



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

**ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL APAGÓN ANALÓGICO PARA LA
MIGRACIÓN DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL EN EL
PERIODO DICIEMBRE 2016 A DICIEMBRE 2018.**

AUTOR:

GUZHÑAY LUNA, JAIME ROBERTO

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR:

BOHORQUEZ HERAS, DANIEL BAYARDO

Guayaquil, Ecuador

15 de marzo del 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr.
Guzhñay Luna, Jaime Roberto como requerimiento para la obtención del
título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**.

TUTOR

Bohórquez Heras, Daniel Bayardo

DIRECTOR DE CARRERA

Heras Sánchez, Miguel Armando

Guayaquil, a los 15 del mes de marzo del año 2017



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Guzhñay Luna, Jaime Roberto**

DECLARÓ QUE:

El trabajo de titulación **“Estudio y análisis del apagón analógico para la migración de la televisión analógica a digital en el periodo diciembre 2016 a diciembre 2018”** previo a la obtención del Título de **Ingeniero en Telecomunicaciones**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 15 del mes de Marzo del año 2017

EL AUTOR

GUZHÑAY LUNA, JAIME ROBERTO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **Guzhñay Luna, Jaime Roberto**

Autorizó a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: **“Estudio y análisis del apagón analógico para la migración de la televisión analógica a digital en el periodo diciembre 2016 a diciembre 2018”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 15 del mes de Marzo del año 2017

EL AUTOR

GUZHÑAY LUNA, JAIME ROBERTO

REPORTE DE URKUND

URKUND

Documento [TESIS GUZHÑAY LUNA 2.docx](#) (D26156504)

Presentado 2017-03-03 16:16 (-05:00)

Presentado por fernandopm23@hotmail.com

Recibido edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje 2da revisión TESIS GUZHÑAY LUNA 2.docx [Mostrar el mensaje completo](#)

4% de esta aprox. 29 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 8 fuentes.

Lista de fuentes Bloques

- [cinthia tesis.docx](#)
- [Titulación-Baidal.docx](#)
- [Formato TT CORREGIDO 1.docx](#)
- [Titulación-Baidal.docx](#)
- <https://www.razonypalabra.org.mx/N/N70/...>
- <http://www.diarioinformacion.com/tecnolo...>
- <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script...>

Reiniciar Exportar Compartir

1 Advertencia

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACION TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA

DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TEMA:

ESTUDIO Y

ANÁLISIS

DEL APAGÓN ANALÓGICO EN ECUADOR PARA LA MIGRACIÓN
DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL EN EL PERIODO
DICIEMBRE 2016 A DICIEMBRE 2018.

AUTOR: GUZHÑAY LUNA, JAIME ROBERTO

Trabajo de Titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES

TUTOR: BOHORQUEZ HERAS, DANIEL BAYARDO

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de titulación únicamente a mi madre por su apoyo incondicional durante los cinco años de mi carrera, por las palabras de ánimo que me brindo en momentos de debilidad, por sus consejos, enseñanzas y por ser unos de los motivos más importantes para estudiar y esforzarme día a día durante toda mi vida.

EL AUTOR

GUZHÑAY LUNA, JAIME ROBERTO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme vida y ofrecerme la oportunidad de estudiar, trabajar y ser alguien mejor con las fuerzas y bendiciones que me brinda a cada día.

Al ingeniero Homero Ordoñez, contador de la empresa Inasa Industrial Aceitera por su amistad, comprensión, confianza y el frecuente apoyo oportuno, moral, económico y flexibilidad que me brindó desde el día que tuve el acierto de ingresar a dicha empresa.

A la ingeniera Kelly Delgado, por brindarme su amistad desde el día que la conozco, por darme a conocer sus experiencias como estudiante y profesional que han sido un ejemplo para mí, por la ayuda en mi vida académica, laboral y por haberme brindado los recursos necesarios para la elaboración del presente trabajo de titulación.

Al personal de la empresa Inasa Industrial Aceitera S.A., por su cordialidad, gentileza, confianza y comprensión con la que me trataron desde mi primer día en la empresa.

A mi tutor, el ingeniero Daniel Bayardo por su paciencia y espera en la elaboración del presente trabajo de titulación.

EL AUTOR

GUZHÑAY LUNA, JAIME ROBERTO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

BOHORQUEZ HERAS, DANIEL BAYARDO
TUTOR

f. _____

HERAS SANCHEZ, MIGUEL ARMANDO
DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

PALACIOS MELÉNDEZ, EDWIN FERNANDO
COORDINADOR DE TITULACIÓN

Índice General

Índice de Figuras	XIII
Índice de Tablas.....	XV
Resumen	XVI
Abstract.....	XVII
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL TRABAJO DE TITULACION	2
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes.....	3
1.3. Justificación del Problema	3
1.4. Definición del Problema	4
1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....	5
1.5.1. Objetivo General	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. Hipótesis.....	5
1.7. Metodología de Investigación.....	6
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	7
2.1. Breve historia de la televisión.....	7
2.1.1. Historia de la televisión en el Ecuador.....	8
2.1.2. Evolución de la televisión en el Ecuador.....	9
2.1.3. Estado del arte: Televisión Digital Terrestre (TDT) en la Unión Europea	10
2.1.4. La Televisión Digital Terrestre en América Latina.....	11
2.2. Sistema de televisión analógica	11
2.2.1. NTSC	14
2.2.2. Estructura básica de un sistema analógico.....	14
2.2.2.1. Captación de la información audiovisual.....	15
2.2.2.2. Equipos de monitoreo y control	15
2.2.2.3. Transmisión analógica.....	15
2.2.2.4. Modulador	16

2.2.2.5. Amplificador	17
2.2.2.6. Multiplexor.....	17
2.2.2.7. Filtro	17
2.3. Televisión digital	17
2.3.1. Estándares para la televisión digital.	18
2.3.2. Estándar ISDB-T	19
2.3.3. Características.	20
2.3.4. Estructura de un sistema televisión digital	23
2.3.5. Modulaciones en sistemas digitales de televisión ISDB-T	23
2.3.5.1. OFDM	24
2.3.5.2. QAM.....	25
2.3.5.3. QPSK	26
2.3.5.4. DPSK	27
2.3.6. Estándar de compresión audio y video MPEG-2, MPEG-4 Y H.264	27
CAPÍTULO 3: ESTUDIO, ANALISIS Y SIMULACION	37
3.1. Diferencias entre la televisión analógica y la televisión digital.	37
3.2. ¿Qué implica la migración al sistema digital de televisión para la población?	41
3.3. La situación actual del apagón analógico en Ecuador.....	43
3.4. Descripción del simulador de señales digitales de tv.....	44
3.4.1. Generalidades.....	44
3.4.2. Panel frontal	45
3.4.2.1. Conector de Salida RF	45
3.4.2.2. LED de encendido.....	45
3.4.2.3. LED de estado.....	46
3.4.2.4. LED RF	46
3.4.3. Panel posterior	47
3.4.3.1. Conector de alimentación AC.....	47

3.4.3.2. Interruptor de alimentación de AC	47
3.4.3.3. Fusible de alimentación de AC	47
3.4.3.4. 10 Gb CX4	48
3.4.3.5. 10 Gb LED LINK.....	48
3.4.3.6. LAN	48
3.4.3.7. Entrada 10 MHz	49
3.4.4. Preparación para el funcionamiento	49
3.4.4.1. Operación de instalación independiente o en un rack de 19" .	49
3.4.4.2. Conexión del instrumento a la red eléctrica	49
3.4.4.3. Fusibles de alimentación de AC	50
3.4.4.4. Puesta en marcha del instrumento	50
3.4.4.5. Apagar el aparato.....	51
3.4.4.6. Control de funcionamiento.....	51
3.4.4.7. Presets.....	51
3.4.5. Notas sobre el sistema operativo y el firmware.....	52
3.4.6. Conexión del instrumento a una red (LAN).....	52
3.4.6.1. Conexión a la red	53
3.4.7. Características	56
3.4.7.1. Simulación completa de las redes de televisión por cable	56
3.4.7.2. Fácil configuración de los escenarios de prueba complejos ...	56
3.4.7.3. Hechos claves	56
3.4.8. Concepto básico del instrumento	57
3.4.9. Simulación realizada con el generador de señal multicanal R&S® CLG.....	58
3.4.9.1. Inicio.....	58
3.4.9.2. Ajuste de Fábrica de la dirección IP	58
3.4.9.3. Funcionamiento desde un PC utilizando la GUI Web	59
3.4.9.4. Panel izquierdo.....	60
3.4.9.5. Panel derecho	65

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	71
4.1. Conclusiones	71
4.2. Recomendaciones.....	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
GLOSARIO	80

Índice de Figuras

Capítulo 2

Figura 2. 1: Transmisión de señal analógica	7
Figura 2. 2: Señal analógica	12
Figura 2. 3: Estándares de televisión análoga en el mundo	14
Figura 2. 4: Transmisión analógica	16
Figura 2. 5: Señales digitales vs señales análogas de televisión	18
Figura 2. 6: Presencia de ISDB-T en el mundo.....	19
Figura 2. 7: Señales ISDB-T.....	21
Figura 2. 8: Segmentación y asignación de canales ISDB-T.....	22
Figura 2. 9: Transmisión de televisión digital.....	23
Figura 2. 10: Modulación OFDM.....	24
Figura 2. 11: Diagrama de bloques para la compresión MPEG-2 de video ..	29
Figura 2. 12: Estructura MPEG -4	32
Figura 2. 13: Codificador y decodificador MPEG-4 de audio.....	32
Figura 2. 14: Diagrama de bloques del codificador H.264	36
Figura 2. 15: Diagrama de bloques del decodificador H.264	36

Capítulo 3

Figura 3. 1: CLG –Panel frontal	45
Figura 3. 2: Conector de salida RF.....	45
Figura 3. 3: LED - Encendido	46
Figura 3. 4: LED - Estado.....	46
Figura 3. 5: LED - RF.....	46
Figura 3. 6: CLG – Panel Posterior	47
Figura 3. 7: Alimentación AC.....	47
Figura 3. 8: Led 10 Gb Link	48
Figura 3. 9: Puerto LAN.....	48
Figura 3. 10: Puerto 10 MHz In	49
Figura 3. 11: Usuario - Preset	52
Figura 3. 12: GUI Web.....	60
Figura 3. 13: Modo de transmisión - R & S CLG.....	62
Figura 3. 14: Modo de comando - R & S CLG.....	63

Figura 3. 15: Botón Tomar Control	63
Figura 3. 16: Botón Liberar Control	64
Figura 3. 17: Panel derecho – Menú de información.....	64
Figura 3. 18: Panel derecho – Ajuste de la unidad.....	65
Figura 3. 19: Panel derecho – Configuración	66
Figura 3. 20: Panel derecho – Estado	67
Figura 3. 21: Panel derecho – Red.....	67
Figura 3. 22: Panel derecho – Preset	68
Figura 3. 23: Panel derecho – Ajuste de bloque	69
Figura 3. 24: Panel derecho – Configuración de canal.....	70

Índice de Tablas

Capítulo 2

Tabla 2. 1: Modulación de la subportadora según los estándares analógicos.	13
Tabla 2. 2: Estándares para la televisión digital.....	18
Tabla 2. 3: Países que han adoptado el estándar ISDB-T.....	20
Tabla 2. 4: Características de modulación OFDM.....	25
Tabla 2. 5: Tipos de Modulación QAM.....	26
Tabla 2. 6: Fases de salida QPSK	27
Tabla 2. 7: Entrada y fases de salida DPSK.....	27
Tabla 2. 8: Aplicaciones MPEG -2.....	28
Tabla 2. 9: Pasos para la compresión MPEG-2 de video.....	29
Tabla 2. 10: Tipos de compresión MPEG-4.....	30
Tabla 2. 11: Técnicas de compresión	31
Tabla 2. 12: Nuevas funciones H.264.....	34

Capítulo 3

Tabla 3. 1: Características de los estándares de transmisión a color para la televisión analógica.....	38
Tabla 3. 2: Ventajas de la televisión digital	39
Tabla 3. 3: Desventajas de la televisión digital.....	40
Tabla 3. 4: Comparación de la Televisión analógica vs Televisión digital	41

Resumen

La televisión es el resultado de avances en el campo de la electrónica, el electromagnetismo, la electricidad, cuya función es la de transmitir contenido audiovisual a equipos receptores remotos que tienen la capacidad de reconstruir la señal original, ya sea analógica o digital, a través del aire, cable o satélite. En este trabajo de titulación se aborda y explica brevemente la historia de la televisión analógica, su inicio y evolución en Ecuador, los estándares de transmisión a color PAL, SECAM y NTSC, profundizando en este último debido a que es el adoptado en Ecuador. Se da a conocer también las diferencias entre televisión análoga y televisión digital justificando porque la TDT es el futuro de los sistemas de televisión bajo el estándar ISDB-T, el cual es el adoptado por Ecuador debido a las ventajas ante los sistemas ATSC, DVB-T, y DTMB, y debido a su gran aceptación en América Latina. Actualmente Ecuador se encuentra aún en la etapa de transición, coexistiendo con transmisiones de televisión análoga y digital, mientras espera que el 93% del total de transmisiones sea digital, para proceder progresivamente con el apagón analógico.

Palabras Claves: APAGÓN; TRANSICIÓN; TRANSMISIÓN; ESTÁNDAR; TELEVISIÓN; DIGITAL.

Abstract

Television is the result of advances in the field of electronics, electromagnetism, electricity, whose function is to transmit audiovisual content to remote receivers that have the ability to reconstruct the original signal, whether analog or digital, through the air, cable or satellite. In this paper titling, briefly explains the history of analogue television, its beginning and evolution in Ecuador, the standards of color transmission PAL, SECAM and NTSC, furthering the latter because it is adopted in Ecuador. It also reveals the differences between analogue television and digital television, justifying why DTTV is the future of television systems under the ISDB-T standard, which is adopted by Ecuador due to the advantages of ATSC, DVB- T, and DTMB, and due to its great acceptance in Latin America. Currently Ecuador is still in the transition stage, coexisting whit analogue and digital television transmissions, while it expects that 93% of the total transmissions will be digital, to proceed progressively with the analog shutdown.

Keywords: SHUTDOWN; TRANSITION; TRANSMISION; STANDAR; TELEVISION; DIGITAL.

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES DEL TRABAJO DE TITULACION

1.1. Introducción

La televisión con ruido, doble imágenes, interferencia y distorsión que con frecuencia experimentábamos poco a poco quedará en el pasado, puesto que llegó la televisión digital terrestre, la cual gradualmente está ganándole terreno a su predecesora la televisión analógica.

La televisión digital en algunos países ya ha sido implementada totalmente, con cero transmisiones analógicas como es el caso de México, el primer país latinoamericano en culminar con el apagón analógico, mientras que otros países siguen implementándola, como Ecuador con el estándar ISDB-T.

Los 3 estándares principales para sistemas de televisión digital son ATSC, ISDB-T y DVB-T, los cuales son adoptados por cada país en base a pruebas realizadas por la entidad respectiva, teniendo en cuenta el valor de la inversión, las ventajas y la factibilidad según la ubicación geográfica.

Ecuador luego de realizar pruebas y estudios adoptó en el año 2010 el estándar ISDB-T al igual que la mayoría de países latinoamericanos, continente donde este estándar ocupa el 70%, ATSC el 16% y DVB-T el 14%. Ecuador a partir del 2010 realizó pruebas emitiendo programas en alta definición (HD). En el 2013 TC Televisión emitió la primera señal de tv digital en Ecuador, lo que motivó a que los otros operadores inicien el cambio al

nuevo sistema digital. Los canales de televisión que tengan ubicadas sus instalaciones en las ciudades con mayor población deberán migrar sus equipos hasta el 31 de diciembre del 2016 y emitir señal HD según disposición de la CONATEL en el 2010.

1.2. Antecedentes.

Ante la llegada de la televisión digital y la acertada tendencia mundial por adoptarla sin importar el estándar que se elija, su predecesora la analógica se vuelve obsoleta por ser propensa al ruido, interferencia, imagen doble, distorsión y al hecho de que ocupa gran ancho de banda.

El apagón analógico implica que tanto los canales de televisión como los televidentes adquieran los equipos requeridos para la nueva tecnología de televisión, este proceso no genera grandes complicaciones para la ciudadanía por los precios en los que oscila un televisor digital en el mercado, pero para los operadores de tv, especialmente los más pequeños, este cambio es algo mucho más complejo, debido al tiempo relativamente corto que durara el apagón, a los altos precios de los equipos que requieren, a la tecnología que constantemente evoluciona, lo que los obliga a adquirir equipos que les permita ser competitivo a largo plazo.

1.3. Justificación del Problema

A causa de la eminente, inevitable y acertada migración de tecnología análoga de televisión a digital es indispensable conocer sobre las

características del actual sistema y del sistema entrante para elaborar una comparación que permita determinar sus pros y contras.

La población debe conocer sobre el proceso de migración tecnológica, cuándo comienza, cuándo termina y lo que esto implica, para estar preparado al finalizar el apagón analógico, además de saber el estado actual de Ecuador en este proceso.

El presente trabajo de titulación quedará archivada en el repositorio de la UCSG y servirá como fuente de información o consulta para futuras generaciones que deban elaborar trabajos investigativos sobre temas afines y conocer el inicio de los canales de televisión en Ecuador.

1.4. Definición del Problema

¿Cómo incide en el apagón analógico de Ecuador, el retraso de la migración a la televisión digital siete años después de que se adoptó el estándar ISDB-T para las transmisiones de televisión digital terrestre y la postergación del apagón para el 30/06/2017 (inicialmente 31/12/2016), como fecha tentativa?

Cuando actualmente el 93% de la cobertura es analógica (según el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información), y según los datos obtenidos en la elaboración del presente trabajo la mayoría

de la población ecuatoriana desconoce que es el proceso apagón analógico ni lo que esto implica.

1.5. Objetivos del Problema de Investigación

1.5.1. Objetivo General

Analizar el apagón analógico haciendo un estudio de las características más importantes de la televisión analógica, digital, los respectivos estándares adoptados en Ecuador, la migración analógica a digital, el apagón analógico y la situación actual del Ecuador para que el lector pueda determinar qué sistema es mejor, estar informado sobre lo que implica el proceso y como debe estar preparado.

1.5.2. Objetivos Específicos.

- Reconocer cuales son las falencias del sistema analógico resaltando los beneficios y ventajas que otorga el sistema de televisión digital.
- Determinar lo que implica la migración para el sistema digital de televisión.
- Analizar la situación actual del Sistema de televisión analógico y digital del Ecuador y su proceso de migración actualmente.

1.6. Hipótesis.

El presente trabajo informará a la ciudadanía sobre el proceso de migración de la televisión analógica a digital que en Ecuador se está llevando a cabo y su estado actual, también permitirá conocer el significado

del término apagón analógico, lo que implica la etapa de transición, tener idea del valor a pagar por adquirir un equipo nuevo que cumpla con las características de recepción TDT, conocer las ventajas de la TDT a la vez de ser capaz de relacionar efectivamente el costo/beneficio y determinar si es justificable la compra de un nuevo televisor, y saber si hay una opción viable para conservar sus antiguos equipos en caso de no querer adquirir uno nuevo.

1.7. Metodología de Investigación.

Descriptivo: Se realizó una descripción de los datos más importantes, de las características como frecuencias, velocidad de transmisión, de la calidad de imagen de ambos sistemas de televisión y de sus estándares.

Análítico: Se realizó un análisis de todos los datos obtenidos para relacionar variables con sus causas y efectos como el hecho de que en Ecuador el 93% de las transmisiones de señales de televisión siguen siendo analógicas.

Deductivo: En base al método analítico se pudo dar conclusiones, explicaciones y realizar analogías como inferir porque Ecuador se encuentra todavía en una etapa temprana del apagón analógico.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Breve historia de la televisión.

La televisión es el resultado de varios descubrimientos en los ámbitos de la electricidad, el electromagnetismo y la electroquímica. Los fundamentos básicos ya eran conocidos en el siglo XIX, pero se comenzó con la fabricación en los años XX porque se disponía de los tubos electrónicos.(Vargas Gabriela, 2010).

El desarrollo científico y técnico de la televisión comenzó en el año 1817 cuando el químico sueco Jacob Berzelius descubrió el selenio que ofrecía una conductividad eléctrica que aumentaba cada vez que recibía luz, y finaliza con las experiencias del ingeniero norteamericano de origen ruso Vladimir Kosma Zworykin con el descubrimiento de un tubo llamado “*iconoscopio*” que desempeñaba el proceso inverso de la transmisión de imágenes en movimiento en el espacio es decir la recomposición de la imagen actuando como receptor. (Vargas Gabriela, 2010). (Ver figura 2.1.)



Figura 2. 1: Transmisión de señal analógica
Fuente: (Vargas Gabriela, 2010)

2.1.1. Historia de la televisión en el Ecuador

Todo comenzó cuando los esposos Linda Zambrano y Michael Rosenbaum, de Manabí y Alemania respectivamente; quienes viajaron por Europa en 1958, y al regresar al Ecuador en 1959 trajeron equipos de televisión de la fábrica alemana Grunding.(Wixsite, 2015).

Los equipos de televisión traídos por la pareja, fueron mostrados en las ciudades de Quito y Guayaquil. A continuación lograron encontrar el soporte para la instalación de un canal de televisión en Guayaquil, siendo este el primer circuito cerrado, el 29 de septiembre de 1949 a las 8:30 pm. (Wixsite, 2015). Además, la misión evangélica radicada en Ecuador HCJB (Hoy Cristo Jesús Bendice) recibió equipos de televisión por la empresa General Electric de Estados Unidos que fueron reparados por Gifford Hartwell. (Wixsite, 2015).

Estos dos protagonistas tanto los esposos Rosenbaum Zambrano, como la misión evangélica HCJB, realizaban acciones para lograr la instalación de un canal de televisión en el país. (Wixsite, 2015).

Para la instalación de los canales de televisión en el Ecuador se estableció una regulación de uso de frecuencia televisiva decretada por el presidente Camilo Ponce Enríquez el 5 de diciembre de 1959. (Wixsite, 2015). La primera frecuencia de televisión fue otorgada a nombre de Linda Zambrano, con el Canal 4, (Primera Televisión Ecuatoriana) con su sede en

Guayaquil, inaugurada el 12 de diciembre de 1960, este canal años más tarde se llamaría Red Telesistema, canal 4. (Wixsite, 2015).

La segunda frecuencia televisiva fue otorgada para HCJB TV (La ventana de los Andes) con funcionamiento en Quito en 1961, este canal años más tarde se llamaría Asomavisión. (Wixsite, 2015).

Con la orientación de continuar con el desarrollo de la televisión en el Ecuador prosperó el crecimiento técnico, humano, tecnológico y digital de la televisión.

En los años posteriores a la primera transmisión de señal abierta, la televisión ecuatoriana llegó a catalogarse como una señal de importancia para la población en nuestro país.

2.1.2. Evolución de la televisión en el Ecuador

En el Ecuador la evolución de la televisión se inició con los televisores a “blanco y negro”, hasta llegar a televisores a “color” esto con ayuda de nuevas tecnologías. (Baidal Vera, 2016).

En la actualidad los televisores cumplen con necesidades de todos los telespectadores que tan solo buscan una interacción con el terminal tecnológico, por esta razón ahora los televisores disponen de un sistema operativo Android llamado Smart TV, además con características como

efectos 3D, acceso a Internet y pantallas con Alta Resolución que lo hace un televisor de alto rendimiento. (Baidal Vera, 2016).

Pero no solo los televisores han tenido una evolución progresiva sino también los canales de televisión que desde sus inicios eran de sistemas analógicos, cámaras muy rústicas con una resolución de calidad muy baja y procesos muy básicos; donde las imágenes se manejaban como señales de ondas eléctricas, hasta llegar a los sistemas digitales, con cámaras más compactas , donde las imágenes son transformadas en datos binarios con señal de pulso, pasando por procesos de calidad mejorando su resolución para poder ser transmitidas y captados por los televisores de la nueva era digital. (Baidal Vera, 2016).

2.1.3. Estado del arte: Televisión Digital Terrestre (TDT) en la Unión Europea

La conversión de la televisión analógica a la digital progresa "A pasos gigantes" en la unión europea (UE), donde ya Alemania, Finlandia, Luxemburgo, Suecia y Holanda han completado el proceso, que se prevé que culmine en 2012 en casi todos los Estados miembros. (Hernández Aguirre, 2009).

El "apagón analógico" está previsto antes del final de 2010 en España, Austria, Dinamarca, Estonia, Finlandia y Malta, mientras que se espera que Bulgaria, Chipre, la República Checa, Grecia, Francia, Hungría, Italia,

Lituania, Letonia, Portugal, Rumanía, Eslovaquia, el Reino Unido y la totalidad del territorio de Bélgica lo concreten antes de acabar 2012. Polonia, por su parte, tiene como plazo 2015 e Irlanda no ha comunicado aún qué fecha límite ha decidido. Además, España es uno de los veintiún países comunitarios donde la transmisión de televisión digital terrestre ya se ha iniciado en parte de su territorio. (Hernández Aguirre, 2009).

2.1.4. La Televisión Digital Terrestre en América Latina

La TDT en Latinoamérica da inicio en 1998, cuando Argentina escogió el ATSC como estándar para las transmisiones de televisión digital, aunque finalmente se quedó con el estándar ISDB-T. Brasil, inició el reemplazo de su sistema de TV analógico por la TDT, adoptando el estándar japonés ISDB pero con unas mejoras realizadas por el Comité de Desarrollo del Sistema de TV Digital en conjunto con la Superintendencia de Servicios de Comunicación de Masa. (Hernández Aguirre, 2009).

2.2. Sistema de televisión analógica

La televisión analógica es un sistema que hace uso de ondas eléctricas para la emisión y recepción de imágenes, audio o video, hacia un receptor lejano, en donde se recupera la imagen original. (ARQHYS, 2012).

La señal de tv analógica tiene una menor resolución de imagen y ocupa más espectro radioeléctrico lo que limita la cantidad de canales que se pueden usar. (En Consumo, 2014). (Ver figura 2.2.)

La señal analógica es propensa a sufrir modificaciones indeseables a causa del ruido, por lo que es necesario acondicionar la señal antes de ser procesada. Cualquier alteración en la información transportada implica pérdida de la misma y afecta el rendimiento y al correcto funcionamiento de los equipos. (ARQHYS, 2012).



Figura 2. 2: Señal analógica
Fuente: (Macías D., 2014)

Las bandas en las que opera la tv análoga son VHF de 54 MHz a 216 MHz con los canales del 2 al 13 y UHF de 500 MHz a 686 MHz con los canales del 19 al 49. El canal 37 está destinado al servicio de astronomía, los canales 19 y 20 están reservados para que el estado los use en la migración a la TDT. (Arcotel, 2001).

La televisión analógica comienza con la toma de imágenes desde cámaras de video a una velocidad promedio de 30 FPS, para luego ser transformadas en líneas y puntos asignándoles color, intensidad, sincronía vertical y horizontalmente. El conjunto de líneas y puntos ya sincronizados se denomina video compuesto cuya frecuencia se modifica con un modulador RF antes ser transmitida por aire a través de la antena como

onda AM (amplitud modulada), mientras que el audio se transmite como onda FM (frecuencia modulada). (Romo Zamudio F., 2003).

Para crear imágenes a color se requiere del color rojo, verde y azul, los cuales con una mezcla apropiada se logra colores muy similares a los reales. En televisión existen tres términos muy importantes, la luminancia (brillo) y crominancia (color), y la señal diferencia de color, la cual dependiendo de la forma en que se module la subportadora de esta última señal da lugar a tres estándares para la transmisión del color en señales de televisión analógica. Los tres estándares de los que se habla son: NTSC, PAL y SECAM. Lo común entre ellos es que usan la señal diferencia de color para proveer el croma a las imágenes, siendo la única diferencia la modulación de la subportadora, según se ve en la tabla 1. (Sandoval F., 2016).

Tabla 2. 1: Modulación de la subportadora según los estándares analógicos.

ESTANDAR	FORMA DE MODULACION DE LA SUBPORTADORA
NTSC	Transmiten ambas componentes de la crominancia simultáneamente utilizando la modulación de la amplitud en cuadratura.
PAL	
SECAM	Transmite las señales diferencia de color U y V en líneas alternativas: U en una línea, V en las siguiente líneas, y así sucesivamente.

Elaborado por: Autor
Fuente: (Sandoval F., 2016)

2.2.1. NTSC

NTSC, (*National Television System Committee* - Comisión Nacional de Sistema de Televisión), fue creado por el comité nacional de tv a color de Estados Unidos. Fue adoptado de forma mayoritaria en todo el continente americano, aunque también es de gran uso en Corea y Japón. (Sandoval F., 2016) (Ver figura 2.3.)

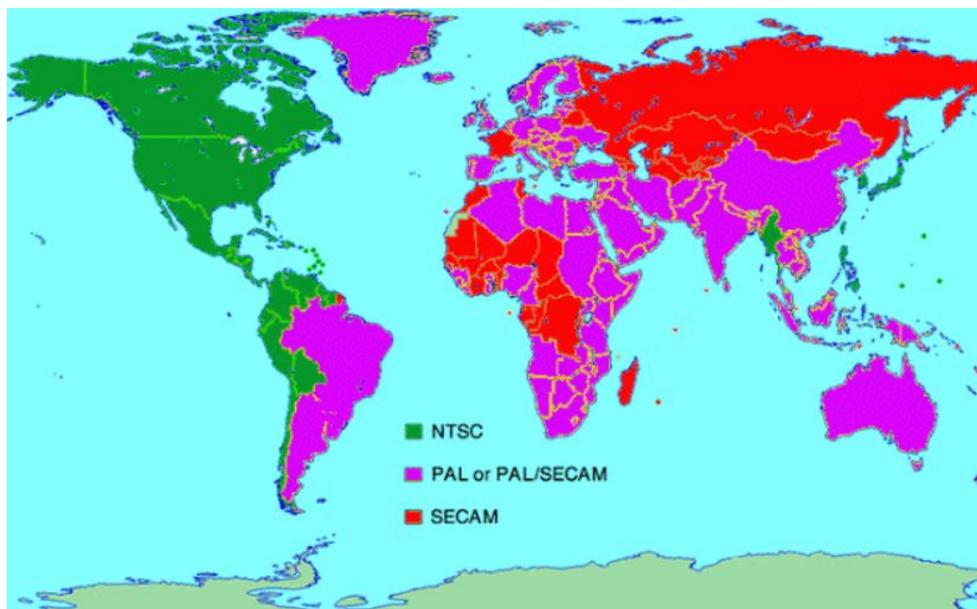


Figura 2. 3: Estándares de televisión analógica en el mundo
Fuente: (Duran Campos L., 2014)

NTSC opera a 29,97 cuadros por segundo, 525i, velocidad de actualización de 30 cuadros por segundo, 60 campos de alternación de líneas y relación de espectro 4:3.

2.2.2. Estructura básica de un sistema analógico

La estructura básica de un sistema de televisión analógica se compone de amplificadores, moduladores, filtros y generador de sincronía, cuyo

funcionamiento comienza con la captación ingreso de la información audiovisual recogida por cámaras y micrófonos, la cual posteriormente continúa a la etapa de control, para finalmente llegar a la etapa de transmisión.

2.2.2.1. Captación de la información audiovisual

En esta etapa el papel más importante lo tiene las cámaras de video en conjunto con las micrófonos, los cuales captan la información (audio y video) y las convierte en ondas eléctricas, que se convertirán en la “señal de video”, y la “señal de audio”.

Estas señales comúnmente se producen en un “Estudio”, donde se sincronizan a través de pulsos para luego ingresan al distribuidor de video con el fin de proveer de información sujetas a pruebas a los equipos de monitoreo y control.

2.2.2.2. Equipos de monitoreo y control

Estos equipos de se encargan de verificar que las señales cumplan con las especificaciones de calidad, sin tener interferencia, distorsión, degradación, saturación o ruido externo.

2.2.2.3. Transmisión analógica

Es la etapa final donde las señales que contiene la información audiovisual ha sido sometida a la multiplexación para poder transmitirse

analógica. Previo a la multiplexación la señal ha pasado por la modulación, proceso en el que la información se transpone en otra señal que posea la fase, potencia, amplitud o frecuencia necesaria para poder ser transmitida, luego se amplifica la señal y llega a la “Multiplexación”, donde se agregan o mezclan las señales audiovisuales, para finalmente pasar filtros con la intención de eliminar ruidos o frecuencias indeseables y dejar una señal limpia que se pueda que se pueda propagar por aire. (Ver figura 2.4.)

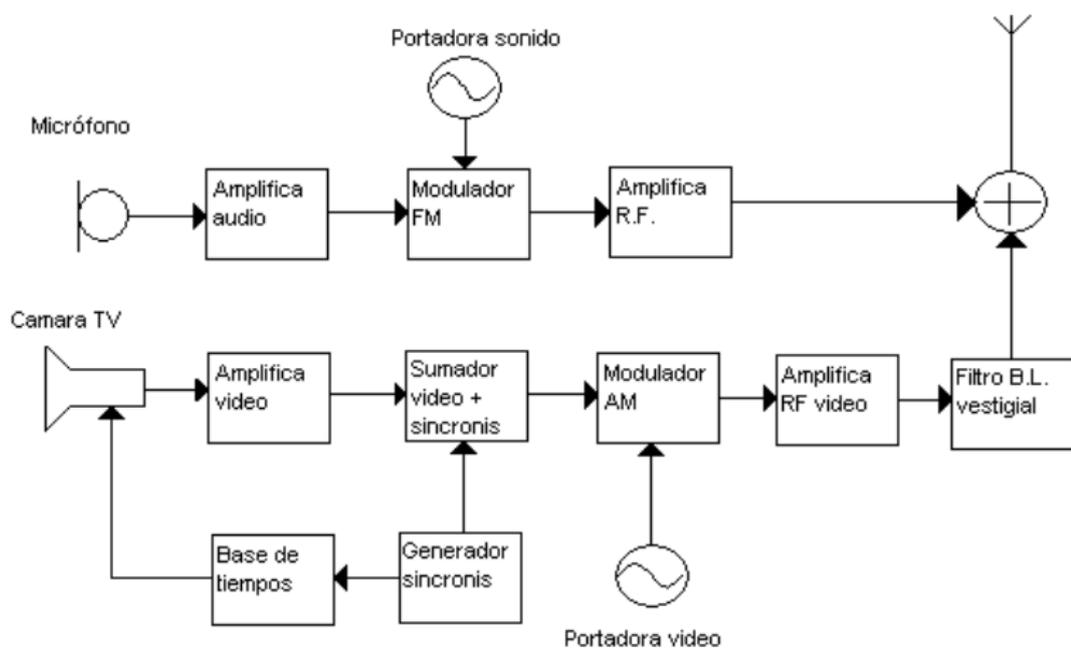


Figura 2. 4: Transmisión analógica
Fuente: (Mario, 2009)

2.2.2.4. Modulador

La señal de video ingresa a un modulador de amplitud (AM) y mientras que la de audio a un modulador de frecuencia (FM). En la modulación de audio la frecuencia central dista de la portadora de video con 4.5 o 5.5 MHz. (Ver figura 2.4.)

2.2.2.5. Amplificador

Las señales moduladas son amplificadas de forma independiente obteniendo la ganancia necesaria para lograr transmitirse. (Ver figura 2.4.).

2.2.2.6. Multiplexor

En esta etapa las señales se combinan en el dominio de la frecuencia, consiguiendo una sola señal. (Ver Figura 2.4).

2.2.2.7. Filtro

Los filtros desechan las impurezas en la señal como el ruido y señales parasitas, para posteriormente propagarse por el aire a través de las antenas. (Ver Figura 2.4).

2.3. Televisión digital

En la televisión analógica las señales que contiene la información audiovisual se propagan en forma de ondas eléctricas, mientras que la televisión digital utiliza paquetes de información codificados de forma binaria, representados por "0" y "1". (Ministerio de energía, turismo y agenda digital de España, 2016) (Ver Figura 2.5).

Los sistemas de televisión digital se caracterizan por entregar audio de 5.1 canales, video e imágenes de alta definición, aplicaciones que ofrecen interactividad a los televidentes, sin la limitación de una cantidad fija de

datos o cuota de pago. El único requisito necesario es un televisor que integre el sintonizador respectivo, según el estándar adoptado en el país que se lo use, ISDB-T o ISDB-Tb en el caso de Ecuador.

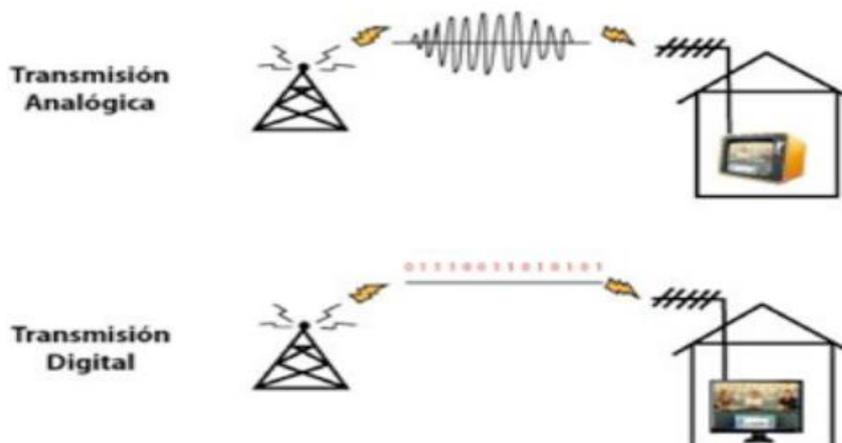


Figura 2. 5: Señales digitales vs señales análogas de televisión
Fuente: (Academia de Ciencias de Morelos, 2015)

2.3.1. Estándares para la televisión digital.

En el mundo los cuatro estándares para la transmisión de televisión digital terrestre son: ATSC, ISDB-T, DTMB y DVB-T. (Ver tabla 2.2).

Tabla 2. 2: Estándares para la televisión digital.

ESTANDAR	SIGNIFICADO	CARACTERISTICAS
		DESTACABLES
ATSC	Advanced Television System Committee	Portabilidad y movilidad
DVB-T	Digital Video Broadcasting, Terrestrial	Interactividad
ISDB-T	Integrated Services Digital Broadcasting, Terrestrial	Alta definición en puntos fijos
DTMB	Digital Television Terrestrial Broadcasting	Alta definición, movilidad y portabilidad

Fuente: (DTV STATUS, 2016)

Elaborado por: Autor

Los cuatros estándares tienen en común funciones como la codificación, transmisión, arquitectura y la plataforma tecnológica. Cada estándar tiene como objetivo fortalecer y aumentar la calidad del servicio analógico, y proveer diversas aplicaciones interactivas.

Ecuador adoptó el estándar ISDB-T para la difusión de Televisión Digital Terrestre, motivo por cual se abordará con más detalle el mencionado estándar.

2.3.2. Estándar ISDB-T

ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting – Radiodifusión Digital de Servicios Integrados), es el estándar adoptado en la mayoría de países de América Latina, (aprox. 70%) incluyendo Ecuador. (Ver Figura 2.6). (Baidal Vera, 2016).

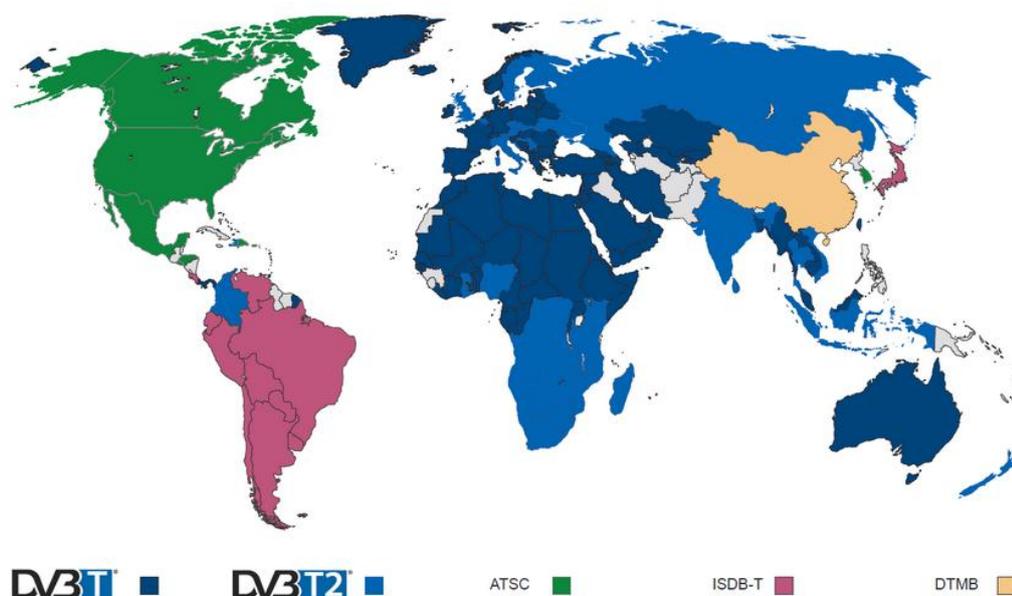


Figura 2. 6: Presencia de ISDB-T en el mundo.

Fuente: (Ahmet, 2012)

Este estándar fue creado y adoptado por Japón donde luego de tres años de prueba demostró el mejor desempeño de televisión digital terrestre desde diciembre 2003 fecha en la que inicio transmisiones. ISDB-T a nivel mundial tuvo un inicio tardío, pero debido a sus ventajas, al servicio denominado “one-seg” y a los reportes técnicos enviados a Latinoamérica logró consolidarse en el mencionado continente. (ARIB, 2014).

Tabla 2. 3: Países que han adoptado el estándar ISDB-T

PAIS	AÑO DE ADOPCION
JAPON	2003
BRASIL	2006
PERU	2009
ARGENTINA	2009
CHILE	2009
VENEZUELA	2009
ECUADOR	2010
COSTA RICA	2010
PARAGUAY	2010
FILIPINAS	2010
BOLIVIA	2010
URUGUAY	2010

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, 2011)

Elaborado por: Autor

2.3.3. Características

ISDB-T utiliza canales con un ancho de banda de 6 MHz, a través de los cual puede emitir hasta 3 programaciones por el mismo canal. Las

transmisiones simultáneas pueden ser HD, SD y *one-seg*, hacia receptores fijos o móviles. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, 2011). (Ver figura 2.7).

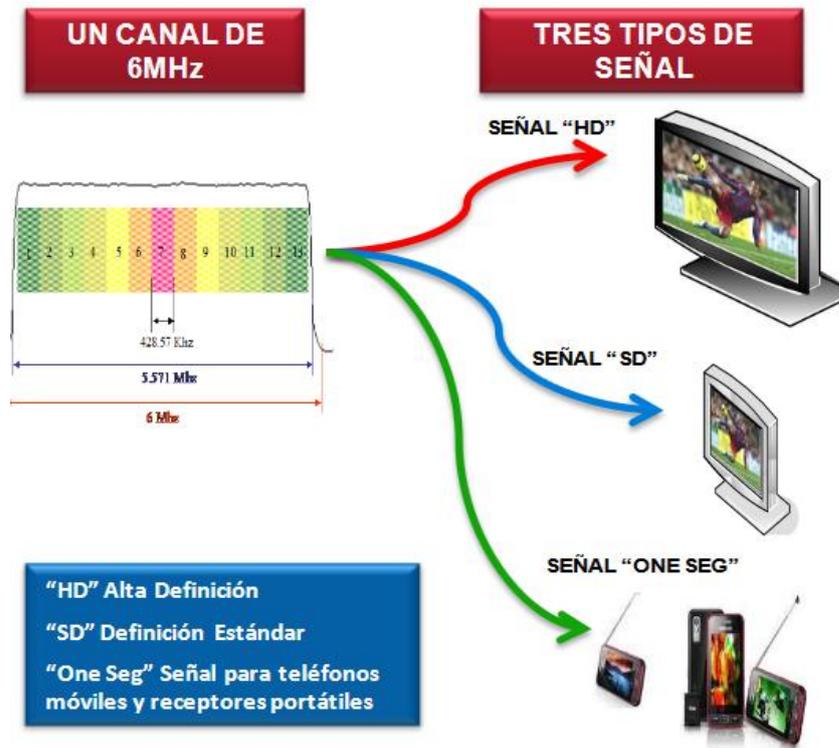


Figura 2. 7: Señales ISDB-T

Fuente: (Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, 2011)

La modulación que usa es OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*), el canal está dividido en 13 segmentos denominado *Band Segmented Transmission*. Cada segmento tiene un ancho de banda de 430 KHz, lo que equivale a la décimo catorceava parte del ancho de banda del canal. El último segmento está destinado a no usarse, constituyendo la llamada banda de guarda que se distribuye a ambos lados del canal, no simétricamente sino de forma dinámica dependiendo de la manera más

efectiva para disminuir las posibles interferencias con los canales adyacentes. (Sotelo R., Durán D., Joscowicz J., 2011). (Ver figura 2.8).

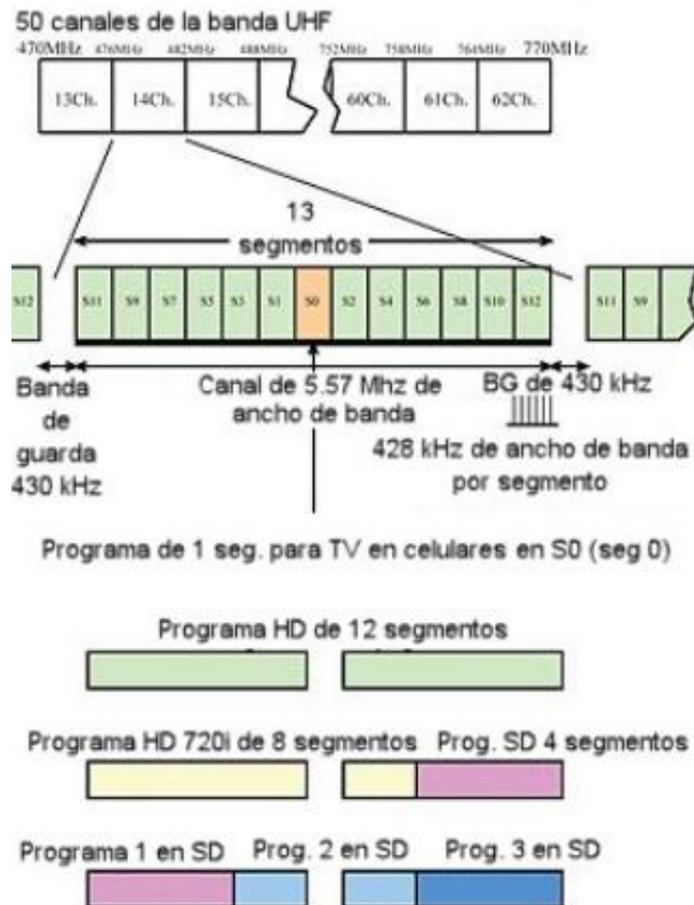


Figura 2. 8: Segmentación y asignación de canales ISDB-T
 Fuente: (Youbioit, 2012)

Otras características importantes de ISDB-T son:

- Velocidad de transmisión entre 3,561 y 30,890 Mbit/s.
- Transmisión simultánea de hasta 4 programas en SD o uno en HD.
- Entrelazado en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
- Robustez en señales de multitrayecto 7
- La modulación, corrección de errores y el entrelazado puede configurarse de forma independiente en cada segmento.

- Transmisión jerárquica de hasta tres capas
- Codificación de video H.264 y MPEG-4
- Flujo de transporte MPEG-2
- Código de corrección de errores e interactividad

2.3.4. Estructura de un sistema televisión digital

Funcionan básicamente igual que un sistema analógico, con la diferencia que no solo se transmite video y audio con buena resolución, sino también datos en una sola señal multiplexada y ofrecer interactividad al espectador. (Ver figura 2.9).

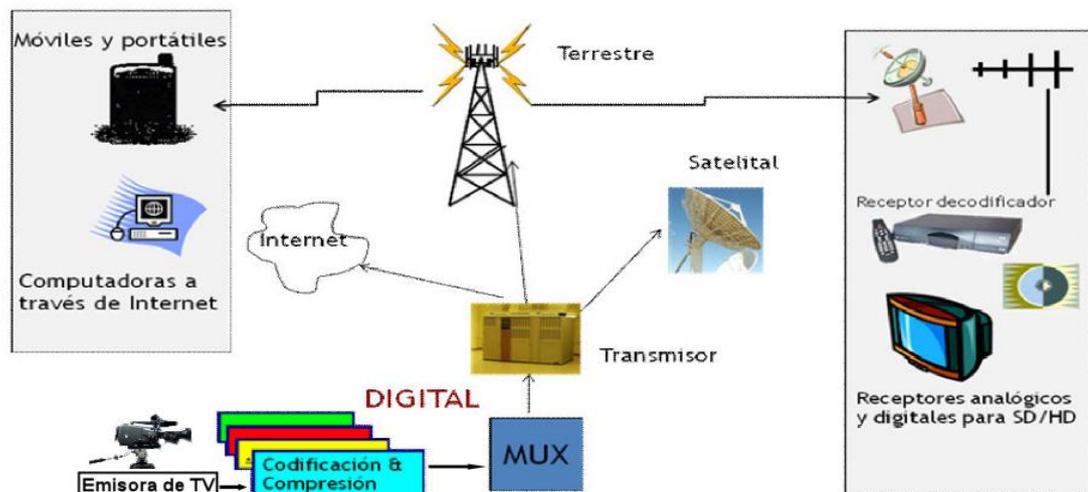


Figura 2. 9: Transmisión de televisión digital
Fuente: (Youbioit, 2012)

2.3.5. Modulaciones en sistemas digitales de televisión ISDB-T

La UIT determinó que los sistemas de televisión digitales ISDB-T tienen que aplicar la modulación OFDM de 13 segmentos por canal. Utilizando modulación QPSK, 16QAM, 64QAM o DQPSK en las subportadoras.

Tabla 2. 4: Características de modulación OFDM

Tasa de datos		De 6 Mbps a 48 Mbps.	
Tipo de modulación	BPSK, QPSK, 16 QAM y 64 QAM		
Codificación	Convolutional concatenado con Reed Solomon.		
Periodo de símbolo	Su valor típico es de $1/\Delta = 3.2 \mu\text{seg.}$		
Tamaño de la FFT	64 de los cuales se suelen usar sólo 58, 48 para datos y 4 para señales piloto.		
Separación de frecuencia entre subportadoras	20 MHz divididos en 64 portadoras de 0.3125 MHz.		
Duración del periodo de guarda	Un cuarto de símbolo, es decir, 0.8 $\mu\text{seg.}$		
Tiempo de símbolo	4 $\mu\text{seg.}$		

Fuente: (Baidal Vera, 2016)

Elaborado por: Autor

2.3.5.2. QAM

QAM (*Quadrature Amplitude Modulation* - Modulación de amplitud en cuadratura) es un tipo de modulación digital usada para el transporte de datos con una alta tasa de transmisión en canales cuyo ancho de banda sea limitado, modificando la amplitud y fase en 90° de la señal portadora respecto de la señal que contiene la información, de esta las dos señales pueden viajar por el mismo canal sin sufrir interferencia porque están en cuadratura. (Adsl Faqs, 2013). Existen varios tipos de modulación QAM, ver los tres más importantes en la tabla 2.5.

Tabla 2. 5: Tipos de Modulación QAM

8 QAM	16 QAM	64 QAM
Grupos de 3 bits	Grupos de 4 bits	Grupos de 6 bits
4 fases	16 combinaciones varían la amplitud y fase de la portadora.	64 combinaciones
2 amplitudes	16 estados diferentes	64 estados diferentes

Fuente: (Adsl Faqs, 2013)

2.3.5.3. QPSK

Modulación digital cuyo funcionamiento consiste en enviar una secuencia de datos agrupados en grupo de dos bits (dibits), donde cada bit se codifica de tal forma que su fase es diferente al bit de la señal anterior. En QPSK por cada condición distinta de entrada determinada por un par de bits se obtiene una fase distinta en la portadora de salida, hasta un máximo de cuatro fases, una por cada condición de entrada. Las cuatro fases poseen la misma frecuencia de portadora. (Caballero Barragán M., 2014).

Para que se genere las 4 distintas fases de la portadora en la salida es necesario que haya cuatro distintos dibits en la entrada del mismo, puesto que un solo *bit* no generará cambios en la fase. Las distintas combinaciones de *dibits* son 00, 01, 10 y 11 como se ve en la tabla 2.6. (Electrónica Fácil, 2015).

Tabla 2. 6: Fases de salida QPSK

CONDICION DE ENTRADA	FASES DE LA PORTADORA
00	180°
01	90°
10	270°
11	0°

Fuente: (Electrónica Fácil, 2015)
Elaborado por: Autor

2.3.5.4. DPSK

DPSK (*Differential Phase Shift Keying* - Modulación por desplazamiento diferencial de fase), es una técnica de modulación de señales digitales que, a diferencia de la modulación PSK, no va a trabajar con fases absolutas sino con cambios de fase en la señal de salida. Su mecanismo es el siguiente: cuando se transmite un 1 lógico, no se va a producir cambio de fase alguno en la señal analógica de salida. Por el contrario siempre que se vaya a transmitir un 0 lógico, en la señal de salida se producirá un cambio de fase de +180°. (Luque Rodríguez J., Clavijo Suero S., 1995) (Ver tabla 2.7).

Tabla 2. 7: Entrada y fases de salida DPSK

ENTRADA BINARIA	FASE DE SALIDA
0	+180°
1	0°

Fuente: (Luque Rodríguez J., Clavijo Suero S., 1995)
Elaborado por: Autor

2.3.6. Estándar de compresión audio y video MPEG-2, MPEG-4 Y H.264

MPEG-2: MPEG (*Moving Picture Experts Group* - Grupo de expertos en imágenes en movimiento), desarrollo MPEG-2, término que hace

referencia a un conjunto de estándares para la codificación de audio o video, especialmente usados en la transmisión de señales de televisión digital terrestre, satelital o por cable digital. Este estándar con ligeras variaciones también se usa en la codificación de discos DVD. MPEG-2 puede trabajar con video entrelazado y progresivo, soporta 25 a 29.97 FPS y provee transmisión de datos de 270 Mbps. En la tabla 2.8 se muestran las aplicaciones más importantes.

Tabla 2. 8: Aplicaciones MPEG -2

TV	HDTV	COMUNICACIÓN	REDES
Terrestre Satelital Por cable		Video multipunto Múltiples calidades	ATM LAN Ethernet Edición Lineal No Lineal

Fuente: (Luque Rodríguez J., Clavijo Suero S., 1995)

Elaborado por: Autor

MPEG-2 Audio: La compresión basada en el estándar MPEG-2 es capaz de reducir la tasa de bits de 1,5 Mbps hasta 200 Kbps, dividiendo una señal de audio con frecuencia de 0 Hz a 22 Hz, en 32 partes denominadas sub-bandas, las cuales son sometidas a las etapas de filtración, cuantificación y codificación. El nivel de compresión de MPEG-1 y MPEG-2 es igual, pero la gran diferencia y ventaja está en que MPEG-2 soporta audio envolvente de 5 canales y 7 canales monofónicos para distintos lenguajes.

MPEG-2 Vídeo: El estándar MPEG-2 video tiene una capacidad de transmisión de datos a 270 Mbps, a la vez que disminuye las altas tasas de

bits. La compresión se basa 3 pasos fundamentales según se observa en figura 2.11 y la tabla 2.9.

Tabla 2. 9: Pasos para la compresión MPEG-2 de video

PASOS	DESCRIPCION
ANALISIS	<ul style="list-style-type: none"> • La señal obtiene una forma óptima para la compresión. La señal optimizada contiene más información que la señal original, en una porción mínima de la señal. • Solo se transmite la porción mínima para reconstruir con exactitud la señal original en el receptor.
CUANTIFICACION	<ul style="list-style-type: none"> • Convierte valores continuos a valores discretos.
ASIGNACION DE CODIGO	<ul style="list-style-type: none"> • Se le asigna una serie de bits para simbolizar los niveles de cuantificación.

Fuente: (Baidal Vera, 2016)
Elaborado por: Autor

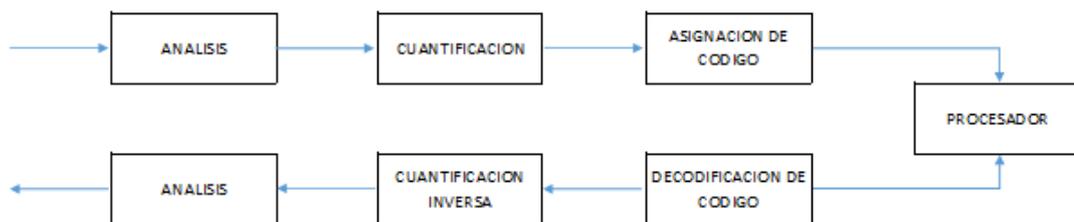


Figura 2. 11: Diagrama de bloques para la compresión MPEG-2 de video

Fuente: (Baidal Vera, 2016)
Elaborado por: Autor

MPEG-4: Es una técnica de compresión digital de material audiovisual de páginas web, streaming, CD, telefonía, videollamada, televisión y dispositivos móviles. MPEG-4 además de tener sus propias características

como el soporte para 3D y gestión de Derechos digitales, reúne muchas características de MPEG-1/2, lo que le permite minimizar datos a la vez que reduce la pérdida de información. Al igual que en otros códecs la redundancia de la información es algo no deseado, por lo que para eliminarla se debe generar una nueva cadena de códigos a partir de la cadena de símbolo cuyo tamaño es mayor de la generada. Existen dos tipos de compresión para MPEG-4. (Ver tabla 2.10.)

Tabla 2. 10: Tipos de compresión MPEG-4

COMPRESION	DESCRIPCION
Compresión sin pérdidas	El proceso de descompresión permite recuperar los datos originales, los mismos que se tenían antes de efectuar el proceso de compresión.
Compresión con pérdidas	No recupera los datos originales, debido a que busca remover la información menos relevante, reduciendo los datos con la mínima pérdida de información relevante.

Fuente: (Baidal Vera, 2016)

Elaborado por: Autor

MPEG-4 Video: MPEG-4 comprime video a través de la adaptación y el uso de recursos y técnicas para disminuir datos eficientemente. Dichas técnicas de compresión son las mostradas en la tabla 2.11:

Tabla 2. 11: Técnicas de compresión

TECNICA	DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS
Transformada discreta de coseno (DTC)	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor concentración de información en los coeficientes de baja frecuencia, a través de la transformación de espacio-frecuencia.
Cuantización	<ul style="list-style-type: none"> • Se aplica de manera mínima en baja frecuencia • Codifica con un número menor de bits incrementando la eficiencia del proceso. • Barridos progresivos y entrelazados • Tasa de bits igual baja (64 Kbps), intermedia (64-384 Kbps) y alta (384 kbps- 4 Mbps)
Algoritmo de código de longitud variable	<ul style="list-style-type: none"> • Usa la probabilidad como herramienta y se basa en la teoría de la información. • Los códigos menos frecuentes contienen más información que los de mayor frecuencia. • es muy eficiente puesto que se basa en la distribución de probabilidad de los símbolos con los que se describen los datos
Codificación RLE (Run Length Encoding)	<ul style="list-style-type: none"> • No es efectiva para imágenes reales. • Incrementa los niveles de compresión después de haber utilizado otro tipo de técnicas de compresión. • Se usa para codificar los coeficientes DCT cuantizados.
Compensación de movimiento	<ul style="list-style-type: none"> • La codificación intra se realiza con información únicamente de la imagen. • La codificación inter requiere de información externa a la imagen.

Fuente: (Baidal Vera, 2016) (Sánchez Almaraz A., 2005)
 Elaborado por: Autor

MPEG-4 trabaja en capas, no comprime toda la imagen, sino que aísla el primer plano de la escena y luego se comprimen independientemente,

esto da la opción de colocar los objetos en cualquier parte del sistema, realizar conversiones geométricas en los objeto, crear objetos compuestos a partir de objetos primitivos y agregar datos modificando las texturas, animaciones, etc. (Ver Figura 2.12)

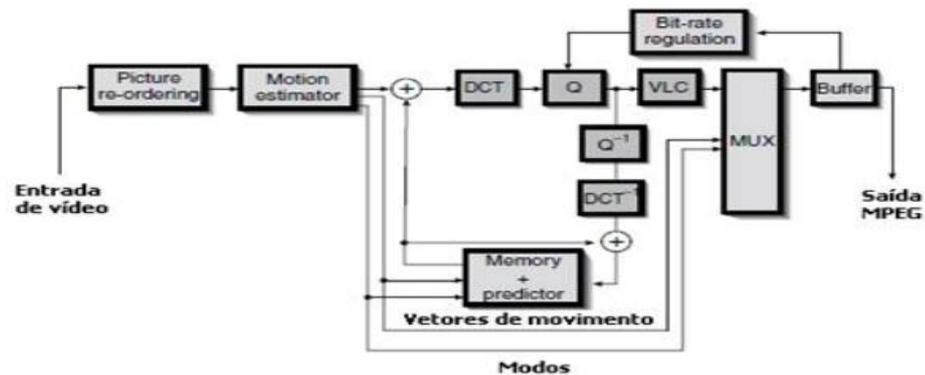


Figura 2. 12: Estructura MPEG -4
Fuente: (Cattaneo Camboim V., 2008)

MPEG-4 Audio: Como sabemos inicialmente el audio es una señal analógica cuya frecuencia máxima está oscilando los 20 KHz, debido a esto debe digitalizarse, comprimirse y codificarse. Luego la señal se divide en 32 sub-bandas de frecuencias, posteriormente en la etapa de cuantificación debe asignárseles un número de bits que disminuyen el ruido generado. (Ver figura 2.13.)

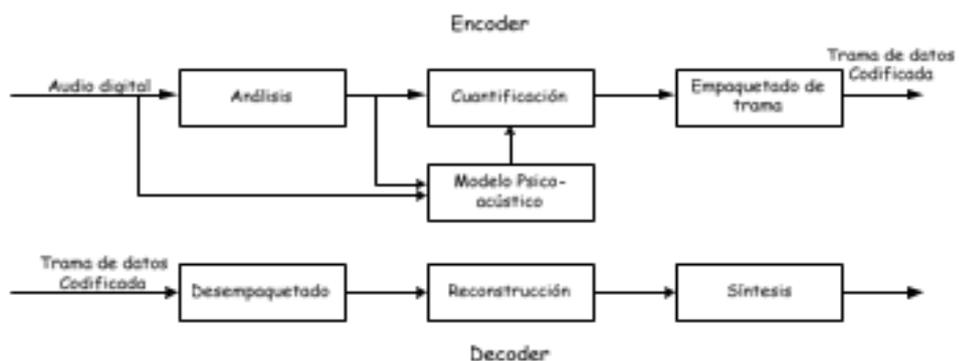


Figura 2. 13: Codificador y decodificador MPEG-4 de audio
Fuente: (Omicrono, 2015)

Finalmente, en la etapa de empaquetado se mezcla la señal y se le agrega los datos auxiliares. De esta forma se logra un nivel de compresión superior y se elimina de información redundante de la señal evitando pérdidas notables de calidad.

Con MPEG-4 se obtiene muestreos con 16KHz, 24KHz, 32KHz, 44.1KHz y 48KHz de frecuencia y de 16 a 24 bits por muestra, lo que facilita otorgar servicios a dispositivos que necesitan menor calidad de audio dado que en cada canal la velocidad es de 32 a 192 Kbps.

H.264: Es un estándar usado para codificar video digital de alta definición, permitiendo obtener imágenes de alta calidad con una baja tasa de bits, que se pueden visualizar en una amplia diversidad de dispositivos como celulares de gama baja o reproductores de video especializados como el Blu-Ray. Con MPEG-2 se puede grabar en un DVD dos horas de película, mientras que con el códec H.264 cuatro horas, debido a que este estándar requiere menor información para reproducir video. (DivX, 2017). H.264 ofrece nuevas funciones que mejoran la calidad de imagen en comparación con otros códecs. (Ver tabla 2.12).

Tabla 2. 12: Nuevas funciones H.264

FUNCION	DESCRIPCION
Desbloqueo en bucle:	<ul style="list-style-type: none"> • Sirve para intentar eliminar los artefactos bloqueantes en la imagen decodificada. • Aplica el desbloqueo en cada fotograma durante la codificación y la decodificación.
Estimación de movimiento de cuarto de píxel:	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempos de búsqueda más largos durante la codificación • Reconstrucción de texturas más compleja durante la reproducción
Tamaños de bloque más pequeños, mejor capacidad de predicción:	<ul style="list-style-type: none"> • Utiliza bloques de píxeles de 16x16 • Permite subdivisiones de bloques de 4x4 píxeles • Mayor flexibilidad en la predicción intrafotográfica
Más imágenes de referencia:	<ul style="list-style-type: none"> • Usa la estimación del movimiento para codificar cada fotograma y reconstruir nuevos fotogramas moviendo la textura de las imágenes que ya han sido decodificadas. • Un solo fotograma puede hacer a muchos fotogramas pasados y futuros
Decodificación de coincidencia exacta:	<ul style="list-style-type: none"> • Define exactamente cuántos cálculos numéricos debe realizar un codificador y un decodificador para evitar que se acumulen errores.

Fuente: (DivX, 2017)

Elaborado por: Autor

Funcionamiento: Al igual que otros estándares del mismo tipo, H.264 comprime los datos multimedia con la intención de ganar espacio, almacenar y transmitir eficientemente el contenido multimedia, utilizando un códec, el cual realiza la codificación y decodificación del material. (DivX, 2017).

Codificación: En la etapa de codificación H.264 existen dos términos muy importantes, INTRA e INTER, los cuales son dos métodos de codificación que H.264 debe elegir antes de codificar.

Codificación INTRA: Son los métodos de predicción usada para disminuir la redundancia espacial de un solo cuadro. En INTRA los bloques destinados a la codificación cumplen una función determinante, porque a través del tamaño de estos se obtienen distintas especificaciones para los vectores de movimiento y para el modo de predicción. Después de que los bloques son codificados, la predicción residual es sometida a un proceso de compresión para eliminar cualquier correlación espacial que puedan tener el bloque, finalmente el bloque se somete a la cuantización. (Ochoa Domínguez J., Mireles García J., 2005)

Codificación INTER: Es la codificación predictiva (tipo P) y la codificación bidireccional (tipo B), ambas se usan en cada bloque de muestra para eliminar la redundancia temporal entre cada cuadro, aplicando vectores de movimiento. La cuantización en esta codificación es un punto en contra, porque causa distorsiones en los bordes de los bloques; se usa filtros para eliminar dicho fenómeno y para obtener la predicción.(Ochoa Domínguez J., Mireles García J., 2005).

En la figura 2.14 se puede observar un diagrama de bloques del codificador H.264:

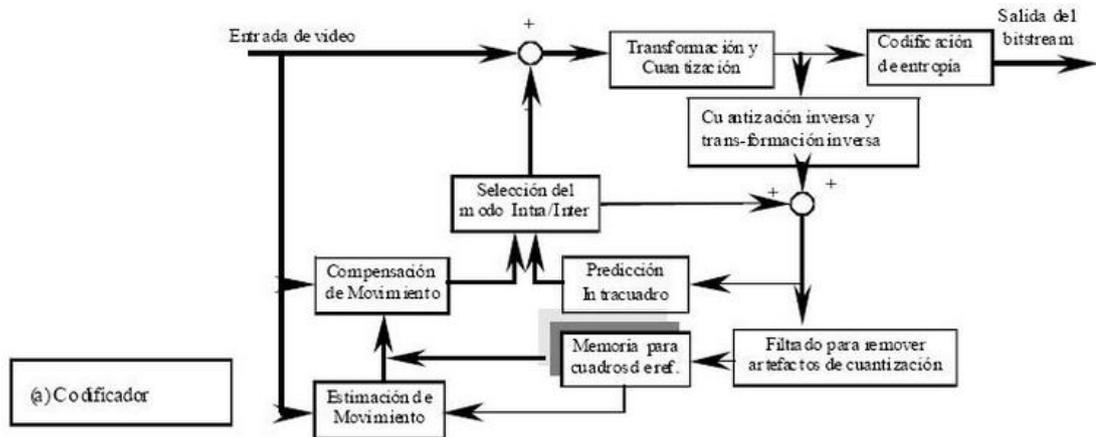


Figura 2. 14: Diagrama de bloques del codificador H.264
Fuente: (Ochoa Domínguez J., Mireles García J., 2005)

Decodificación: La decodificación se lleva a cabo invirtiendo el orden de todos los pasos y procesos que se llevan a cabo en la codificación. (Ver Figura 2.15).

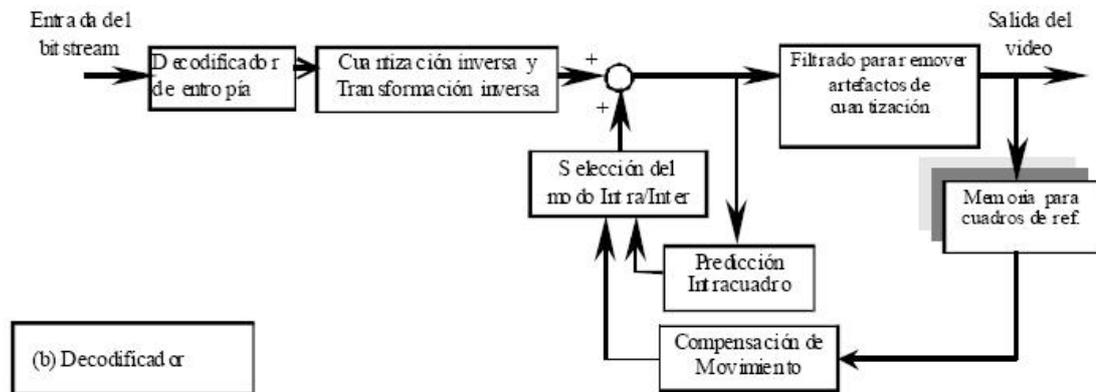


Figura 2. 15: Diagrama de bloques del decodificador H.264
Fuente: (Ochoa Domínguez J., Mireles García J., 2005)

CAPÍTULO 3: ESTUDIO, ANALISIS Y SIMULACION

3.1. Diferencias entre la televisión analógica y la televisión digital.

De acuerdo con el primer objetivo específico del presente trabajo de titulación en esta sección se resume los aspectos técnicos y diferencias entre ambos sistemas para determinar los beneficios y ventajas que puedan tener.

Los televisores digitales consumen menos del 50 por ciento de energía eléctrica, genera menor impacto ambiental, ofrece mejor calidad de audio e imagen, en comparación con los televisores analógicos. Al principio el ahorro podría parecer muy poco, pero a largo plazo se notará una diferencia en el consumo eléctrico. (Jaime Zambrano, 2015).

La televisión digital permite hasta cuatro transmisiones por un mismo canal, con resoluciones que van desde 480i hasta 1080p haciendo uso del mismo ancho de banda de 6 MHz (ver tabla 2.13) que utiliza una canal de televisión analógica en el cual solo se puede hacer una transmisión. Este uso eficiente del espectro radioeléctrico se logra gracias a los códecs MPEG-2, MPEG-4 o H.264, los cuales comprimen los datos a transmitirse. (USMP, 2015).

La televisión digital ofrece comunicación interactiva, mayor cantidad de contenido y nuevos servicios, mientras que en la televisión analógica la comunicación es unidireccional, la cantidad de contenido es limitada y su

señal es vulnerable a sufrir ruido, interferencia, distorsión del color y otros fenómenos que afectan negativamente la calidad de imagen.

Tabla 3. 1: Características de los estándares de transmisión a color para la televisión analógica.

Característica	NTSC	PAL	SECAM
Nº de Líneas	525	625	625
Frecuencia Horizontal	15.734 KHz	15.625 KHz	15.625 KHz
Frecuencia Vertical	60 Hz	50 Hz	50 Hz
Frecuencia de la Subportadora de Color	3,579545 MHz	4,433618 MHz	
Ancho de banda de Video	4,2 MHz	5.0 MHz	5.0 MHz
Portadora de Sonido	4.5 MHz	5.5 MHz	5.5 MHz
Acho de banda total	6 MHz	8 MHz	7 MHz

Fuente: (Talero Sarmiento N., 2007)

Elaborado por: Autor

A continuación, se resalta las ventajas y desventajas del sistema de televisión digital en las tablas 3.2 y 3.3 respectivamente:

Tabla 3. 2: Ventajas de la televisión digital

VENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Eficiencia en la transmisión.
<ul style="list-style-type: none"> • Recepción sencilla y poco costosa, emplea la misma antena que la televisión analógica.
<ul style="list-style-type: none"> • Servicio de recepción de datos móvil y en dispositivos portátiles.
<ul style="list-style-type: none"> • Empleo de redes de frecuencia única.
<ul style="list-style-type: none"> • Menor potencia de transmisión.
<ul style="list-style-type: none"> • Transmisión de múltiples programas y servicios multimedia en un canal
<ul style="list-style-type: none"> • Mejora de la calidad de imagen y de sonido, señal digital robusta frente al ruido, interferencias y propagación de multitrayectoria
<ul style="list-style-type: none"> • Mayor resolución espacial y aumento en la relación de aspecto.
<ul style="list-style-type: none"> • Sonido multicanal con calidad de disco compacto. La multiplicidad de canales brinda un efecto de sonido envolvente como el que se percibe en una sala de cine, además permite transmitir múltiples idiomas para un mismo programa de video.
<ul style="list-style-type: none"> • El televisor puede servir como un terminal multimedia y de interactividad que admite datos de diferentes servicios, como: correo electrónico, cotizaciones de bolsa, videoteléfono, guías electrónicas de programas (EPG), teletexto, pay per view, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Facilita servicios de ámbito local, regional y nacional, además de ampliar un servicio a nivel universal.
<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de transmitir en formatos HDTV y SDTV.
<ul style="list-style-type: none"> • Los medios proporcionados por la televisión digital dan una oportunidad para la integración de contenido de radiodifusión tradicional con los servicios de información interactivos. Esto traerá las oportunidades para la socialización entre los proveedores de estos servicios. Habrá nuevas oportunidades del diseño del espectro a través del plan de dirección. Además la convergencia de televisión e información proporciona a los fabricantes de equipo una oportunidad de producir nuevos tipos de dispositivos integrados.

Fuente: (Talero Sarmiento N., 2007)

Elaborado por: Autor

Tabla 3. 3: Desventajas de la televisión digital

DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario un re-equipamiento y una reinstalación de estaciones transmisoras, para que exista una transmisión simultánea analógico/digital.
<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario hacer un cambio de televisores, lo que genera un gasto económico.
<ul style="list-style-type: none"> • A la hora de la implementación, las características topográficas de las ciudades, la asignación de canales preexistentes, las características de interferencias de otros servicios, la modalidad en la distribución de los contenidos por redes afectan de manera negativa el rendimiento del servicio de televisión.
<ul style="list-style-type: none"> • Cuando la señal está por debajo del 30%, la imagen y el sonido se entrecortan, lo que impide ver el canal. Si el nivel de la señal baja un poco más, se pierde la imagen y el sonido totalmente.
<ul style="list-style-type: none"> • Si no se tiene la tecnología adecuada es poco probable garantizar una cobertura similar a la analógica.
<ul style="list-style-type: none"> • Los servicios de interactividad requieren pago de patentes.
<ul style="list-style-type: none"> • Una pantalla de televisión más grande tiene más baja resolución y un menor ángulo de visión que un monitor de computador.

Fuente: (Talero Sarmiento N., 2007)

Elaborado por: Autor

En la tabla 3.4 se hace una comparación de las características más relevantes de la televisión analógica y de la televisión digital.

Tabla 3. 4: Comparación de la Televisión analógica vs Televisión digital

CARACTERISTICA	TELEVISION ANALOGICA	TELEVISION DIGITAL
Calidad de imagen	Puede sufrir algunos defectos de imagen nieve, imágenes dobles, etc. Estos efectos se presentan en lugares con poca recepción de señal.	Ofrece imágenes más definidas, limpias y claras, Eliminando defectos de nieve, imágenes dobles, etc.
Resolución	720x480 Píxeles	Desde 640x480 Píxeles hasta 1920x1080 Píxeles
Calidad de sonido	Generalmente transmite audio estéreo (dos canales)	Audio estéreo envolvente, hasta 5.1 canales
Formatos de Televisión	Definición estándar de un solo programa o alta definición en ciertos países.	Alta Definición (HDTV) y/o de Definición Estándar (SDTV).
Número de programas	Uno.	Hasta cuatro, entre HD y/o varios programas SDTV
Recepción	Mediante una antena aérea y un televisor analógico	Mediante una antena aérea y una de las opciones: una caja convertidora (STB) conectada al televisor analógico o un televisor digital integrado con decodificador incorporado.
Potencia Transmitida	Normalmente 100 kW	Menor potencia, aprox. la décima parte de la potencia analógica
Estándares de Transmisión	NTSC (<i>National Television System Committee</i>), PAL (<i>Phase Alternating Line</i>), SECAM (<i>Séquentiel Couleur Avec Mémoire</i>)	ATSC (<i>Advanced Television System Committee</i>), DVB (<i>Digital Video Broadcasting</i>), ISDBT (<i>Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial</i>)
Ancho de Banda	NTSC: 6 MHz PAL: 8 MHz SECAM: 7 MHz	ATSC: 6 MHz DVB: 8 MHz. ISDBT: 6 MHz
Utilización del Espectro	Utiliza el doble del ancho de banda asignado para el estándar con el fin de evitar la interferencia con canales adyacentes	Utiliza sólo el ancho de banda asignado para el estándar.

Fuente: (Talero Sarmiento N., 2007)

Elaborado por: Autor

3.2. ¿Qué implica la migración al sistema digital de televisión para la población?

La migración de la televisión analógica a digital implica que tanto los televidentes, como los operadores de televisión tengan que cambiar sus equipos analógicos por equipos digitales que posean las características necesarias de recepción y/o transmisión bajo el estándar ISDB-T en el caso de Ecuador.

Los televidentes deben adquirir televisores digitales que integren el sintonizador el estándar ISDB-Tb o ISDB-T Internacional, debido a que si el televisor integra un sintonizador de otro estándar no podrán sintonizar los canales digitales abiertos, libres y gratuitos que, actualmente, se ofrecen en varias ciudades del país. Los ciudadanos de Ecuador, al momento de comprar un televisor digital deberán verificar en la parte posterior o frontal del equipo, una etiqueta mostrando el estándar con el que trabaja el sintonizador integrado. Cabe recalcar que la antena de recepción no sufre cambios, puesto que se puede usar la misma que se usa para la recepción de señal analógica.

Hay una alternativa que permite a los ciudadanos conservar sus televisores análogos, esta es la adquisición de un equipo denominado *set top box*, el cual se conecta al televisor para recibir y decodificar la señal digital y luego convertirla a analógica. Según un estudio realizado por Enrique Sanchez Lara, director de la Facultad de Electrónica de la Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla de México, es mejor adquirir un televisor nuevo con el estándar adecuado, porque el consumo de energía de los equipos *set to box* sumado al consumo del televisor análogo genera un costo muy alto, que en tres años equivale al costo promedio de un televisor digital en países de América Latina, además, contribuye al medio ambiente porque los televisores análogos poseen metales pesados como mercurio y plomo.

En Ecuador, en las páginas web de casas comerciales como Créditos Económicos, Comandato, Orvehogar, Artefacta, Almacenes Japón y otras, los precios de los televisores digital ISDB-T oscilan entre los USD 400,00 con modestas pero suficientes características para la recepción, hasta más de USD 10.000,00 con integración de las últimas tecnologías de hardware y software. Por ejemplo, en la página web de Créditos Económicos el televisor digital más barato es un Diggio de 32", HD (1366*768), Smart, a USD 393,29. Mientras que el más caro es un Samsung con pantalla curva de 55", FULL HD, audio y video 3D, Smart, doble sintonizador, y muchas otras características a un precio de USD 2.421,53. En la web de Comandato el televisor de menor valor es uno marca Doppio de 32" por USD 460,22, mientras que el de mayor valor es un LG de 49" a USD 1.666,10.

3.3. La situación actual del apagón analógico en Ecuador

Actualmente Ecuador atraviesa un estado de lenta transición al sistema de televisión digital, en el que coexisten señales digitales con análogas. El apagón analógico programado con fecha de inicio 31 de diciembre del 2016 fue postergado tentativamente para iniciar el 30 de junio del 2017, debido a que actualmente el 93% de la cobertura es análoga y no se logra el porcentaje necesario para la migración de televisión análoga (señal que se recibe actualmente) a la televisión digital terrestre (TDT) según el Ministerio de Telecomunicaciones. Las causas para este retraso pueden ser varias, como falta de conocimiento de las ventajas de TDT, falta de información sobre el actual estado de transición que se vive el Ecuador, desconocer lo

que significa los procesos de migración y apagón analógico, no saber que televisor comprar, escasa difusión del proceso por parte del Gobierno, el costo de los televisores superan los ingresos de la ciudadanía.

Respecto a la falta de ingresos económicos, el Ministerio de Telecomunicaciones recomendó la adquisición de los equipos *set to box*, considerando que según el último censo en el país 900.000 personas de extrema pobreza no participarían del proceso de migración. En Ecuador, solo se pueden vender televisores integren el sintonizador ISDB-T para evitar un gasto innecesario a la ciudadanía y para acelerar el proceso de migración, pese a esto todavía hay mucha desinformación por parte de la población, según reporta una consulta publicada por diario Expreso el 16 de enero de 2017. Con todos estos antecedentes se prevé más retrasos en el proceso de migración.

3.4. Descripción del simulador de señales digitales de tv.

3.4.1. Generalidades

El generador de señal multicanal R&S® CLG es un simulador de señales de televisión digital y analógica fabricado por la empresa Rohde & Schwarz, en los estándares PAL, NTSC y J.83/B, DVB-C e ISDB-T respectivamente. Por lo cual se convierte en instrumento de medición y análisis muy usado por los fabricantes de sintonizadores, *set to box*, decodificadores para hacer pruebas de calidad, desarrollo y certificación a sus productos antes de ser comercializados. (Mundo-Electrónico, 2012).

3.4.2. Panel frontal

Proporciona una visión general del conector y LED's (Ver figura 3.1).
(ROHDE & SCHWARZ, 2013).



Figura 3. 1: CLG –Panel frontal
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

A continuación cada conector y LED se describe brevemente:

3.4.2.1. Conector de Salida RF

Es un puerto de salida de 75Ω para la señal RF (Ver Figura 3.2).
(ROHDE & SCHWARZ, 2013).



Figura 3. 2: Conector de salida RF
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.2.2. LED de encendido

Indica que el interruptor de alimentación de AC está encendido y fuente de alimentación interna está generando salida de DC (Ver Figura 3.3).
(ROHDE & SCHWARZ, 2013)



Figura 3. 3: LED - Encendido
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.2.3. LED de estado

Proporciona una indicación de la situación del instrumento (Ver Figura 3.4). (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

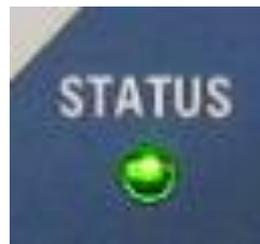


Figura 3. 4: LED - Estado
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.2.4. LED RF

Proporciona una indicación de que al menos 1 portadora está presente en la salida RF (Ver Figura 3.5). (ROHDE & SCHWARZ, 2013)



Figura 3. 5: LED - RF
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.3. Panel posterior

Se proporciona una visión general de los conectores en el panel posterior de instrumentos (Ver figura 3.6). (ROHDE & SCHWARZ, 2013).



Figura 3. 6: CLG – Panel Posterior
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.3.1. Conector de alimentación AC

Vea la sección "Conexión del instrumento a la red eléctrica" 3.4.4.2. (Ver figura 3.7). (ROHDE & SCHWARZ, 2013)



Figura 3. 7: Alimentación AC
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.3.2. Interruptor de alimentación de AC

El interruptor de alimentación está situado a la izquierda del conector de alimentación AC (Ver figura 3.7). (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.3.3. Fusible de alimentación de AC

Vea la sección "Fusibles de alimentación de AC" 3.4.4.3. (Ver figura 3.7). (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.3.4. 10 Gb CX4

Entrada para múltiples flujos de transporte MPEG-2. (Ver figura 3.8).
(ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.3.5. 10 Gb LED LINK

Este LED indica cuando el R & S CLG ha detectado un equipo conectado a través de un cable CX4 (Ver figura 3.8). (ROHDE & SCHWARZ, 2013).



Figura 3. 8: Led 10 Gb Link
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.3.6. LAN

Interfaz LAN (Ver figura 3.9). (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

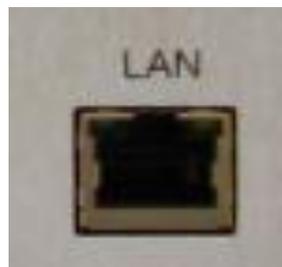


Figura 3. 9: Puerto LAN
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.3.7. Entrada 10 MHz

Entrada para una frecuencia de referencia externa de 10 MHz (Ver figura 3.10). (ROHDE & SCHWARZ, 2013).



Figura 3. 10: Puerto 10 MHz In
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.4. Preparación para el funcionamiento

La siguiente sección describe cómo preparar el instrumento para la operación y cómo conectar dispositivos externos. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.4.1. Operación de instalación independiente o en un rack de 19"

El instrumento está diseñado sólo para uso interior. Puede configurarlo como un dispositivo independiente o instalarlo en un rack de 19". Para instalar en un rack de 19 ", debe instalar los soportes en los que el R & S CLG puede descansar antes asegurando los pernos del panel frontal en el bastidor. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.4.2. Conexión del instrumento a la red eléctrica

El instrumento está equipado con una fuente de alimentación universal que acepta una tensión alterna en un rango de 85 a 264 VAC en una gama

de frecuencias de 47 a 63 Hertz. El conector de alimentación de AC está en la parte trasera del instrumento. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

- Utilice el cable de alimentación de AC suministrado para conectar el instrumento a la alimentación de AC suministro. Dado que el instrumento cumple con la norma de seguridad EN61010-1, sólo debe estar conectado a una toma de corriente con un contacto a tierra.
- Ajuste el interruptor de AC en la parte posterior del instrumento con el que la posición. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.4.3. Fusibles de alimentación de AC

Antes de cambiar los fusibles, se debe apagar el aparato y desconectarlo de la fuente de alimentación. (ROHDE & SCHWARZ, 2013). El fusible se encuentra al lado del interruptor de alimentación de AC (en la entrada de AC) en el panel posterior del instrumento. (ROHDE & SCHWARZ, 2013). Para cambiar el fusible se debe:

- Abrir la tapa de la caja de fusibles y quitar el porta fusibles. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)
- Cambiar el fusible defectuoso y poner el porta fusibles en su lugar. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)
- Cierre la tapa de la caja de fusibles. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.4.4. Puesta en marcha del instrumento

Una vez que el instrumento se haya encendido, la unidad debe arrancar. Durante el inicio el LED de estado en el panel frontal es de color

amarillo. Cuando termina el arranque el LED de estado se pone verde a menos que un fallo se ha detectado en cuyo caso se vuelve de color rojo. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.4.5. Apagar el aparato

Ajuste el interruptor de AC de la parte posterior del instrumento en la posición **O**. Ninguno de los LED's en el panel frontal debe estar encendido. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.4.6. Control de funcionamiento

El R & S CLG automáticamente monitorea el estado del instrumento durante el encendido y continuamente durante la operación. Cuando el instrumento detecta un fallo el LED de estado se vuelve rojo. No hay piezas reparables. Esto significa que la unidad debe ser devuelta al fabricante para su reparación. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.4.7. Presets

Cuando el usuario hace clic en el elemento de menú "Presets" la unidad vuelve a establecer los ajustes de fábrica después de que el usuario confirma esta acción en una ventana pop-up (Ver Figura 3.11). (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

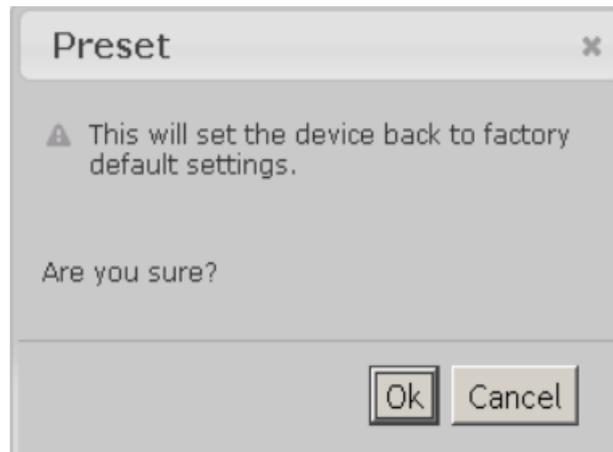


Figura 3. 11: Usuario - Preset
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.5. Notas sobre el sistema operativo y el firmware

El instrumento utiliza un sistema operativo Linux. El acceso no se proporciona a la operación sistema, sino más bien a un servidor web a través del cual un usuario puede configurar la configuración de red del instrumento. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.6. Conexión del instrumento a una red (LAN)

El instrumento está habilitado para una conexión de red y se puede conectar a una red Ethernet LAN (red de área local). El instrumento también puede ser controlado a distancia y accionado manualmente en la red. La operación remota permite a alguien operar el instrumento desde un ordenador externo situado en cualquier parte del mundo. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Por ejemplo, un usuario que trabaja en una parte de un edificio puede operar una o más unidades del instrumento que formen parte de una

configuración de prueba situadas en otra parte del edificio. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.6.1. Conexión a la red

Siempre se debe coordinar la conexión del instrumento a la red con la red del administrador. Los errores que se producen durante el proceso de conexión pueden afectar a la totalidad red. Asegúrese de que el instrumento se apaga cuando se conecta y desconecta el cable de red. Esta es la única manera de asegurar que la conexión de red se detecta de forma fiable y evitar cualquier interrupción durante la operación del instrumento. El equipo se puede conectar a una red LAN utilizando el cable RJ-45 a través del puerto LAN ubicado en la parte posterior del instrumento. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Configuración del instrumento para la operación de la red: Las funciones de interfaz de red con 100 MHz o 10 MHz Ethernet IEEE 802.3u, El protocolo de red TCP / IP y los servicios de red asociados están pre configurados. Para el intercambio de datos dentro de una red LAN, es imprescindible que cada equipo o instrumento conectado tenga una dirección IP única. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Las redes con DHCP: El instrumento puede ser configurado para redes que utilizan el protocolo de configuración dinámica de host (DHCP).

En este tipo de redes, el instrumento se asigna automáticamente una dirección IP libre. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Dependiendo de la configuración de la red puede que tenga que ponerse en contacto con el administrador de red para configurar un servidor DHCP para proporcionar una dirección IP para el instrumento. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Las redes con asignación IP fijas (estáticas): En las redes que se asignan direcciones IP estáticas, el administrador de la red por lo general maneja este proceso. La dirección IP fija debe introducirse en la unidad mediante una conexión IP y un navegador web, ver conexión punto a punto o Zero Conf. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Zero Conf: Muchos dispositivos son compatibles con un método de auto-configuración, que a menudo se llama *Zero Conf*, Bonjour o mDNS. El dispositivo se puede encontrar navegar por la red. El dispositivo se puede encontrar mediante la búsqueda de un nombre de la forma donde el * se sustituye por el número de serie de la unidad - "rsclg * local.". Abra un símbolo del cmd (Indicador de DOS) y haga ping a la unidad con el comando de ping-rsclg XXXXXX.local. Los comandos ping devuelven una dirección IP. La configuración de red del ordenador puede necesitar ser modificada para comunicarse con la unidad. Una vez que la configuración de red del equipo

se establece correctamente, se debe introducir la dirección IP en un navegador web. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Las conexiones punto-a-punto: Para configurar una red única (una conexión LAN entre un instrumento y un solo ordenador sin integración en una red más grande), una dirección IP necesita ser asignada al instrumento y el ordenador. Las direcciones IP disponible para su uso son 192.168.10.xxx, donde xxx puede asumir valores de entre 2 254 y el valor de la máscara de subred que es 255.255.255.0. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Restaurar configuración de red: En el caso de que la red este mal configurada o la configuración de red se pierde, se puede restablecer la configuración de red predeterminada de fábrica. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Para restablecer la configuración de red se siguen los siguientes pasos:

1. Apague la unidad.
2. Encienda la unidad.
3. Espere 5-10 segundos.
4. Apague la unidad.
5. Repita los pasos 2-4.
6. Repita los pasos 2-4.
7. Encienda la unidad.

Una vez que la unidad ha alcanzado la potencia normal de secuencia, la unidad utilizará la configuración de red predeterminada de fábrica. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.7. Características

3.4.7.1. Simulación completa de las redes de televisión por cable

- Cualquier combinación de modulaciones digitales y analógicas.
- Separación de canales de América, Europa y Japón.
- Simulación de zumbido como superposición de modulación en amplitud.
- Flujo de transporte externo de alimentación para los canales digitales a través de IP.
- Generación de patrones de prueba interna.
- Generación de señales de CW para medidas CSO / CTB.

3.4.7.2. Fácil configuración de los escenarios de prueba complejos

- Ajustes de nivel y frecuencia independientes para cada canal.
- El ajuste de la inclinación en todos los canales.
- Fácil operación en un PC a través de una interfaz web.
- Espacio de memoria para más de 100 configuraciones de instrumentos definidos por el usuario.

3.4.7.3. Hechos claves

- Rango de frecuencias de 47 MHz a 1002 MHz.
- Hasta 158 canales de televisión por cable de EE.UU.
- Hasta 119 canales de televisión por cable de Europa.
- Más de 53 dBc CNR y 60 dBc CSO / CTB.

- MER elevado de tip. 40 dB.

3.4.8. Concepto básico del instrumento

El R & S CLG simula una red de televisión por cable. Dispone de cuatro modos, J83B, J83C, DVB-C y ARB. El modo J83B (Estados Unidos) ofrece una separación de canales de 6 MHz y la unidad puede generar hasta 128 canales J.83 / B y hasta 32 canales de ARB. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

En el modo DVB-C (Europa) el espaciamiento de canal es de 8 MHz y la unidad puede generar hasta 96 canales DVB-C y hasta 64 canales ARB. En el modo de ARB la unidad puede generar hasta 160 canales. En el modo ARB las formas de onda incluidas con la unidad pueden ser analógico o digital. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

En el modo de J83C (Japón), la separación entre canales es 6 MHz y la unidad puede generar 128 canales J83 / C y hasta 32 canales ARB. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Los datos de origen de los Estados Unidos, Europa y canales japoneses pueden ser un flujo de transporte con datos reales, de vídeo o un flujo de bits pseudo aleatorio (PN23) generado internamente por el R & S CLG. La fuente de los canales arbitrarios (ARB) es un archivo de forma de onda ARB almacenado en la unidad. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Cada soporte individual se puede colocar en cualquier lugar en el espectro de 47 a 1002 MHz y su nivel de salida de RF es regulable. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.9. Simulación realizada con el generador de señal multicanal R&S® CLG.

3.4.9.1. Inicio

Cables de conexión del Modulador:

- Cable de alimentación de AC.
- Cable de salida CATV para conexión a un equipo de prueba (por ejemplo, analizador de espectro, el receptor, el analizador de vídeo).
- Conector LAN para conexión al ordenador o la red.
- Opcional: Cable de 10 GigE, 10 MHz.

Concepto de funcionamiento: Cuando la unidad está encendida, la configuración por defecto es la correspondiente a la de canales con potencia compuesta completa. Si el vídeo no está entrando a través del 10 puerto 10 GigE, la unidad está rellenando el flujo de datos con paquetes nulos. El puerto LAN Ethernet puede ser usado para monitorear el estado del equipo CLG y volver a configurarlo. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.9.2. Ajuste de Fábrica de la dirección IP

Valores predeterminados para la configuración de red:

- Dirección IP = 192.168.10.1

- Máscara de red = 255.255.255.0
- Puerta de enlace = 192.168.10.1

Una vez que la conexión se puede establecer con el R & S CLG, la configuración de red se puede cambiar a través de la GUI Web. El R & S CLG ofrece una gran flexibilidad en la configuración de un plan de frecuencias de televisión por cable y como resultado tiene un gran número de parámetros para configurar tanto para sus bloques de banda de base y canales. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

3.4.9.3. Funcionamiento desde un PC utilizando la GUI Web

Desde un navegador web convencional, se accede a la interfaz gráfica del usuario al introducir en el campo URL la dirección IP o la dirección IP Zero Conf., al hacerlo se mostrará la ventana "*Cable Load Generator*", compuesta de los paneles izquierdo y derecho. (Ver figura 3.12)

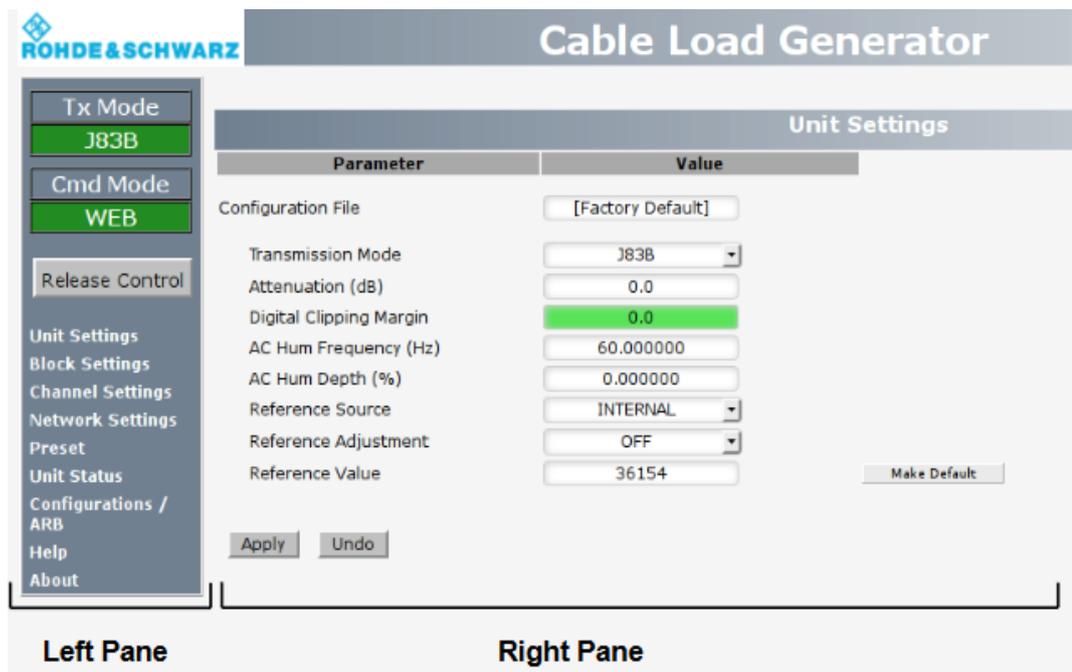


Figura 3. 12: GUI Web
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.9.4. Panel izquierdo

El panel izquierdo de la interfaz gráfica de usuario es siempre visible y:

- Muestra el modo R & S CLG transmitir (J83B, J83C, DVBC o BRA).
- Muestra la modalidad de mandatos (entidad en control de R & S CLG) (GUI Web, o la ISPA SNMP).
- Contiene un botón etiquetado que puede ser:
 - ✓ Tomar el control
 - ✓ Control de Liberación.
- Contiene un menú que controla la información que se muestra en el panel derecho.

Modo de transmisión R & S CLG: Los 16 canales generados a partir de un bloque dado deben tener la misma velocidad de símbolo, dispositivo de entrelazado y modulación. Los otros 2 bloques se pueden utilizar para la generación de formas de onda ARB de un archivo almacenado en el R & S CLG. Cada canal en una ARB de bloque determinado debe utilizar el mismo archivo de forma de onda ARB para generar una portadora. Las portadoras individuales se pueden colocar en cualquier parte del espectro entre 47 y 1002 MHz y sus niveles se pueden ajustar de forma independiente. (ROHDE & SCHWARZ, 2013). Los 16 canales generados a partir de un bloque dado deben tener la misma velocidad de símbolo, dispositivo de entrelazado y modulación. Los otros 2 bloques se pueden utilizar para la generación de formas de onda ARB de un archivo almacenado en el R & S CLG. Cada canal en una ARB bloque determinado debe utilizar el mismo archivo de forma de onda ARB para generar una portadora. Las portadoras individuales se pueden colocar en cualquier parte del espectro entre 47 y 1002 MHz y sus niveles se pueden ajustar de forma independiente. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

En el modo DVBC el R & S CLG se tiene 6 bloques, cada uno capaz de FEC / modulación según UIT-T J.83 anexo A, también conocido como DVB-C (Ver Figura 3.13). Al igual que con el modo de J83B, los 16 canales generados a partir de un bloque dado deben tener la misma velocidad de símbolos, de entrelazado y modulación (Ver Figura 3.13).(ROHDE & SCHWARZ, 2013).



Figura 3. 13: Modo de transmisión - R & S CLG
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Los otros 4 bloques se pueden utilizar para la generación de formas de onda de un ARB archivo almacenado en el R & S CLG. Cada canal en un bloque ARB dado debe utilizar el mismo archivo de forma de onda ARB para generar una portadora. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Al igual que con el modo J83B, los soportes individuales pueden ser colocados en cualquier lugar en el espectro entre 47 y 1002 MHz y sus niveles pueden ser ajustar de forma independiente. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

En el modo de ARB los 10 bloques se pueden utilizar para la generación de formas de onda de un archivo de ARB almacenado en el R & S CLG. Cada canal en un bloque ARB dado debe utilizar el mismo ARB archivo de forma de onda para generar una portadora. Al igual que con los otros dos modos de portadoras individuales, este puede ser colocado en cualquier parte del espectro entre 47 y 1002 MHz y sus niveles pueden ajustar de forma independiente. La unidad se limita a un máximo de 4 formas de onda ARB. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Modo de comando R & S CLG: Sólo se permite una entidad para tener el control de la R & S CLG en un momento dado. Eso significa que sólo se permite a la entidad el cambio de la configuración de R & S CLG. A todas las entidades se les permiten leer ajustes y el estado al mismo tiempo. R & S CLG responde a las peticiones de todas las entidades de manera sucesiva para mostrar la configuración y el estado. (ROHDE & SCHWARZ, 2013). SNMP es la entidad de control por defecto, si la SCPI establece la conexión con el R & S CLG se convierte en la entidad que controla y tiene una prioridad más alta que SNMP, (ver Figura 3.14). Si la interfaz web del usuario establece una conexión obtiene acceso de sólo lectura, en cambio, si quiere convertirse en la entidad de control, que tiene la prioridad más alta y el usuario sólo tiene que hacer clic en el botón Tomar Control (Ver Figura 3.15). (ROHDE & SCHWARZ, 2013)



Figura 3. 14: Modo de comando - R & S CLG
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)



Figura 3. 15: Botón Tomar Control
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Botón - Tomar / Liberar Control: Cuando un usuario GUI Web hace clic en el botón "*Take Control*", dicha interfaz gráfica se convierte en la entidad de control. Si una GUI web de control no tiene actividad durante 30 minutos, la R & S CLG vuelve a poner automáticamente al usuario anterior como entidad de control. Cuando un usuario GUI Web desea ceder el control, el usuario debe hacer clic en el botón "*Release control*" (Ver Figura 3.16). Si un segundo usuario GUI Web abre una ventana en la misma R & S CLG, él puede hacerse cargo del control del usuario GUI web anterior con el botón "Take Control". (ROHDE & SCHWARZ, 2013).



Figura 3. 16: Botón Liberar Control
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Menú de Información del Panel derecho: El usuario utiliza el menú en el panel de la izquierda para cambiar la información que se muestra en el panel derecho (Ver Figura 3.17). Cada elemento del menú de selección se discute en la siguiente sección. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).



Figura 3. 17: Panel derecho – Menú de información
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

3.4.9.5. Panel derecho

Los parámetros que aparecen en la ventana del panel derecho y los botones relacionados se describen a continuación. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Ajustes de la unidad: Cuando el usuario hace clic en la opción del menú "*Unit Settings*" los cambios en el panel de la derecha se muestran en la figura 3.18. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

Parameter	Value
Configuration File	[Factory Default]
Transmission Mode	J83B
Attenuation (dB)	0.0
Digital Clipping Margin	0.0
AC Hum Frequency (Hz)	60.000000
AC Hum Depth (%)	0.000000
Reference Source	INTERNAL
Reference Adjustment	OFF
Reference Value	36154

Buttons: Apply, Undo, Make Default

Figura 3. 18: Panel derecho – Ajuste de la unidad
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Configuración: Cuando el usuario hace clic en la opción "Configurations" del menú en la derecha, la ventana siguiente se muestra en la figura 3.19. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

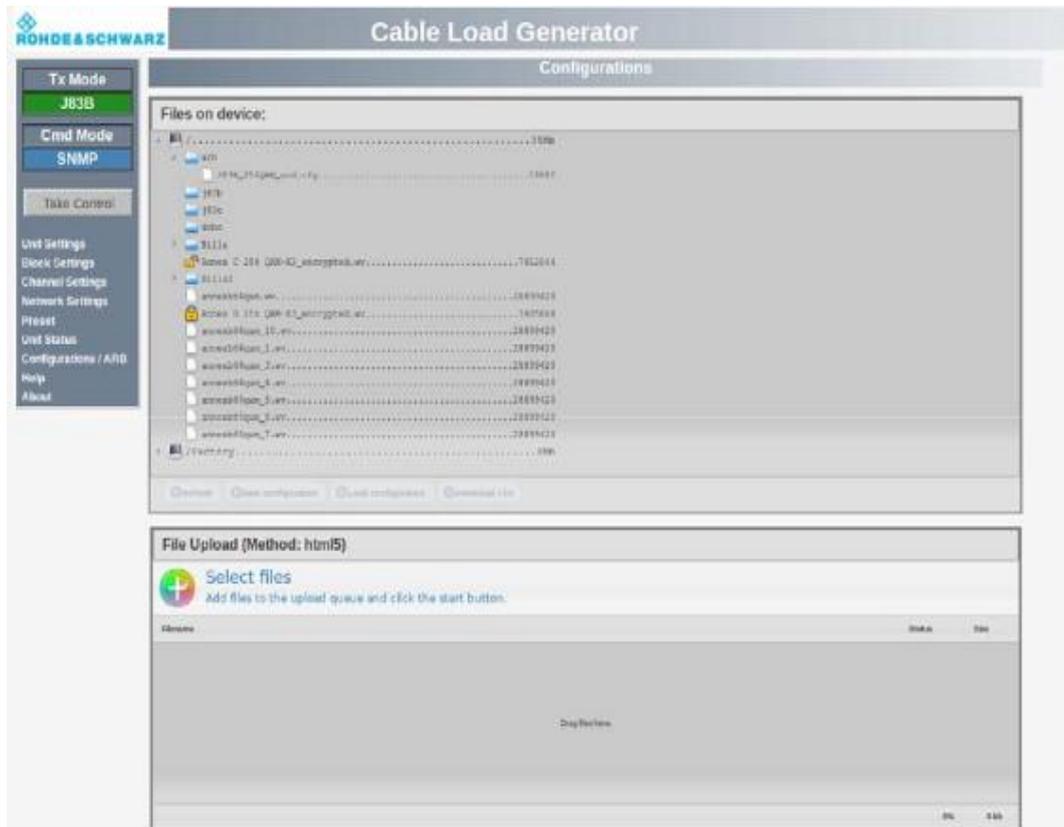


Figura 3. 19: Panel derecho – Configuración
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Estado: Cuando el usuario hace clic en el elemento "Status" del menú, los cambios en el panel derecho se muestran en la figura 3.20. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).



Figura 3. 20: Panel derecho – Estado
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Red: Cuando el usuario hace clic en el elemento "Red" del menú la pantalla cambia según se muestra en la figura 3.21. (ROHDE & SCHWARZ, 2013).

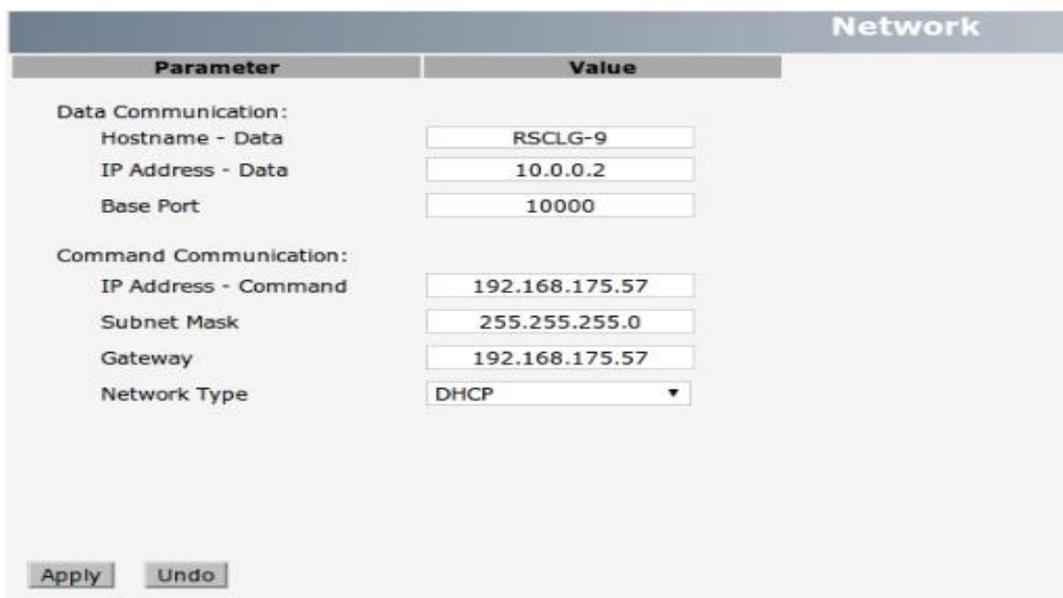


Figura 3. 21: Panel derecho – Red
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Presets: Cuando el usuario hace clic en el elemento "Presets" del menú, la unidad vuelve a establecer los ajustes de fábrica después de que el usuario confirma esta acción en una ventana pop-up (Ver Figura 3.22). (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

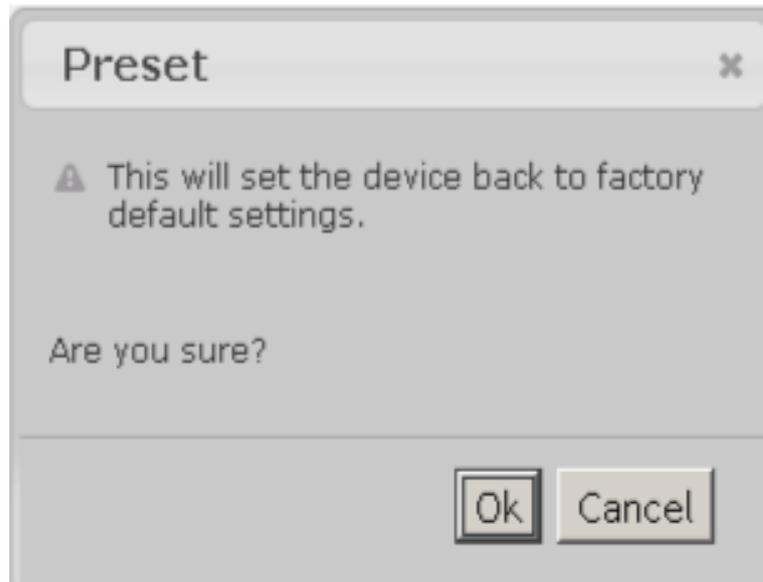


Figura 3. 22: Panel derecho – Preset
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Ayuda: Cuando el usuario hace clic en el elemento "Help" del menú, el panel derecho mostrará lo siguiente:

- *Getting Started link* (Obtención del enlace de inicio): Muestra el manual en pdf.
- *User Manual link* (Enlace al manual del usuario): Muestra el manual en pdf.
- *Linux license* (Licencia de Linux): Muestra la licencia aplicable.
- *LGPL license* (Licencia LGPL): Muestra la licencia aplicable.
- *GPL license* (Licencia GPL): Muestra la licencia aplicable.

- *Open SSL license* (Licencia Open SSL): Muestra la licencia aplicable.

Ajustes de bloque: Cuando el usuario hace clic en la opción de menú "*Block Settings*" los cambios en el panel de la derecha se muestran en la figura 3.23. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Cable Load Generator										
Block Settings										
	Block	# of Channels	Channels Allocated	AWG State	AWG File	Symbol Rate (MS/s)	Constellation	Roll-Off	Interleaver Mode	Useful Data Rate (Mbps)
<input checked="" type="checkbox"/>	1	16	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16			5.360537	QAM256	0.12	(8,16)	38.81
<input checked="" type="checkbox"/>	2	16	17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32			5.360537	QAM256	0.12	(8,16)	38.81
<input checked="" type="checkbox"/>	3	16	33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48			5.360537	QAM256	0.12	(8,16)	38.81
<input checked="" type="checkbox"/>	4	16	49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64			5.360537	QAM256	0.12	(8,16)	38.81
<input checked="" type="checkbox"/>	5	16	65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80			5.360537	QAM256	0.12	(8,16)	38.81
<input type="checkbox"/>	6	16	81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96			5.360537	QAM256	0.12	(8,16)	38.81
<input type="checkbox"/>	7	16	97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112			5.360537	QAM256	0.12	(8,16)	38.81
<input checked="" type="checkbox"/>	8	16	113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128			5.360537	QAM256	0.12	(8,16)	38.81
<input type="checkbox"/>	9	16	129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144	ON	/Factory/waveform /Annex B 256 QAM.wv					
<input type="checkbox"/>	10	14	145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158	ON	/Factory/waveform /Annex B 256 QAM.wv					

Figura 3. 23: Panel derecho – Ajuste de bloque
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

Configuración del canal: Cuando el usuario hace clic en la opción de menú "*Channel Settings*" los cambios en el panel de la derecha se muestran en la figura 3.24. (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

ROHDE & SCHWARZ **Cable Load Generator**

Channel Settings

	Channel	Block	Modulator State	Source	Center Frequency (MHz)	Power (dBmV)	Port
<input type="checkbox"/>	1	1	OFF	EXT	51	33.0	10000
<input type="checkbox"/>	2	1	OFF	EXT	57	33.0	10001
<input type="checkbox"/>	3	1	OFF	EXT	63	33.0	10002
<input type="checkbox"/>	4	1	OFF	EXT	69	33.0	10003
<input type="checkbox"/>	5	1	OFF	EXT	79	33.0	10004
<input type="checkbox"/>	6	1	OFF	EXT	85	33.0	10005
<input type="checkbox"/>	95	6	OFF	EXT	93	33.0	10094
<input type="checkbox"/>	96	6	OFF	EXT	99	33.0	10095
<input type="checkbox"/>	97	7	OFF	EXT	105	33.0	10096
<input type="checkbox"/>	98	7	OFF	EXT	111	33.0	10097
<input type="checkbox"/>	99	7	OFF	EXT	117	33.0	10098
<input type="checkbox"/>	14	1	OFF	EXT	123	33.0	10013
<input type="checkbox"/>	15	1	OFF	EXT	129	33.0	10014
<input type="checkbox"/>	16	1	OFF	EXT	135	33.0	10015
<input type="checkbox"/>	17	2	OFF	EXT	141	33.0	10016
<input type="checkbox"/>	18	2	OFF	EXT	147	33.0	10017
<input type="checkbox"/>	19	2	OFF	EXT	153	33.0	10018
<input type="checkbox"/>	20	2	OFF	EXT	159	33.0	10019
<input type="checkbox"/>	21	2	OFF	EXT	165	33.0	10020
<input type="checkbox"/>	22	2	OFF	EXT	171	33.0	10021
<input type="checkbox"/>	7	1	OFF	EXT	177	33.0	10006
<input type="checkbox"/>	8	1	OFF	EXT	183	33.0	10007

Tx Mode: J83B
 Cmd Mode: WEB
 Release Control
 Unit Settings
 Block Settings
 Channel Settings
 Network Settings
 Preset
 Unit Status
 Configurations / ARB
 Help
 About

Add Channel
 Apply Undo
 Tilt Sel Freq
 Power
 State Source
 Delete Channels

Figura 3. 24: Panel derecho – Configuración de canal
Fuente: (ROHDE & SCHWARZ, 2013)

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones

- La televisión analógica aún vigente en Ecuador ha sido de gran importancia porque ha aportado a la información y al desarrollo del país por su amplia influencia económica y social, sin embargo, está destinada a desaparecer en un tiempo relativamente corto, debido a las falencias que presenta, como el desperdicio del espectro electromagnético, la interferencia que se incrementa cuando aumentan las estaciones transmisoras, a su alta relación inversamente proporcional entre la intensidad de la señal vs ruido, a la proclividad de presentar nieve, dobles imágenes, colores deficientes, sonido de baja calidad; y a las bondades y beneficios que presenta la televisión digital terrestre como programación múltiple por un mismo canal con calidad que va desde SD hasta FULL HD a 50/60 cuadros por segundo con una relación de aspecto de 16:9, mayor inmunidad al ruido, interferencia, nieve y sin el efecto de imagen doble, interactividad, etc.
- La migración de la televisión analógica a digital es un proceso que afecta a toda la línea de difusión de señales de televisión, desde los operadores de televisión hasta a los televidentes en las distintas etapas de producción, transmisión y recepción de contenido audiovisual, en las cuales todos los involucrados tienen que cambiar sus respectivos equipos análogos por

aquellos que manejen contenido digital en el estándar adecuado, o, en el caso de los televidentes adquirir otros dispositivos (como el *set to box*), que permitan seguir usando los antiguos equipos con el nuevo sistema de televisión.

- La implementación de TDT en Ecuador está muy atrasada y seguirá presentando retrasos, si se considera aspectos como: la postergación del apagón analógico programado para iniciar el 31/12/2016 y ahora para iniciar tentativamente el 30/06/2017, la cobertura digital que no supera la cobertura analógica equivalente al 93% de cobertura total en Ecuador, la coexistencia de señales análogas y digitales de televisión, el desconocimiento por parte de ciudadanía sobre el apagón analógico y la migración, las restricciones al cupo de importación de televisores aplicadas a la ciudadanía o la falta de campañas de información.

4.2. Recomendaciones.

- Realizar una campaña televisiva y radial con el fin de informar a la comunidad con términos populares, sobre la nueva tecnología de televisión que lentamente en Ecuador se está expandiendo y quitándole cobertura a la televisión analógica, enfocándose en los beneficios y lo que implica adoptar este nuevo sistema.
- Reducir los costos de adquisición de equipos receptores de televisión digital sin que el estado y los dueños de casas

comerciales sufran pérdida económica, con el fin de que la ciudadanía pueda adquirir un televisor digital y acelerar el proceso del apagón analógico.

- Lograr una alianza entre el estado y los fabricantes de televisores digitales que permita a los ciudadanos canjear como parte de pago sus televisores antiguos por uno moderno que cumpla con los requisitos para receptar señal digital con el estándar ISDB-T.
- Desarrollar un plan de reciclaje para los televisores que la comunidad deseché en su afán de adaptarse a la nueva era de la televisión, además de crear normas de tratamiento responsable de la basura electrónica con el fin de preservar el medio ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Academia de Ciencias de Morelos. (2015, diciembre 21). ¿Qué cosa sucede con el apagón? Recuperado el 28 de febrero de 2017, a partir de [/?q=content/%C2%BFqu%C3%A9-cosa-sucede-con-el-apag%C3%B3n](http://www.academiacienciasmorelos.com/?q=content/%C2%BFqu%C3%A9-cosa-sucede-con-el-apag%C3%B3n)

Adsl Faqs. (2013, diciembre 7). Que es QAM o Modulación de amplitud en cuadratura y para qué sirve - Software, Ayuda, Hacks y mucho más. Recuperado el 3 de marzo de 2017, a partir de <https://www.adslfaqs.com.ar/que-es-qam/>

Ahmet. (2012, junio 30). Mobile TV Standards. Recuperado el 28 de febrero de 2017, a partir de <http://dvbhvsdmbt.blogspot.com/>

Arcotel. (2001, abril 25). NORMA TECNICA PARA EL SERVICIO DE TELEVISION ANALOGICA Y PLAN DE DISTRIBUCION DE CANALES - Norma-Tecnica-de-Television-Analogica.pdf. Recuperado el 1 de marzo de 2017, a partir de <http://www.arcotel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Norma-Tecnica-de-Television-Analogica.pdf>

ARIB. (s/f). Microsoft Word - ARIB Technical Report_Spanish_B rev1.doc - isdb-t_Spanish.pdf. Recuperado el 28 de febrero de 2017, a partir de http://www.dibeg.org/techp/feature/isdb-t_Spanish.pdf

ARQHYS. (2012, diciembre 12). Señal Analógica Televisiva. Recuperado el 28 de febrero de 2017, a partir de <http://www.arqhys.com/construcciones/senal-analogica-televisiva.html>

- Baidal Vera, G. (2016, septiembre 12). Baidal_Gustavo_FINAL. - T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-167.pdf (Television). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Recuperado a partir de file:///C:/Users/JAIMEG~1/AppData/Local/Temp/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-167.pdf
- Caballero Barragán M. (2014, febrero 4). Modulación QPSK de Miguel Angel en Prezi. Recuperado el 3 de marzo de 2017, a partir de <https://prezi.com/evf25axorgge/modulacion-qpsk/>
- Cattaneo Camboim V. (2008). teleco.com.br. Recuperado el 3 de marzo de 2017, a partir de http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialtvdconsis2/pagina_3.asp
- DivX. (2017). ¿Qué es H.264? | DivX.com. Recuperado el 3 de marzo de 2017, a partir de <http://www.divx.com/es/%C2%BFqu%C3%A9-es-h264>
- DTV STATUS. (2016, diciembre 14). ATSC, DTMB, DVB-T/DVB-T2 e ISDB-T - Televisión Digital Terrestre (TDT). Recuperado el 28 de febrero de 2017, a partir de <http://es.dtvstatus.net/>
- Duran Campos L. (2014). El videólogo. Recuperado el 1 de marzo de 2017, a partir de <http://elvideologo.blogspot.com/>
- Electrónica Fácil. (2015, febrero 4). MODULACIÓN DIGITAL :FSK – PSK - QAM. Recuperado el 3 de marzo de 2017, a partir de <https://www.electronicafacil.net/tutoriales/MODULACION-DIGITAL-FSK-PSK-QAM.php>

- En Consumo. (2014, marzo 11). Apagón analógico - En consumo. Recuperado el 28 de febrero de 2017, a partir de <http://enconsumo.com/apagon-analogico/#prettyPhoto>
- Hernández Aguirre, M. (2009, julio 14). ESTADO DEL ARTE, GENERACIÓN Y USO DEL CONOCIMIENTO SOBRE TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT) EN COLOMBIA. Recuperado el 28 de febrero de 2017, a partir de http://www.razonypalabra.org.mx/14%20Hernandez_revisado.pdf
- Jaime Zambrano. (2015, diciembre 16). Televisores analógicos gastan más energía, revela estudio de Upaep | e-consulta.com 2017. Recuperado el 14 de marzo de 2017, a partir de <http://www.e-consulta.com/nota/2015-12-16/medio-ambiente/televisores-analogicos-gastan-mas-energia-revela-estudio-de-upaep>
- Luque Rodríguez J., Clavijo Suero S. (1995). 1995 Modulación digital.pdf. Recuperado el 3 de marzo de 2017, a partir de <http://personal.us.es/jluque/Libros%20y%20apuntes/1995%20Modulacion%20digital.pdf>
- Macías D. (2014, octubre 16). Tv digital en Perú. Recuperado el 1 de marzo de 2017, a partir de <https://es.slideshare.net/danielmasias5/tv-digital-en-peru>
- Mario. (2009, octubre 24). Receptor Multibanda NeoTeo - Parte I - NeoTeo. Recuperado el 1 de marzo de 2017, a partir de <http://www.neoteo.com/receptor-multibanda-neoteo-parte-i/>

Ministerio de energía, turismo y agenda digital de España. (2016, agosto 17).

Televisión digital. Recuperado el 28 de febrero de 2017, a partir de <http://www.televisiondigital.gob.es/TelevisionDigital/Paginas/television-digital.aspx>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú. (2011, diciembre 22).

Diapositiva 1 - jmo.pdf. Recuperado el 1 de marzo de 2017, a partir de <http://www.concortv.gob.pe/file/participacion/eventos/2011/12-piura-tdt/jmo.pdf>

Mundo-Electrónico, M.-E. (2012, febrero 10). Generador de señales de

televisión analógica y digital. Recuperado el 27 de febrero de 2017, a partir de <http://www.mundo-electronico.com/?p=325962>

Ochoa Domínguez J., Mireles García J. (2005). Descripción del nuevo

estándar de video H.264 y comparación de su eficiencia de codificación con otros estándares. Recuperado el 3 de marzo de 2017, a partir de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432007000300004

Omicrono. (2015, julio 24). La evolución de los móviles. Recuperado a partir

de <http://www.omicrono.com/2015/07/evolucion-de-los-moviles/>

Royal F. (2012, septiembre 12). How Non-Line-of-Sight Backhaul Really

Works. Recuperado el 1 de marzo de 2017, a partir de <https://www.wirelessdesignmag.com/blog/2012/09/how-non-line-sight-backhaul-really-works>

ROHDE & SCHWARZ. (2013, julio 30). Manual - CLG_GettingStarted_en_07.pdf. Recuperado el 27 de febrero de 2017, a partir de https://cdn.rohde-schwarz.com/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_manuals/gb_7/clg_2/CLG_GettingStarted_en_07.pdf

Romo Zamudio F. (2003, septiembre 22). Enter@te. Recuperado el 28 de febrero de 2017, a partir de <http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2003/septiembre/tvdigital.htm>

Sánchez Almaraz A. (2005, septiembre 15). 151.pdf. Recuperado el 3 de marzo de 2017, a partir de <http://www.sepi.esimez.ipn.mx/electronica/archivos/151.pdf>

Sandoval F. (2016, diciembre 14). TV Análoga 1 1 Tabla de contenido | Darwin Fuertes - Academia.edu. Recuperado el 1 de marzo de 2017, a partir de http://www.academia.edu/8657622/TV_An%C3%A1loga_1_1_Tabla_de_contenido

Sotelo R., Durán D., Joskowicz J. (2011, junio 19). Sistema de transmisión ISDB-T.- Sotelo; Durán; Joskowicz - web_descarga_240_SistemadetransmisionISDB-T.- Sotelo_Durn_Joskowicz.pdf. Recuperado el 1 de marzo de 2017, a partir de http://www.um.edu.uy/_upload/_descarga/web_descarga_240_SistemadetransmisionISDB-T.-Sotelo_Durn_Joskowicz.pdf

- Talero Sarmiento N. (2007). ANÁLISIS COMPARATIVO DE TECNOLOGÍAS PARA TELEVISIÓN DIGITAL EN EL ENTORNO COLOMBIANO. Recuperado el 14 de marzo de 2017, a partir de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/3295/2/125336.pdf>
- USMP. (2015). 19.Tv Analógica.pdf. Recuperado el 14 de marzo de 2017, a partir de <http://www.usmp.edu.pe/vision2011/exposiciones/19.Tv%20Analogica.pdf>
- Vargas Gabriela. (2010, octubre 16). LA TELEVISIÓN EN EL MUNDO. ORIGEN Y EVOLUCIÓN (I). Recuperado a partir de <https://lahistoriadelosmedios.wordpress.com/2010/10/16/la-television-en-el-mundo-origen-y-evolucion-i/>
- Wixsite. (2015, julio 23). Breve historia de la televisión en el Ecuador. Recuperado el 28 de febrero de 2017, a partir de <http://marvinarte13.wixsite.com/introhistoriatvec/single-post/2015/07/23/Breve-historia-de-la-televisi%C3%B3n-en-el-Ecuador-1>
- Youbioit. (2012, julio 10). Cómo se transmite la televisión digital | YouBioit.com. Recuperado el 1 de marzo de 2017, a partir de http://www.youbioit.com/es/article/12391/como-se-transmite-la-television-digital?size=_original

GLOSARIO

AM: Amplitud Modulada

ATSC: Advanced Television Systems Committee (Comité de Sistemas de Televisión Avanzada)

DPSK: Differential Phase Shift Keying (Modulación por desplazamiento diferencial de fase)

DQPSK: Differential Quadrature Phase Shift Keying (Modulación por desplazamiento en cuadratura diferencial de fase)

DTC: Discrete Cosine Transform (Transformada discreta de coseno)

DTMB: Digital Terrestrial Multimedia Broadcast (Difusion digital multimedia terrestre)

DVB-T: Digital Video Broadcasting – Terrestrial (Difusión de Video Digital Terrestre)

FM: Frecuencia Modulada

GUI WEB: Grafic User Interface Web (Interfaz gráfica del usuario web)

HD: High Definition (Alta definición)

ISDB-T: Integrated Services Digital Broadcasting (Radiodifusión Digital de Servicios Integrados)

KHZ: Kilohertz (Kiloherzio)

MHZ: Megahertz (Megaherzio)

MPEG-2: Moving Picture Experts Group 2 (Grupo de expertos en imágenes en movimiento 2)

MPEG-4: Moving Picture Experts Group 4 (Grupo de expertos en imágenes en movimiento 4)

NTSC: National Television System Committee (Comité Nacional de Sistema de Televisión)

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing (Multiplexación por división de frecuencias ortogonales)

ONE SEG: One Segment (Un segmento)

PAL: Phase Alternating Line (Línea de fase alternada)

PSK: Phase Shift Keying (Modulación por desplazamiento de fase)

QAM: Quadrature Amplitude Modulation (Modulación de amplitud en cuadratura)

QPSK: Quadrature Phase-Shift Keying (Modulación por desplazamiento en cuadratura de fase)

RF: Radiofrecuencia

SD: Standar Definition (Definición estandar)

SECAM: Séquentiel Couleur à Mémoire (Color secuencial con memoria)

SNMP: Simple Network Management Protocol (Protocolo Simple de Administración de Red)

TDT: Televisión Digital Terrestre

UHF: Ultra High Frequency (Frecuencia ultra alta)

UIT: Unión Internacional de Telecomunicaciones

VHF: Very High Frequency (Frecuencia muy alta)



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Guzhñay Luna, Jaime Roberto** con C.C: # 0914669627 autor del Trabajo de Titulación: **ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL APAGÓN ANALÓGICO PARA LA MIGRACIÓN DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL EN EL PERIODO DICIEMBRE 2016 A DICIEMBRE 2018** previo a la obtención del título de **INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 15 de Marzo de 2017

f. _____

Nombre: GUZHÑAY LUNA, JAIME ROBERTO

C.C: 0914669627

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL APAGÓN ANALÓGICO PARA LA MIGRACIÓN DE LA TELEVISIÓN ANALÓGICA A DIGITAL EN EL PERIODO DICIEMBRE 2016 A DICIEMBRE 2018.		
AUTOR(ES)	JAIME ROBERTO GUZHÑAY LUNA		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	DANIEL BAYARDO BOHORQUEZ HERAS		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	15 de marzo de 2017	No. DE PÁGINAS:	81
ÁREAS TEMÁTICAS:	Sistemas de Televisión, Análisis de Señales y Sistemas, Procesamiento Digital de Señales, Realidad Social.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	APAGÓN; TRANSICIÓN; TRANSMISIÓN; ESTÁNDAR; TELEVISIÓN; DIGITAL		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>La televisión es el resultado de avances en el campo de la electrónica, el electromagnetismo, la electricidad, cuya función es la de transmitir contenido audiovisual a equipos receptores remotos que tienen la capacidad de reconstruir la señal original, ya sea analógica o digital, a través del aire, cable o satélite. En este trabajo de titulación se aborda y explica brevemente la historia de la televisión analógica, su inicio y evolución en Ecuador, los estándares de transmisión a color PAL, SECAM y NTSC, profundizando en este último debido a que es el adoptado en Ecuador. Se da a conocer también las diferencias entre televisión análoga y televisión digital justificando porque la TDT es el futuro de los sistemas de televisión bajo el estándar ISDB-T, el cual es el adoptado por Ecuador debido a las ventajas ante los sistemas ATSC, DVB-T, y DTMB, y debido a su gran aceptación en América Latina. Actualmente Ecuador se encuentra aún en la etapa de transición, coexistiendo con transmisiones de televisión análoga y digital, mientras espera que el 93% del total de transmisiones sea digital, para proceder progresivamente con el apagón analógico.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-9-98562001	E-mail: go.lead@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE	Nombre: Palacios Meléndez Edwin Fernando		
	Teléfono: +593-9-68366762		
	E-mail: edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			