educación Pública - SINART	2231-3333 / 2231-6604	-	www.sinart.go.cr/
11	198-204	Televisora Sur y Norte, S.A.	2299-7200	info@repretel.com	www.repretel.com
12	204-210	Televisora Sur y Norte, S.A.	2299-7200	info@repretel.com	www.repretel.com
13	210-216	Ministerio de Educación Pública - SINART	2231-3333 / 2231-6604	-	www.sinart.go.cr/
14	470-476	T.V. Norte Canal Catorce S.A.	2460-8200 / 2460-2919	tvn@coopelesca.co.cr	-
14	470-476	Granro Televisora Del Sur, S.A.	2772-1414 / 2771-5439	info@tvsur.co.cr	www.tvsur.co.cr
15	476-482	Universidad de Costa Rica	2511-1515 / 2511 - 4652	canal15@ucr.ac.cr	www.canal15.ucr.ac.cr/
16	482-488	T.V. Norte Canal Catorce S.A.	2460-8200 / 2460-2919	tvn@coopelesca.co.cr	-

LISTA DE CANALES DE TELEVISIÓN					
Nombre del canal	**Rango de frecuencias concesionadas (MHz)**	**Grupo, empresa o persona**	**Teléfono / Fax**	**Correo**	**Web**
16	482-488	Doña Nena S.A.	2240-7591 / 2236-3672	-	-
17	488-494	Otoche S.R.L.	2210-2929 / 2231-3838	-	-
18	494-500	Televisora de Costa Rica S.A.	2232-2222/ 2231-6258	-	www.teletica.com/
19	500-506	T.V. Diecinueve UHF S.A.	2226-9333 / 2226-9092	-	-
20	506-512	Lindbergh Quesada Álvarez	2222-2422	-	-
20	506-512	Televisora Canal Veintisiete M.M., S.A.	2524-04-55 (telefax)	-	-
21	512-518	Otoche S.R.L.	2210-2929 / 2231-3838	-	-
22	518-524	Telesistema Nacional S.A.	2233-4550 / 2233-4567/ 2233-4505	-	-
23	524-530	Televisora Cristiana S.A.	2220-3323 2220-1597	tvsat@enlace.org	www.enlace.org/
24	530-536	Bivisión de Costa Rica S.A.	2231-4785 2232-0379	-	-
25	536-542	Otoche S.R.L.	2210-2929 2231-3838	-	-
26	542-548	Corporación Costarricense de Televisión, S.A.	2299-7200	info@repretel.com	www.repretel.com
27	548-554	Televisora Canal Veintisiete M.M., S.A.	2226-9333 2226-9092	-	-
28	554-560	Cadena de Televisión Comunitaria del Caribe, S.A.	2257-00-97 2222-55-60	-	-
28	554-560	Técnicos en Telecomunicaciones S.A.L.	2226-41-42 / 2226-30-33 2226-27-90	tentsal@amnet.co.cr	-
28	554-560	Lindbergh Quesada Álvarez	2460-35-25 2460-23-98	-	-
29	560-566	Bivisión de Costa Rica S.A.	2280-94-94 2280-05-15	-	www.vmlatino.com/

LISTA DE CANALES DE TELEVISIÓN					
Nombre del canal	**Rango de frecuencias concesionadas (MHz)**	**Grupo, empresa o persona**	**Teléfono / Fax**	**Correo**	**Web**
30	566-572	Génesis Televisión S.A.	2232-2222 2231-6258	-	www.teletica.com/
31	572-578	Asociación Cultural Cristo Visión	(905)-131-31-31 2222-7537	cristovision@racsa.co.cr	www.cristovisioncr.com/
32	578-584	Asociación Cristina de Comunicaciones Canal Veintitrés	2220-3323 2220-1597	tvsat@enlace.org	www.enlace.org/
33	584-590	Génesis Televisión S.A.	2231-47-36	-	-
34	590-596	Teleamérica S.A.	2299-7200	info@repretel.com	www.repretel.com
35	288-294	Televisión y Audio, S.A.	2289-88-82 228-6262	ejtv@enlace.org	http://www.enlacejuvenil.tv/
36	602-608	Trivisión de Costa Rica S.A.	2666-0036 (telefax) 2231-47-85 (tel.)	c36tv@yahoo.com	-
38	614-620	Canal Color S. A.	2236-28-54 2240-90-38	coccio@racsa.co.cr	-
39	312-318	Celestron S.A.	2280-8168 (Tel-fax)	-	www.canal9teve.com
40	626-632	La Productora Centroamericana de Televisión, S.A.	2520-1112 / 2290-5346	telefides@racsa.co.cr	www.telefides.com/
41	632-638	Televisión y Audio, S.A.	2228-02-22 2228-62-62	-	http://www.enlacejuvenil.tv/
42	638-644	Sociedad Periodística Extra, Ltda.	905-523-98-72 2233-59-21	extraltd@racsa.co.cr	www.extratv42.com/
43	644-650	Asociación Cristina de Comunicaciones Canal Veintitrés	2220-3323 2220-1597	tvsat@enlace.org	www.enlace.org/
44	650-656	Fundación Internacional de las Américas	2257-62-47 2222-61-32	-	-
45	656-662	Canal Cincuenta de Televisión S.A.	2209-8000 2293-79-93	info@fcnTelevisión.tv	www.fcnTelevisión.tv
46	662-668	Corporación Costarricense de Televisión, S.A.	2232-9255 2232-60-87	-	-
47	668-674	Canal Color S. A.	2236-28-54 2240-90-38	coccio@racsa.co.cr	-

LISTA DE CANALES DE TELEVISIÓN					
Nombre del canal	**Rango de frecuencias concesionadas (MHz)**	**Grupo, empresa o persona**	**Teléfono / Fax**	**Correo**	**Web**
48	674-680	Asociación Lumen La Granja San Pedro	2234-1770 2234-1885	-	-
49	680-686	Radio Costa Rica Novecientos Treinta A.M. S.A.	2225-0242 / 2253-7020	-	-
49	680-686	Grupo Tagama, S.A.	2225-8282 2280-10-28	telepaz52@hotmail.com	www.telepaz52.com/
50	686-692	Canal Cincuenta de Televisión S.A.	2209-80-00 2293-79-93	info@fcnTelevisión.tv	www.fcnTelevisión.tv
51	692-698	Canal Cincuenta Uno, S.A.	2460-35-25 2460-23-98	-	-
52	698-704	Grupo Tagama, S.A.	2225-8282 2280-10-28	telepaz52@hotmail.com	www.telepaz52.com/
53	704-710	Televisora Cristiana S.A.	2220-3323 2220-1597	tvsat@enlace.org	www.enlace.org/
54	710-716	Radio Costa Rica Novecientos Treinta A.M. S.A.	2226-9333 2226-9095	-	-
55	716-722	Asociación Cultural Cristo Visión	(905)131-3131 /2248-18-00 2222-7537	cristovision@racsa.co.cr	www.cristovisioncr.com/
56	722-728	T.V. de San José UHF, S.A.	2286-3344/ 2226-9092	-	-
57	728-734	Asociación Lumen La Granja San Pedro	2234-1885 / 2234-1403 2234-14-03	-	-
58	734-740	T.V. de San José UHF, S.A.	2286-3344 / 2226-9092	-	-
59	740-746	Conferencia Episcopal Nacional de Costa Rica	2520-1112 / 2290-5346	telefides@racsa.co.cr	www.telefides.com/
60	746-752	T.V. de San José UHF, S.A.	2286-3344/ 2226-9092	-	-
61	752-758	Conferencia Episcopal Nacional de Costa Rica	2520-1112 / 2290-5346	telefides@racsa.co.cr	www.telefides.com/
62	758-764	Red Televisión y Audio, S.A.	2220-3323 2291-39-83	-	-
63	764-770	Televisora Cristiana S.A.	2220-3323 2220-1597	tvsat@enlace.org	www.enlace.org/

LISTA DE CANALES DE TELEVISIÓN					
Nombre del canal	**Rango de frecuencias concesionadas (MHz)**	**Grupo, empresa o persona**	**Teléfono / Fax**	**Correo**	**Web**
64	770-776	Otoche S.R.L.	2210-2929 2231-3838	-	-
65	776-782	La Jícara, S.A.	(905)-131-31-31 2222-7537	cristovision@racsa.co.cr	www.cristovisioncr.com/
66	782-788	Fundación Internacional de las Américas	2257-36-31 2222-61-32	-	-
67	788-794	Local TM Apto TM Apto Rom, S.A	2286-3344/2226-9333/ 2226-9092	-	-
68	794-800	Otoche S.R.L.	2210-2929 / 2231-3838	-	-
69	800-806	Sociedad Periodística Extra, Ltda.	905-523-98-72 2233-59-21	extraltd@racsa.co.cr	www.extratv42.com/

Fuente: Control Nacional de Radios

Anexo No. 4

Diagrama 29. Políticas y normativas nacionales sobre radio y televisión

1958.	• **Ley de radio y televisión 1758.** Reforma a la ley en 1967; con la última derrogación realizada el dia cuatro de abril del 2016 por parte de la asamblea legislativa.
2002.	• **Tratado internacional 8100.** Convenio Union Internacional de Telecomunicaciones UIT (Ginebra, 1992). Asamblea Legislativa de la Republica de Costa Rica.
2003.	• **Decreto ejecutivo 8346.** Primera ley Orgánica del Sistema Nacional de Radio y Televisión cultural (SINART). Poder Ejecutivo.
2006.	• **Decreto ejecutivo 33058.** Autorización de una canal adicional para los concesionarios de televisión para iniciar las pruebas de TV digital. Poder Ejecutivo.
2008.	• **Ley General de Telecomunicaciones 8642.** Ley de fortalecimiento y modernización de las entidades públicas de telecomunicaciones. Asamblea Legislativa.
2009.	• **Decreto ejecutivo 35257.** Plan Nacional de Atribución de Frecuencias. (PNAF). Poder Ejecutivo.
2009.	• **Decreto ejecutivo 35657.** Se crea la primera comisión mixta para definir el estándar de TV para Costa Rica y se crea el plan maestro (UCR, SUTEL, CAMTIC, VICE, MEP, y Veritas)
2010.	• **Decreto ejecutivo 36009.** Se define el estándar ante el ministro de telecomunicaciones con sus implicaciones tecnológicas, industriales, comerciales y sociales.
2011	• **Decreto ejecutivo 36774.** Se crea el reglamento para la transición a la televisión digital terrestre y la sub comisión técnica para las pruebas de campo. Poder Ejecutivo.
2012	• **Decreto ejecutivo 37139.** Primera Reforma al reglamento para la transición de la televisión digital terrestre. Apagón del sistema ATSC primera transmision oficial SINART (19/3).
2013	• **Decreto ejecutivo 37832.** Reglamento técnico RTCR 456; Receptores ISDB-Tb y antenas de TV características técnicas básicas aplicadas estándar ISDB-Tb en Costa Rica
2013	• **Decreto ejecutivo 38144..** Reforma a la comisión mixta de implementación se crea la comisión del plan de solidaridad. (MEIC, importadores y distribuidores de TV).
2014	• **Directriz 69 del poder ejecutivo.** Lineamientos de SUTEL para el plan de canalización y coberturas de señal de TV digital durante el periodo de transición.
2014	• **Decreto ejecutivo 38387.** Reforma reglamento de la TV digital, se consideran los receptores móviles, fijos y portátiles ISDB-tb, concesión de canales ISDB-Tb.
2014	• **Directriz 20 del poder ejecutivo.** Asignación de canales virtuales durante la transmisión a televisión digital terrestre. Canal físico y canal virtual.

Fuente: elaboración propia