

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

IP SOBRE DVB

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
TELECOMUNICACIONES**

JANDRY ROGER FLORES PALADINES

`jandry.flores@epn.edu.ec`

DIRECTOR: WILLIAM FERNANDO FLORES CIFUENTES

`fernando.flores@epn.edu.ec`

DMQ, abril 2023

CERTIFICACIONES

Yo, JANDRY ROGER FLORES PALADINES declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.



JANDRY ROGER FLORES PALADINES

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por JANDRY ROGER FLORES PALADINES, bajo mi supervisión.



WILLIAM FERNANDO FLORES CIFUENTES
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

JANDRY ROGER FLORES PALADINES

WILLIAM FERNANDO FLORES CIFUENTES

DEDICATORIA

Este trabajo de integración curricular lo dedico a mis padres Esperanza Paladines y Roger Flores que desafortunadamente ya no se encuentra con nosotros físicamente, por guiarme y apoyarme en todo momento, a mis hermanos Edison y Kevin que han estado siempre conmigo en las buenas y malas.

A mi compañera de vida Abigail Tacuri, todo esto no fuese posible sin tu apoyo, amor y sobre todo paciencia.

A mi hijo Roger Nikola, quien me motiva a continuar cada día.

En general a toda la familia, amigos y todas las personas quiénes me apoyaron todo este tiempo de formación académica.

AGRADECIMIENTO

A mi madre, por su infinito amor, sus consejos, sus regaños y por sobre todo enseñarme a salir adelante a pesar de las adversidades de la vida, gracias por motivarme a estudiar y a que hoy esto esté pasando.

A mi padre, por enseñarme con sus consejos y ejemplo que debemos trabajar duro para conseguir lo que queremos, nos faltó tiempo para compartir este momento.

A mis hermanos Edison y Kevin que han estado siempre conmigo apoyándome en todo momento y haber compartido conmigo la mejor infancia que se puede tener.

A mi esposa Abigail, por acompañarme y apoyarme en este camino, por brindarme tu comprensión y paciencia en los momentos más difíciles, y hoy que tenemos nuestra familia, son mi motivación.

A mi hijo Roger Nikola, por comprenderme cuando no podía jugar contigo por cumplir mis deberes, por alegrar mi vida cada día siempre gracias.

A toda la familia, por sus consejos y apoyo, haciéndome sentir que siempre puedo contar con ustedes.

A mis amigos, compañeros, profesores a lo largo de mi vida académica por el apoyo brindado.

Agradezco a mi director Ing. Fernando Flores por su paciencia y dedicación en la realización de este trabajo de integración curricular.

A todos ustedes gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	I
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO.....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
1.3 ALCANCE	2
1.4 MARCO TEÓRICO	3
1.4.1 DVB.....	3
1.4.2 La Televisión: inicios y evolución.....	4
1.4.3 La televisión analógica	4
1.4.4 La televisión a color.....	5
1.4.5 La televisión digital	6
1.4.5.1 Tipos de televisión digital.....	7
1.4.6 Acceso Satelital	8
1.4.7 Desarrollo de estándares MPEG	9
1.4.8 Protocolo TCP/IP de Internet.....	11
2 METODOLOGÍA.....	12
2.1 Arquitectura del sistema DVB.....	12
2.2 DVB-IP: PRINCIPIOS.....	13
2.2.1 Perfiles DVB-IP.....	16
2.2.2 Protocolos en DVB-IP.....	17
2.2.3 IGMP (Internet Group Management Protocol).....	19
2.2.4 Service Discovery & Selection (SD&S).....	20
2.2.5 BCG	20
2.2.5.1 Transferencia de datos BCG.	20
2.2.6 División de Tecnología DVB-IP.....	20
2.3 DVB-S	21
2.3.1 La conformidad del marco de transporte.....	22

2.3.2	La capacidad de los satélites.....	23
2.4	DVB-S2	24
2.4.1	Áreas de aplicación.	24
2.4.2	Características técnicas.....	25
2.5	DVB-C	26
2.5.1	Las características de DVB-C son las siguientes:.....	26
2.5.2	Características en diagrama de bloques.....	27
2.6	DVB-C2	28
2.6.1	Arquitectura de sistemas.	29
2.6.2	Adaptación de modo.....	29
2.7	DVB-T.....	31
2.7.1	Inconvenientes y críticas sobre el DVB-T	31
2.7.2	Detalles técnicos.	33
2.8	DVB-T2.....	33
2.8.1	Una descripción del sistema DVB-T2.....	35
2.8.2	Características del sistema de DVB-T2.	35
2.9	DVB-H	38
2.9.1	Características del sistema.....	38
2.10	DVB-SH.....	39
2.10.1	Arquitectura SH-A.....	40
2.10.2	Estructura SH-B.....	40
2.11	DVB-I.....	41
2.12	Protocolo TCP/IP.....	41
2.12.1	Futuros desarrollos.....	42
2.13	MPEG.....	42
2.13.1	Codificación MPEG.....	46
2.13.2	Capas y perfiles.....	46
2.13.3	Encabezado de cuadro para MPEG.	47
3	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	48
3.1	RESULTADOS	48
3.1.1	Creación e implementación del servicio DVBIP. el uso de software de código abierto.	48
3.1.2	Creación de un cliente DVB-IP con perfil Live Media Broadcast (LMB)..	49
3.2	CONCLUSIONES.....	50
3.3	RECOMENDACIONES.....	51
4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Arquitectura IP sobre DVB. [8]	12
Figura 2.2. Elementos y escenario de DVB-IP. [10]	13
Figura 2.3. Arquitectura básica DVB-IP. [11].....	14
Figura 2.4. Modelo de red IP sobre DVB. [8].....	15
Figura 2.5. Los protocolos principales de DVB-IP, que no utilizan BCG ni CDS. [10]	19
Figura 2.6. Cadena de transmisión DVB-S. [14].....	21
Figura 2.7. Proceso de transporte en DVB-S. [14]	23
Figura 2.8. Mapa detallado de especificaciones de transmisión de televisión digital terrestre. [22].....	32
Figura 2.9. Estructura de paquetes para MPEG2-TS. [11].....	43
Figura 3.1. Elementos del proyecto en el DVB-IP. [10]	48
Figura 3.2. Escenario ejecutado del proyecto ejemplo. [11].....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Comparativa entre analógico y digital.....	8
Tabla 2.1. Perfiles DVB-IP.....	16
Tabla 2.2. Comparativa entre estándares Terrestre y satelital	40
Tabla 2.3. Estándares MPEG con sus características.	44

RESUMEN

Los flujos de transporte MPEG-2 (TS) se utilizan en la transmisión de video digital (DVB), que describe cómo se entregan los datos multimedia a los clientes. La información de tasa de bits variable (VBR (Variable Bit Rate)) es una propiedad de multimedia debido a la codificación y compresión. También muestra ráfagas en varias escalas de tiempo. El video VBR requiere más ancho de banda en comparación con el video con una tasa de bits promedio porque tiene ráfagas por naturaleza. Para mantener una tasa de bits de TS constante, se insertan bits de relleno en el TS.

En este proyecto de integración curricular, se estudian los sistemas que utilizan tráfico IP de mejor esfuerzo con tráfico de video priorizado y hacen uso del ancho de banda desperdiciado causado por el relleno de bits en MPEG-2 TS. investigar la disponibilidad en los distintos canales que se pueden utilizar para la transmisión y las características estadísticas del tráfico de la red. Incluye una explicación general de cómo usar estas tecnologías en los sectores comercial y educativo, así como una descripción de cómo opera cada uno de los estándares reconocidos internacionalmente.

Como resultado, se puede decir que el uso de estas tecnologías es práctico en una variedad de contextos, incluida la educación de manera significativa dada la necesidad de llegar a lugares que son difíciles de alcanzar a través de Internet en este momento.

PALABRAS CLAVE: DVB-S, DVB-RCS, DVB-C, DVB-T, Internet, TCP/IP, MPEG, Satélite, IPTV, DVB-IP

ABSTRACT

MPEG-2 Transport Streams (TS) are used in Digital Video Broadcasting (DVB), which describes how multimedia data is delivered to clients. Variable Bit Rate (VBR) information is a property of multimedia due to encoding and compression. It also shows bursts on various time scales. VBR video requires more bandwidth compared to average bitrate video because it bursts in nature. To maintain a constant TS bit rate, padding bits are inserted into the TS.

In this curricular integration project, systems that use best-effort IP traffic with prioritized video traffic and make use of wasted bandwidth caused by bit stuffing in MPEG-2 TS are studied. Investigate the availability of the different channels that can be used for transmission and the statistical characteristics of the network traffic. It includes a general explanation of how to use these technologies in the business and educational sectors, as well as a description of how each of the internationally recognized standards works.

As a result, the use of these technologies can be said to be practical in a variety of contexts, including education significantly given the need to reach places that are difficult to reach via the Internet now.

KEY WORDS: DVB-S, DVB-RCS, DVB-C, DVB-T, Internet, TCP/IP, MPEG, Satellite, IPTV, DVB-IP

1 INTRODUCCIÓN

La representación digital efectiva de señales de imagen y video ha sido objeto de una extensa investigación durante los últimos 20 años. El campo establecido de la tecnología de codificación de video digital se ha utilizado para desarrollar una serie de aplicaciones nuevas, como video a pedido, transmisión de TV digital/HDTV y servicios de bases de datos multimedia de imagen/video. Se requieren estándares internacionales para la compresión de video e imágenes debido a la creciente demanda comercial de comunicaciones de video.

Para crear estándares de codificación que satisfagan esta necesidad, se estableció el Grupo de expertos en imágenes en movimiento (MPEG). Los estándares de codificación de video MPEG-1 y MPEG-2 han ganado recientemente la atención internacional a medida que un número creciente de implementaciones de software y la integración a gran escala (VLSI) de estos estándares están disponibles comercialmente. MPEG-4, el estándar MPEG más reciente aún en desarrollo, se utilizará en las próximas aplicaciones multimedia basadas en contenido.

La intención inicial de los estándares DVB era proporcionar servicios de audio y video. Más tarde, se propusieron algunas técnicas de encapsulación para soportar enlaces IP sobre DVB. Se ha descubierto que la encapsulación ligera unidireccional, o ULE, es la más eficaz. Aunque el estándar ULE ha alcanzado la madurez, aún se debe investigar para determinar la mejor medida de seguridad.

Los últimos años han visto un aumento en el interés en muchas disciplinas científicas con respecto al estudio del caos. La industria de las telecomunicaciones es una de las áreas donde la teoría del caos se utiliza en situaciones del mundo real. Por lo tanto, características como la alta sensibilidad de los mapas caóticos a las condiciones iniciales y el comportamiento determinista no periódico pueden usarse para realizar criptosistemas basados en el caos o nuevos sistemas de comunicación, por nombrar algunos.

El Proveedor de Servicios de Internet, o ISP, tiene acceso a Internet y utiliza el enlace satelital para enviar paquetes IP a sus clientes (terminales satelitales), lo que permite el acceso a Internet a través de DVB satelital. Se utiliza un flujo MPEG-2 para transportar paquetes IP, que deben encapsularse.

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Determinar la importancia redes eficientes como DVB ante la demanda de mayor ancho de banda y la necesidad de movilidad.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar las características del uso de canales DVB para enviar paquetes IP.
- Identificar los requerimientos de DVB en ancho de banda para la transmisión.
- Estudio de la importancia del uso de estándares de televisión digital para comunicaciones de datos.

1.3 ALCANCE

El objetivo de esta investigación es examinar los diversos estándares de televisión digital DVB que se utilizan ampliamente, en particular los de comunicación de datos, ya sean unidireccionales (también conocidos como DVB-IP) o bidireccionales (también conocidos como DVB-RCS).

Para ser posteriormente distribuidos por uno de los sistemas de televisión digital como DVB-T, DVB-S o DVB-C, se presenta el estudio de cómo los datagramas IP que contienen información multimedia son encapsulados en Digital Video Broadcasting o MPEG Transport Streams (MTS).

Para comprender esta tecnología, se describen las pilas de protocolos utilizadas por los diversos sistemas de televisión digital y el estándar MPEG, que permiten multiplexar datos de audio y video para crear una versión digital de un programa de televisión. Estos se pueden crear y transportar de acuerdo con el estándar MPEG.

Continuando con este trabajo, para ver sus aplicaciones comerciales en varios campos, se estudiará en detalle la arquitectura de transmisión IP sobre MPEG. También se analizará cómo esta tecnología puede ayudar en el ámbito académico con un enfoque en los lugares donde aún es difícil acceder a Internet.

1.4 MARCO TEÓRICO

1.4.1 DVB

Es un consorcio de la industria conocido como Proyecto DVB (Digital Video Broadcast), que se estableció en 1993, está compuesto por más de 270 organizaciones de las principales empresas de medios y tecnología del mundo. El objetivo del Proyecto DVB es crear especificaciones abiertas para la distribución técnica de medios. El desarrollo de especificaciones y estándares para la transmisión de datos IP a la televisión digital Televisión DVB Standard lo realizan aquellos que tienen una visión clara para el futuro y no intentan vencer la desconfianza. Todos están involucrados en el desarrollo de estándares globales para la transmisión de televisión digital y los servicios de transmisión de datos.

Los miembros de DVB utilizan los grupos de trabajo para colaborar y crear especificaciones para los sistemas de televisión digital que establecen los organismos de estándares internacionales, generalmente ETSI. Las especificaciones se promoverán para su uso y aceptación a escala mundial una vez que se conviertan en normas. El desarrollo de las especificaciones DVB requirió los esfuerzos combinados de muchas personas a lo largo de muchos años, quienes dedicaron incontables horas a encontrar nuevos enfoques para viejos problemas [1].

Al estandarizar los métodos de transmisión para televisión y servicios relacionados, pretende servir como marco para la introducción de servicios de televisión digital MPEG-2 [2].

Con la excepción de Estados Unidos, Canadá y Japón, donde coexisten con otros sistemas propietarios, los estándares propuestos por la organización DVB son ampliamente aceptados en Europa y en la mayoría de los continentes. Los estándares establecidos por MPEG sirven como base para todas las operaciones de codificación de fuente para audio y video. Se entiende que los estándares MPEG, sin embargo, solo cubren los elementos y técnicas involucrados en la compresión de señales de audio y video, así como los procedimientos para multiplexar y sincronizar estas señales de programa o tramas de transmisión. Es necesario especificar los sistemas de modulación de la señal que se utilizarán para los distintos tipos de transmisión (satélite, alámbrica y terrestre), los tipos de códigos de protección contra errores y los mecanismos de acceso condicional a los datos, servicios y programas después de que se haya establecido el marco de transmisión. establecido.

Dependiendo de las características del sistema de transmisión, DVB ha creado varios estándares. Los estándares más populares actualmente en uso aseguran que las señales de TV digital se transmitan a través de redes de distribución de cable de video y satélite, respectivamente. Estos estándares son DVB-S y DVB-C. El estándar DVB-T, que actualmente se está implementando en la mayoría de las naciones europeas, proporciona canales UHF convencionales para la transmisión de televisión digital en redes de distribución terrestre. Además de estas normas, se define el método de distribución de señales de televisión digital en redes multipunto y sistemas de televisión por satélite con antena principal (SMATV).

1.4.2 La Televisión: inicios y evolución

Una vez que entendimos qué significaba la abreviatura DVB, nos dimos cuenta de que todo giraba en torno a la televisión digital. Tendremos que discutir cómo ha cambiado la televisión con el tiempo para abordar esto.

La televisión se ha convertido en el medio de referencia para llegar a miles de familias y difundir cualquier tipo de comunicación gracias a los avances tecnológicos que fueron posibles tras las dos guerras mundiales. Un receptor colocado a gran distancia dentro de un área de cobertura puede recibir información en forma de copia de lo que ha informado un remitente simplemente transmitiendo señales al espacio utilizando ondas electromagnéticas [3].

1.4.3 La televisión analógica

La televisión analógica tuvo que sufrir una serie de cambios radicales antes de convertirse en lo que es ahora, cambios que consolidaron su posición como centro de medios e información. El disco Nipkow, desarrollado por Paul Nipkow en 1884, se acredita como el primer dispositivo de reproducción de imágenes. Este fue también el mismo año en que se produjo el desarrollo correspondiente en la creación de medios. El microscopio icónico fue creado por Vladimir Zworykin y Philo Farnsworth, y fue esta innovación la que condujo al desarrollo de la televisión tal como la conocemos hoy. Esta fue reemplazada por televisión completamente electrónica que tenía mejor resolución de imagen y su propia iluminación.

El inventor escocés John Logie Baird realizó el primer experimento práctico en 1922 utilizando dos discos, uno en el transmisor y otro en el receptor, unidos al mismo eje para que sus rotaciones fueran iguales, colocados y separados por 2 mm.

En 1924, pudo transmitir la imagen parpadeante de la cruz de Malta después de investigar la viabilidad de hacerlo en 1922.

Lo primero que apareció en televisión fue el viejo títere Bill el 26 de enero de 1926, cuando un grupo de científicos lo vio por primera vez en público en su laboratorio en 22 Frith Street en Soho, Londres. El rostro es claramente discernible a pesar de la baja resolución de la imagen de solo 25 líneas [3].

Las primeras retransmisiones de la televisión pública fueron realizadas por CBS (Columbia Broadcasting System) y NBC (National Broadcasting Company) en 1930. Estas retransmisiones, al igual que las realizadas en Inglaterra con la BBC (British Broadcasting Corporation), eran mecánicas y no seguían un horario establecido. Pero las transmisiones programadas comenzaron en 1936 en Inglaterra y el 30 de abril en los EE. UU., pero se detuvieron durante la Segunda Guerra Mundial y se reanudaron después de que terminó. Había televisores en un millón de hogares estadounidenses en 1948.

Como todos sabemos, la televisión es un sistema de transmisión y recepción a distancia de sonido e imágenes en movimiento. Los primeros en crear imágenes en movimiento fueron los franceses Rionoux y Fournier en 1906. Utilizaron una matriz de células fotosensibles conectadas a una matriz de lámparas para crear las imágenes, que luego fue reemplazada por una lámpara para barrer la imagen mediante un sistema de conmutación. El problema que surgió fue la sincronización entre el interruptor emisor y receptor, pero con este concepto se crearon los sistemas mecánicos y eléctricos.

1.4.4 La televisión a color

Se utilizó una serie de filtros de color rojo, verde y azul para crear imágenes en color con el fin de crear la primera televisión en color en 1946, que fue creada por Peter Goldmark, un estadounidense nacionalizado con ascendencia húngara. La RCA (Radio Corporation of America) creó un tubo de imagen con tres pistolas electrónicas en 1950. Los tres haces podrían alcanzar luminóforos, que son pequeños puntos de fósforo de colores.

El sistema NTSC (Comité Nacional del Sistema de Televisión, Comisión Nacional de Sistemas de Televisión) fue desarrollado en la década de 1930 por CBS y convertido a televisión en color en la década de 1940. Es un sistema americano de codificación y transmisión de televisión que se introdujo con los primeros televisores. QAM, o modulación en cuadratura, es una técnica utilizada en la televisión en color que modifica la amplitud de dos portadoras que están desfasadas 90 grados entre sí. Otros investigadores, principalmente los de Europa, lo utilizaron como punto de partida. La PAL (Phase Alternating Line) fue desarrollada en Alemania por un equipo bajo la dirección de Walter Bruch. En la Conferencia de Oslo de 1966, se sugirió PAL como

esquema de color paneuropeo. Europa del Este y Francia, por otro lado, no aceptaban este sistema, y fue en Francia donde el investigador Henri de France desarrolló un sistema diferente conocido como SECAM (Séquentiel Couleur Mémoire). SECAM basa su funcionamiento en la transmisión secuencial de cada componente de color con modulación FM, en el que se envía un componente en una línea y el otro componente en la siguiente. Después de eso, el receptor los combina para determinar el color de la imagen [4].

1.4.5 La televisión digital

A partir de la década de 1970, cuando Nippon Hoso Kyokai (NHK), una cadena de televisión pública japonesa, y un grupo de otras 100 estaciones comerciales colaboraron, los científicos de NHK Science and Technical Research tuvieron total libertad para desarrollar la televisión digital. laboratorios que trabajan en una televisión de alta definición (HDTV).

Los avances técnicos y tecnológicos de la televisión digital respecto a la excelencia técnica en sonido e imagen.

Resolución de imagen: la primera investigación sobre el aumento de la resolución de imagen se llevó a cabo en la Universidad de Massachusetts, donde los receptores de televisión tenían solo 30 líneas de video. Los nuevos conjuntos ya tenían 240 líneas de video en las décadas de 1930 y 1940. Un buen monitor analógico hoy en día tiene entre 480 y 525 líneas. El patrón HDTV en la televisión digital de alta definición puede alcanzar las 1080 líneas.

La televisión originalmente tenía audio mono (un canal de audio), que luego cambió a audio estéreo (dos canales, izquierdo y derecho). Se introdujeron seis canales con la televisión digital (el patrón utilizado por los dispositivos de gama alta y los sistemas de cine en casa).

La televisión digital le permite configurar una señal con audio y video de alta calidad sin ruidos ni interferencias.

Basados en el mismo principio de producción a lo largo de su historia, los sistemas de televisión han cambiado rápidamente. Estas variaciones se pueden ver en el método de transmisión y el nivel de servicio de usuario proporcionado. Los servicios de pago por cable o satélite comenzaron a aparecer como una alternativa a la televisión abierta debido a que estaba limitada por la falta de canales y la repetitividad de contenidos [5].

Las tecnologías utilizadas en la televisión digital permiten la transmisión y recepción de sonido e imagen a través de señales digitales. La televisión digital codifica las señales

en binario, abriendo la posibilidad de crear canales de comunicación, a diferencia de la televisión analógica, que convierte la imagen y el sonido en una señal eléctrica que se adapta convencionalmente y se transmite por aire a los televisores de los abonados. Varios canales, incluyendo Televisión Digital Terrestre, ADSL, Antena Satelital, Cable y Dispositivos Móviles, pueden recibir el retorno entre el productor y el consumidor del contenido. La idea de la televisión tal como la conocemos se ve completamente alterada por la tecnología digital. Estos son algunos de los beneficios de la televisión digital sobre la analógica [6]:

- más canales
- audio y video de mayor calidad.
- además de los servicios móviles, muchos servicios interactivos.

1.4.5.1 Tipos de televisión digital.

La televisión digital terrestre (TDT) es uno de los tres métodos de distribución de televisión digital que podemos encontrar. Dependiendo del alcance de la ampliación de la cobertura del servicio o de las características del área a cubrir, como es el caso de las zonas de difícil acceso, la ampliación de cada sistema puede tener frecuentemente un carácter complementario.

La televisión por cable ofrece contenido que puede combinar lo nacional y lo local, aunque su cobertura se adapta mejor a áreas densamente pobladas. Los programas de todo el mundo están disponibles en el sistema de televisión por satélite. En el caso de la televisión digital terrestre, es un método de transmisión de señales de televisión a través del cual la imagen, el sonido y el contenido interactivo se transforman en información digital; es decir, en lugar de enviarse como Ondas complejas, que demandan grandes anchos de banda, lo hacen como "ceros y unos". Aquí, las antenas de televisión terrestre convencionales montadas en edificios se utilizan para recibir televisión terrestre digital. La televisión digital terrestre puede complementar la televisión tradicional al ofrecer una cobertura nacional de programación nacional, local o nacional "localizada". Mientras que se permiten modalidades gratuitas con televisión digital terrestre y satélite. No son adecuados para algunas aplicaciones debido a las restricciones del canal de retorno en la propia red de televisión. Cuando se usa televisión digital terrestre, las configuraciones híbridas, que brindan el canal de retorno a través de una red fija o móvil diferente (como una red telefónica, ADSL, UMTS, etc.), son una opción, al igual que cuando se usan satélites. Al igual que en España, existe una importante base instalada de receptores analógicos y sistemas de televisión digital terrestre.

El hecho de que todos los contenidos de la televisión digital terrestre se transmitan a través de ondas electromagnéticas terrestres, al igual que ocurre con la televisión analógica convencional, la diferencia de la televisión digital por satélite o por cable. a diferencia de la televisión digital que se recibe por cable o satélite, que requiere antenas parabólicas o cables, y se puede ver con antenas convencionales.

Es sencillo transmitir programas de televisión y datos relacionados o de otro tipo a un gran número de usuarios que utilizan redes de televisión digital terrestre, como redes de transmisión por satélite, con el beneficio adicional de flexibilidad para cubrir áreas cada vez más grandes. tamaño más pequeño para usar las antenas de televisión digital analógica existentes y para adaptarse a las necesidades de cobertura (nacional, regional o local).

Una vez revisado sobre la historia y características del tipo de señal usado en la televisión, podemos presentar un resumen en la Tabla 1.1.

Tabla 1.1. Comparativa entre analógico y digital.

	Analógico	Digital
Calidad de señal	Baja a alta	Alta
Calidad de audio	Baja a alta	Alta
Costo de transmisores	Medio a alto	Alto a bajo
Costo de receptores	Bajo a medio	Alto a bajo
Configuración en el equipo receptor	Muy poco o nunca requerido	Nunca requerido
Inmunidad a factores ambientales adversos	Moderada a alta	Alta
Capacidad para programas simultáneos	1	4 a 6

Nota: Se describe una comparación entre tecnología analógica y digital. [7].

1.4.6 Acceso Satelital

Los satélites ofrecen canales de comunicación costosos, pero estos canales tienen algunas limitaciones, como la propiedad de tubería gruesa y larga provocada por la propagación prolongada de la señal. Sin embargo, brindan beneficios importantes como una amplia cobertura geográfica, la naturaleza de transmisión del canal, un despliegue rápido y soporte para estaciones móviles, algunas de las cuales son cruciales para regiones y naciones con infraestructura de telecomunicaciones menos desarrollada.

En el pasado, los satélites geoestacionarios se usaban principalmente en Internet para proporcionar conexiones troncales para las redes informáticas locales. Sin embargo, más recientemente, la tecnología de terminal de apertura muy pequeña (VSAT) ha hecho que los satélites sean económicamente atractivos para unir redes locales y conectar estaciones de usuarios finales individuales a redes empresariales. Esta tecnología no es atractiva para los sistemas directos al hogar porque las interfaces de red son costosas.

Sin embargo, la generación más reciente de Direct Broadcast Satellite (DBS), que se utiliza para la transmisión de televisión, hizo posible implementar ideas novedosas para usar satélites para entregar datos directamente a los usuarios finales [8].

1.4.7 Desarrollo de estándares MPEG

La gran cantidad de datos necesarios para reproducir imágenes y videos digitales de manera eficaz y sólida se puede almacenar o transmitir gracias a las modernas técnicas de compresión de imágenes y videos. La tecnología de codificación de video digital ha hecho posible el uso de nuevas aplicaciones audiovisuales en comunicación, multimedia y radiodifusión. Tan variados como son los algoritmos, las metodologías y las aplicaciones de codificación de imágenes actuales, también lo fueron las primeras implementaciones de hardware e incluso los sistemas utilizados en el mundo de los negocios, como los sistemas privados de teleconferencia. Sin embargo, a medida que se desarrolló la tecnología VLSI, se hizo posible ampliar la gama de aplicaciones disponibles para los usuarios, lo que requirió el desarrollo de estándares de codificación de video.

Comercialmente, la interoperabilidad y las economías de escala son dos razones clave por las que los sistemas y protocolos de comunicación por video se están estandarizando internacionalmente.

Tanto los usuarios como los fabricantes de equipos valoran la interoperabilidad entre los dispositivos de comunicación por video de varios proveedores. La capacidad de intercambiar grandes cantidades de datos de video a nivel internacional a través de dispositivos de almacenamiento o redes de comunicación hace que la compra y el uso de equipos de comunicación por video sean más atractivos. La producción en masa de sistemas y dispositivos VLSI que puede resultar de una mayor demanda se conoce como "economía de escala", y esto reduce el costo del equipo de video para una variedad de aplicaciones y usuarios.

Fundamentos de los algoritmos de compresión de video MPEG

En general, existe una cantidad significativa de redundancia estadística y subjetiva tanto dentro como entre fotogramas de las secuencias de vídeo. Al examinar las redundancias objetivas y subjetivas y codificar un "conjunto mínimo" de información utilizando técnicas de codificación de entropía, el objetivo final de la codificación de la fuente de video es la reducción de la tasa de bits para el almacenamiento y la transmisión. En comparación con los datos de la fuente original, esto generalmente provoca la compresión de los datos de video codificados. Tanto los métodos de compresión reales utilizados para la codificación como la cantidad de redundancia presente en los datos de la imagen afectan el rendimiento de las técnicas de compresión de video. Los esquemas de codificación prácticos tienen como objetivo lograr un equilibrio entre la complejidad de la implementación y el rendimiento de la codificación (alta compresión con calidad adecuada). Las capacidades de la tecnología de "última generación" (VLSI) provistas para el ciclo de vida de los estándares fueron de vital importancia para tener en cuenta para el desarrollo de algoritmos de compresión MPEG. Podemos considerar la codificación "sin pérdida" y "con pérdida" de datos de video según las necesidades de la aplicación.

El propósito de la codificación de "menor pérdida" es disminuir la cantidad de datos de imagen o video necesarios para el almacenamiento y la transmisión mientras se mantiene la calidad de las imágenes originales; la calidad de la imagen decodificada debe coincidir con la de la imagen original para que el proceso sea exitoso. antes de que fuera codificado. Por el contrario, el objetivo de los métodos de codificación "con pérdida" es lograr una tasa de bits objetivo específica, que es pertinente para las aplicaciones previstas por los estándares de video MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4. para transmitir y almacenar. El almacenamiento de video efectivo y la transmisión de video a través de canales de comunicación restringidos o de bajo ancho de banda son aplicaciones cruciales. En estas aplicaciones, la alta compresión de video se logra a expensas de la calidad del video. La calidad "objetiva" de la imagen decodificada es inferior a la calidad de las imágenes originales antes de la codificación (es decir, tomando el error cuadrático entre el original y la reconstrucción). imágenes como una medida de la calidad de imagen objetiva). Se deben comprimir más datos de video a medida que cae la tasa de bits de destino del canal, lo que generalmente da como resultado que se vean más artefactos de codificación. Utilizando criterios de optimización "objetivos" o "subjetivos", el objetivo final de las técnicas de codificación con pérdida es maximizar la calidad de la imagen para una tasa de bits objetivo específica. Cabe señalar que, para texturas simples en imágenes, tanto la complejidad de la imagen o la escena de video como la sofisticación de la técnica de compresión

afectan el grado de degradación de la imagen (tanto la degradación objetiva como la cantidad de artefactos visibles). Incluso con métodos de compresión básicos, baja actividad de video y buena reconstrucción de imágenes, no se pueden producir artefactos visibles [9].

1.4.8 Protocolo TCP/IP de Internet

Los mensajes utilizados por el protocolo IP se utilizan para organizar los datos. Estos mensajes se denominan con frecuencia paquetes y, en ocasiones, datagramas, pero en términos sencillos, todos se refieren esencialmente a lo mismo. Cada datagrama IP contiene tanto los datos del mensaje como un encabezado que especifica el origen, el destino y otros detalles del mensaje.

El Protocolo de Internet proporciona una distribución de paquetes de información no confiable. Los paquetes de información que se enviarán a la red se tratan de forma independiente gracias a la orientación sin conexión y, por lo tanto, son libres de tomar cualquier ruta que elijan para llegar allí. Más que nada, la frase "no confiable" significa que no se puede garantizar la entrega del paquete.

Un datagrama es el nombre de la unidad de intercambio de información utilizada por IP. Los datagramas incluyen un encabezado y un área de datos, de forma análoga al intercambio de tramas en una red física. IP no define el contenido del área de datos; el protocolo de transporte lo usará como mejor le parezca.

Datagramas de IP: cada datagrama de IP consta de los datos del mensaje, así como de un encabezado que especifica el origen, el destino y otros detalles relevantes del mensaje. Con opciones adicionales de encabezado ampliado y un encabezado base de 20 bytes (5 palabras), IP utiliza un formato en el que el encabezado sigue a los datos.

2 METODOLOGÍA

2.1 Arquitectura del sistema DVB

Las aplicaciones multimedia y basadas en la web exhiben patrones de tráfico altamente asimétricos, donde se reciben muchos más datos en la estación del usuario final de los que se envían allí. Una buena alternativa para estos servicios es la configuración en la que el satélite ofrece una red de distribución de banda ancha con una conexión de canal de retorno a Internet terrestre. Tales configuraciones son especialmente intrigantes en áreas rurales con baja densidad de población e infraestructura de red terrestre inadecuada. Este tipo de sistema de red tiene un potencial significativo, incluso en áreas urbanas densamente pobladas, para nuevos tipos de aplicaciones y servicios que exigen la entrega de contenido multimedia a alta velocidad directamente al hogar.

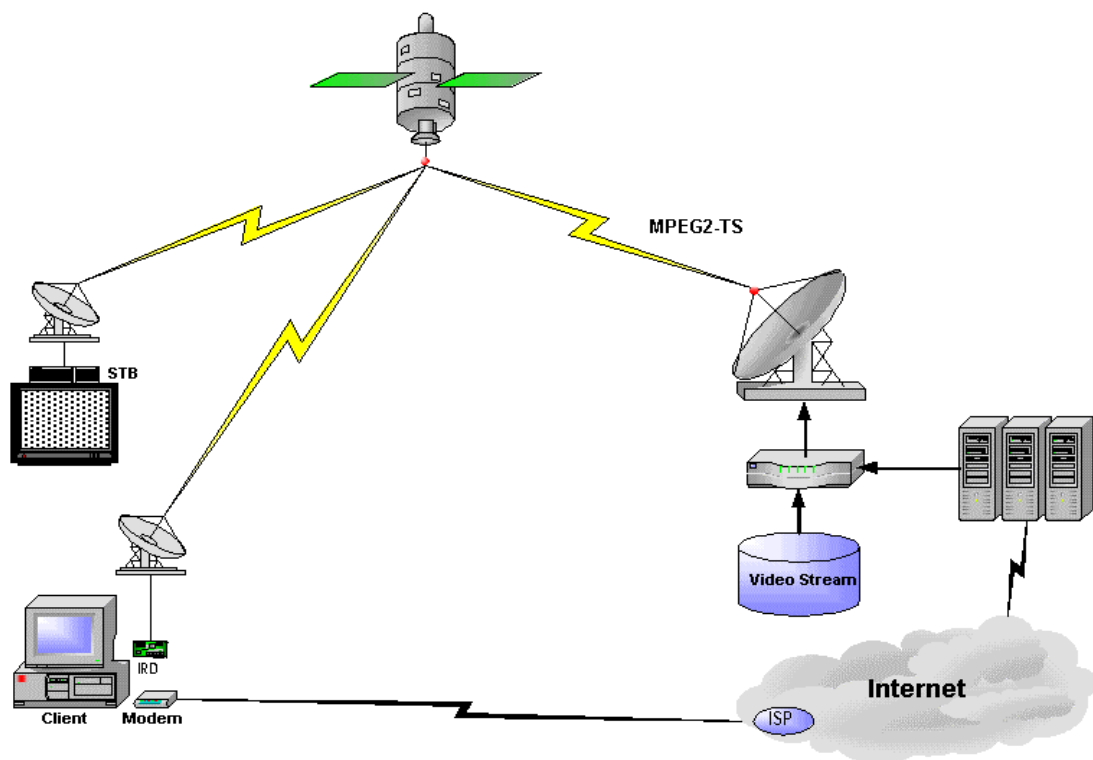


Figura 2.1. Arquitectura IP sobre DVB. [8]

Como se muestra en la Figura 2.1, el enlace directo, que sirve como canal de entrega, es un canal simplex de banda ancha con características de solo recepción, tal como lo ve la estación cliente. Una conexión de red que admite la operación bidireccional también puede servir como enlace de retorno en lugar de un canal unidireccional. El backhaul ofrece enlaces punto a punto, mientras que las características de transmisión caracterizan el canal directo.

2.2 DVB-IP: PRINCIPIOS.

Un escenario DVB-IP incluye los siguientes componentes principales, que se muestran en la Figura 2.2.

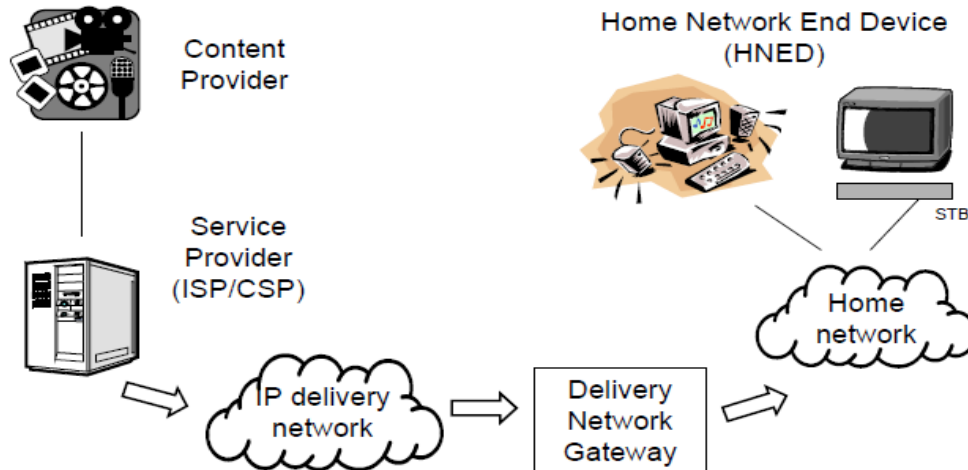


Figura 2.2. Elementos y escenario de DVB-IP. [10]

- 1) Una empresa propietaria de contenido audiovisual se denomina proveedor de contenido (CP). Por lo general, proveedores de televisión o estudios de cine que desean brindar su contenido a pedido en línea, considere PIXAR o la BBC como dos ejemplos de organizaciones que podrían optar por hacer que su contenido esté disponible en línea.
- 2) La organización que ofrece al usuario final un servicio DVB-IP se conoce como proveedor de servicios (SP). Aunque frecuentemente es un negocio diferente, este proveedor de telecomunicaciones también ofrece acceso a Internet (ISP).
- 3) **La red de transporte:** se hace referencia a la red que conecta a clientes y proveedores de servicios. Por lo general, se compone de redes de acceso y redes troncales que emplean una variedad de tecnologías. Tomando como ejemplo Imagenio, la red de transporte sería la red privada de Telefónica ya que proporciona la calidad de servicio (QoS, Quality of Service) requerida para este tipo de servicio.
- 4) La puerta de enlace de la red de entrega o **DNG (Delivery Network Gateway)**, también conocida como puerta de enlace de la red de transporte, es el enrutador que conecta la red local a la red IP de transporte del proveedor de servicios. Podría funcionar en conjunto con el HNED o de forma independiente. El enrutador LiveBox, por ejemplo, parece ser una instancia de integración de los

dos elementos en el caso de Orange (aunque no tenemos información específica sobre su servicio, que probablemente no sea DVB-IP).

- 5) **Red Local:** La red privada del usuario, todos los dispositivos DVB-IP en el hogar del usuario están conectados por una red inalámbrica interna. Ethernet por cable, Wi-Fi y DLNA son solo algunas de las tecnologías compatibles.
- 6) **HNED (Home Network End Device):** el contenido DVB lo recibe este dispositivo, que está conectado a la red local. Puede ser una computadora, un televisor o un decodificador, como se muestra en la Figura 2.3.

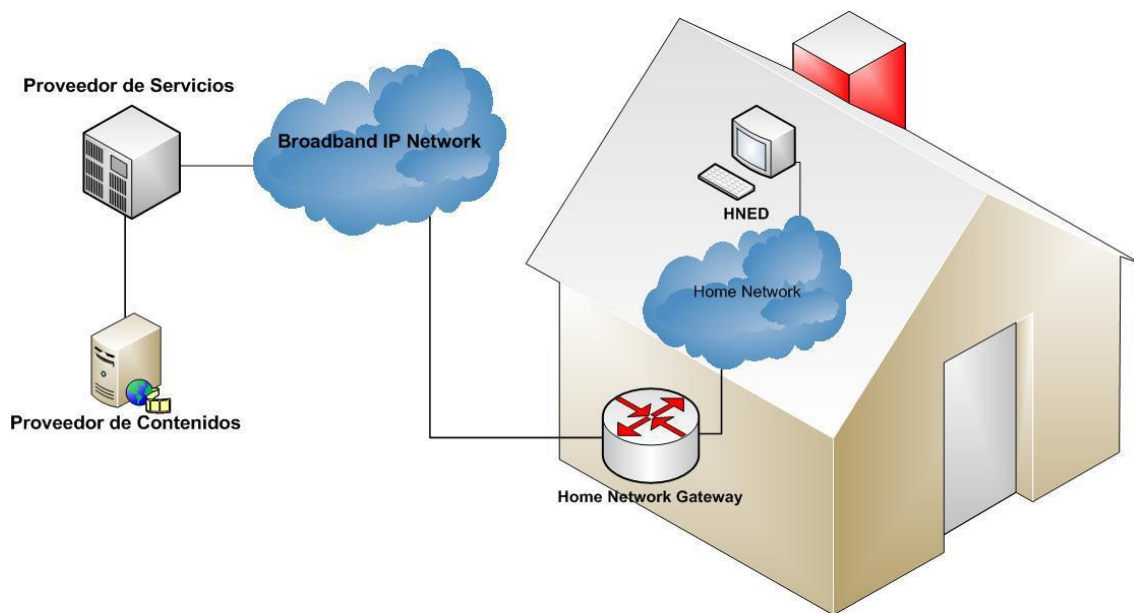


Figura 2.3. Arquitectura básica DVB-IP. [11]

En la configuración de red que se está considerando Figura 2.4 se utiliza un canal directo proporcionado por un DBS. Los flujos de datos de alta velocidad se envían directamente a la estación del usuario final. A velocidades de datos de hasta 36 Mbit/s para transpondedores de banda Ku y 155 Mbit/s para transpondedores de banda Ka, se extienden directamente a los terminales domésticos [8].

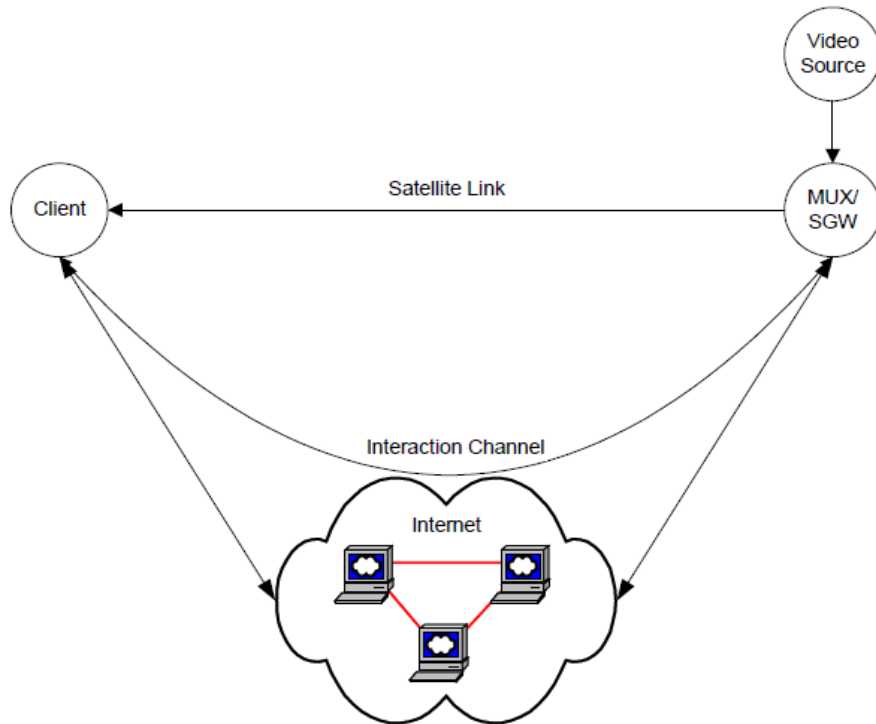


Figura 2.4. Modelo de red IP sobre DVB. [8]

Usando una red diferente para el enlace de retorno, la configuración se basa en el acceso a la red asimétrica como se. Una conexión terrestre lenta e Internet sirven como enlace de retorno en esta configuración. La conexión IP de acceso telefónico a través de módem es una buena opción de canal secundario, accesible a través de la PSTN o incluso de redes móviles internacionales. La comunicación asimétrica sigue siendo suficiente y eficaz para las aplicaciones que reciben más datos de los que pueden manejar porque el ancho de banda del canal de retorno suele ser mucho más pequeño que el ancho de banda del enlace de cuello de botella del satélite. devolver.

El servidor en el sitio de enlace ascendente asume un papel crucial porque también se encarga de cifrar/descifrar, direccionar y administrar el tráfico IP del usuario a través del canal satelital y desde el enlace de retorno. La puerta de enlace satelital, que multiplexa datos de Internet con flujos de video y audio, los conecta al canal satelital después de segmentar, encapsular y empaquetar los datos. El TS multiplexado se transmite luego a las estaciones cliente a través del enlace satelital.

Un decodificador separado (STB) o una tarjeta decodificadora de receptor integrado (IRD) insertada en el pc\ el cliente recibe la señal de la antena y del bloque amplificador de bajo ruido (LNB) en la estación del cliente.

El flujo de datos se descarta de acuerdo con ISO/IEC 13818-1 si el cliente es un IRD/STB tradicional utilizado solo para la recepción de audio/video [12].

2.2.1 Perfiles DVB-IP.

Con el fin de crear escenarios para el despliegue gradual de los servicios DVB-IP, en DVB-IP se definen diferentes niveles de funcionalidad, denominados perfiles [13]. Los perfiles especificados incluyen:

Live Media Broadcast: Este es el perfil estándar y se distingue por ser el mismo que el servicio de transmisión de TV. Debido a que los contenidos solo se envían en tiempo real, encapsulados en streams multicast, no se permiten operaciones en modo truco (pausa, avance, etc. o tener acceso a contenido bajo demanda).

Difusión de medios con modos de trucos: teniendo en cuenta que los modos de trucos están disponibles, se supone que LMB evolucionará de inmediato. Los datos multimedia deben transmitirse en flujos de unidifusión para lograr esto. El usuario no puede solicitar la visualización de contenido específico en el perfil de CoD, que es una diferencia.

Content on Demand (CoD): Este es el perfil más sofisticado, donde se utilizan modos trucos y el usuario puede seleccionar su contenido preferido bajo demanda. El modelo de transporte para esto es unicast.

El Servicio de descarga de contenido (CDS), que aún se encuentra en etapa de definición, permitirá la descarga de contenido a un dispositivo de almacenamiento local en el HNED a través de una conexión IP de banda ancha. Estas descargas se retrasarán, por ejemplo, durante la noche cuando la red del proveedor de servicios esté menos ocupada.

Para que terminales más complejos o sencillos interactúen con servidores DVB-IP, estos perfiles se definen como niveles de funcionalidad como se muestra en Tabla 2.1. Estos tres niveles son visibles, al igual que sus funciones.

Tabla 2.1. Perfiles DVB-IP.

Perfiles	Modules				
	Transport	Connection	Format	Discovery	Metadata
Basic	UDP	IGMP	MPEG2	SD&S	SD&S XML data SI/PSI Tablas

LMB	UDP RTP/UDP	IGMP	Referente a TS 101 154	SD&S	SD&S XML data SI/PSI Tablas
CoD	UDP RTP/UDP	IGMP	Referente a TS 101 154	SD&S/BCG	SD&S XML data BCG-TVA

Nota: Se describe las características de los módulos de tres perfiles. [11]

Básico: El entorno de aplicación de este perfil consiste en escenarios controlados (como una red local) donde no se requiere el uso de RTP (Protocolo en tiempo real) [11]. Solo admite UDP a nivel de transporte. Dado que IGMP solo se implementa a nivel de conectividad y solo permite la codificación MPEG2, el único contenido que se puede ver es "Live Media" (es decir, canales transmitidos en multidifusión que se transmiten en vivo, similar a las transmisiones de TV convencionales).

LMB: Este perfil incorpora la opción de trabajar con RTP/UDP además de las prestaciones del perfil Básico, haciendo posible su entorno de aplicación para escenarios más abiertos (como Internet vía ADSL), en los que hay menos control debido a RTP. Se puede utilizar cualquiera de las opciones de codificación de video enumeradas en el estándar TS 101 154. En la tabla del Anexo II, puede encontrar un resumen de estos.

CoD: Este perfil es el más completo y el que satisface todos los servicios DVB-P. Puede ver los dos canales de "Live Media", incluido "Live Media" con Trick Mode (que tiene características similares a Live Media, pero también ofrece las opciones de Reproducir, Detener, Reenviar, etc.). (o servicios de contenido a pedido), los cuales utilizan el nivel de conectividad RTSP [11]. Se puede observar la EPG (Guía Electrónica de Programación) ya que considera el funcionamiento de BCG-TVA a nivel de información de metadatos.

2.2.2 Protocolos en DVB-IP

DVB-IP debe superar una serie de dificultades y problemas técnicos que enumeramos a continuación, junto con los protocolos sugeridos como solución, para brindar un servicio cercano y transparente al usuario final:

- a. Configuración: el usuario debe realizar la menor acción posible durante el proceso de configuración de HNED. DHCP (asignación automática de direcciones IP, DNS, puerta de enlace), DNS (resolución de nombres) y NTP (sincronización de flujos audiovisuales) son los protocolos involucrados.

- Además, se cubre la prestación de servicios y el control remoto del HNED (usando XML, HTTP y HTTPS).
- b. Identificación y Selección de Servicios. En este caso, los protocolos involucrados son XML (cuyos esquemas permiten la descripción de canales y programas), HTTP y DVBSTP (Protocolo de Transporte de Descubrimiento de Servicios DVB), y RTSP e IGMP para la selección de servicios (RTSP para acceder a contenidos bajo demanda en una sesión unicast). e IGMP para suscribirse al grupo de multidifusión en el caso de servicios de difusión de multidifusión).
 - c. El transporte es el acto de enviar secuencias audiovisuales MPEG a través de una red IP manteniendo un alto nivel de servicio. En este caso, sólo se contempla el transporte de Transport Streams (TS) MPEG-2 sobre IP/UDP o IP/UDP/RTP sobre redes con calidad de servicio basada en priorización (Servicios Diferenciados), con la opción de añadir opcionalmente AL- FEC (Corrección de errores de reenvío de capa de aplicación) y retransmisión RTP para mejorar la calidad de transmisión. Si bien se anticipa el uso de multidifusión confiable, P2P y FLUTE (entrega de archivos sobre transporte unidireccional) en esta situación, CDS (opcional) también estaría en esta sección.
 - d. Guía de contenido de banda ancha opcional (BCG). Dado que es una guía de programas enriquecida, técnicamente pertenece a la colección de pasos involucrados en el descubrimiento de servicios. Aunque parece un módulo DVB-IP con entidad propia, su arquitectura (basada en XML, Web Services y TV Anytime) y potente funcionalidad, junto con el potencial desarrollo de aplicaciones comerciales y modelos de negocio (como la compra de contenido relacionado con el que está viendo el usuario o marketing personalizado en función del perfil del usuario), dan la apariencia de que se trata de un módulo DVB-IP con entidad propia.

Como se muestra en la lista anterior y en la Figura 2.5, DVBIP incorpora un número significativo de los protocolos y arquitecturas de servicios actuales.

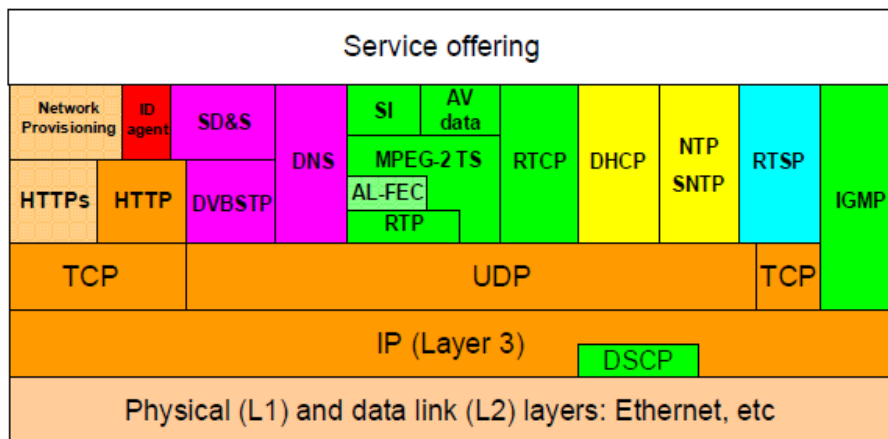


Figura 2.5. Los protocolos principales de DVB-IP, que no utilizan BCG ni CDS. [10]

2.2.3 IGMP (Internet Group Management Protocol)

Los hosts pueden solicitar que se les agregue a un grupo de multidifusión mediante el Protocolo de administración de grupos de Internet (IGMP), que les permite comenzar a recibir el tráfico del flujo de datos solicitado [11].

Un usuario "sintoniza" un canal de radiofrecuencia y comienza a recibir un canal de TV cuando está viendo un grupo de multidifusión, que es similar a lo que sería un canal de TV en la televisión tradicional. Un usuario que solicita unirse a un grupo de multidifusión solicita suscribirse a uno de los flujos de multidifusión disponibles. Cada grupo multicast está asignado a un programa de TV en el caso específico de IPTV.

El protocolo IGMP solo existe dentro de la red local (LAN), concretamente entre el host cliente y el dispositivo que nos proporciona conectividad (el router de acceso, el primer router, al que se conecta directamente el terminal).

Existen tres variaciones de este protocolo, y cada una maneja los registros y cancelaciones para grupos de multidifusión de manera diferente:

- La versión inicial de **IGMP** se definió como la versión 1. Solo hay dos tipos de mensajes disponibles en esta versión: "Consulta de membresía" e "Informe de membresía". El primero para preguntar al anfitrión si es miembro del grupo, y el segundo para recibir un informe del anfitrión sobre una solicitud para unirse o permanecer como miembro de un grupo.
- **IGMP v2:** esta versión comparte las mismas características que la v1, pero también agrega un nuevo mensaje llamado "Abandonar grupo", que se usa para solicitar específicamente que un host excluya un grupo del que fue agregado.
- Con **IGMP v3**, la versión más reciente, las solicitudes de membresía para varios grupos se pueden combinar en un solo paquete. Las "Consultas" se transmiten

a la IP 224.0. Envío de la "Respuesta" a 224.0 junto con 0.1 (todos los hosts de multidifusión). Todos los enrutadores que usan IGMP v3 y tienen capacidad de multidifusión escuchan 0.22. La versión actualmente en uso es la que define el estándar DVB-IP.

2.2.4 Service Discovery & Selection (SD&S)

Los mecanismos utilizados a través de la red IP para el descubrimiento de servicios, su selección y su forma de entrega al usuario están definidos por el estándar DVB-IP a través de Stands [11].

Hay dos modos para el método de transporte de información: push y pull. El Terminal es quien establece proactivamente la conexión con el servidor en el primer escenario, Pull, al realizar activamente la solicitud de información. El modelo Pull generalmente establece una conexión de unidifusión entre el servidor y el cliente, generalmente usando TCP, aunque ambos métodos se pueden usar indistintamente en Unidifusión o Multidifusión. En el modelo push, no se realiza una conexión; en cambio, el servidor transmite continuamente la información en multidifusión a través de UDP, y el terminal la recibe de forma pasiva (se suscribe al grupo de multidifusión).

2.2.5 BCG

Una guía de contenido electrónico con el objetivo de completar el manejo de metadatos del estándar DVB-IP se denomina Guía de contenido de banda ancha (BCG). Si bien dicha guía se entrega a través de una red IP bidireccional, también se puede utilizar para referirse a contenidos entregados a través de redes IP, DVB-S o DVB-T.), ya que los metadatos que emplea son uniformes.

2.2.5.1 Transferencia de datos BCG.

Los metadatos de BCG se pueden mover de dos maneras: mediante un mecanismo basado en contenedores de datos o mediante consultas a un servicio de información. El primero se puede ejecutar tanto a través de unidifusión utilizando HTTP/TCP como multidifusión utilizando DVBSTP como protocolo de transporte. Debido al requisito de que el canal sea bidireccional y utilice HTTP/TCP como protocolos de transporte, el mecanismo basado en consultas solo se puede implementar mediante transmisión de unidifusión.

2.2.6 División de Tecnología DVB-IP.

Difusión de vídeo digital - Satélite (DVB-S), Difusión de vídeo digital - Terrestre (DVB-T), Difusión de vídeo digital - Cable (DVB-C) y Difusión de vídeo digital - Manipulación

(DVB-H) son los diferentes tipos de tecnología que se dividen en función de las diferentes formas en que se transmite la información.

2.3 DVB-S

El formato MPEG2 se utiliza en el sistema de Difusión de Vídeo Digital por Satélite (DVB-S), que permite una mayor capacidad de transmisión de datos y televisión digital a través de satélites. La estructura permite mezclar numerosos servicios de audio, video y datos en un solo marco.

El estándar DVB-S2, que representa un avance significativo sobre el estándar satelital DVB-S e incorpora una corrección de errores robusta basada en el uso de dos codificaciones, fue ratificado formalmente por ETSI a principios de 2005.

Se utiliza una tasa de bits variable entre 18 y 48 Mbits/s para transmisiones por satélite, y se utiliza la codificación de manipulación por desplazamiento de fase (Quadrature Phase Shift Keying, o QPSK).

En muchas naciones europeas, incluidas Finlandia y Alemania, el formato DVB-S es común.

La cadena de transmisión de energía y servicios se muestra en Figura 2.6.

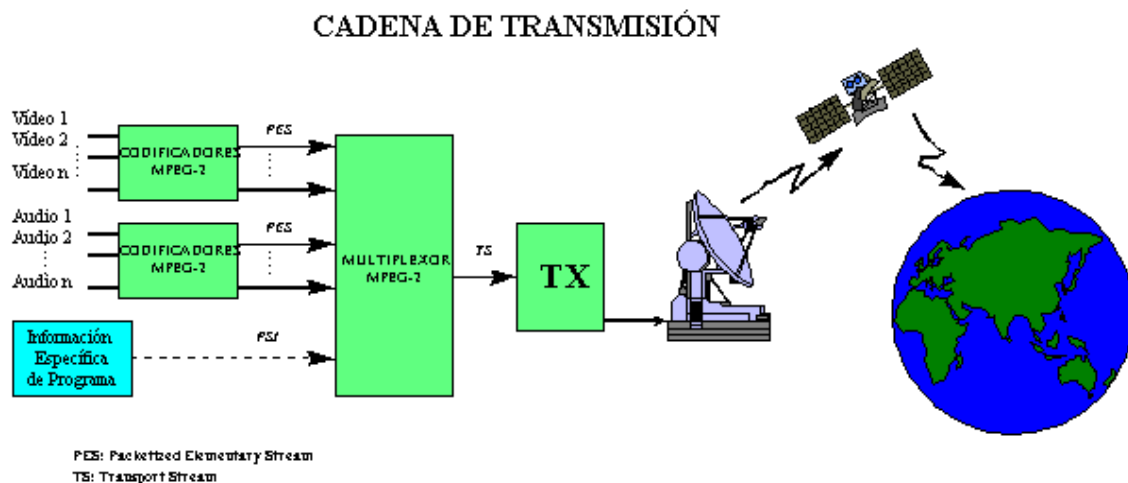


Figura 2.6. Cadena de transmisión DVB-S. [14]

La "información específica del programa" (PSI) de la trama MPEG es utilizada por el sistema DVB, que tiene tablas de sistema independientes que operan sobre ella. La información sobre el poder o los servicios es lo que se llama.

2.3.1 La conformidad del marco de transporte.

Sin duda, el estándar DVB más adoptado es el de transmisión de televisión digital vía satélite. Su éxito es probablemente lo que impulsó la adopción gradual de los otros sistemas DVB. Los proveedores de servicios en todos los continentes lo están utilizando actualmente. Actualmente es el único sistema de televisión digital por satélite en uso en Europa.

Se cree que el sistema DVB-S comienza con la trama de transporte proporcionada por MPEG-2 y agrega varias capas de protección a la señal para adaptarla a las propiedades del canal a través del cual debe transmitirse. A continuación, se muestra un resumen de las fases en las que se agregan nuevas funciones al flujo de transporte:

1. En uno de cada ocho paquetes de la trama de transporte, los bits de sincronización están invertidos. Dado que una trama de transporte contiene 188 bytes por paquete, la inversión de signo de los bits de sincronización se produce cada 1504 bytes.
2. La adición de un código aleatorio a la trama que se produce. La adición de este código está destinada a garantizar que las propiedades estadísticas de los datos sean lo más aleatorias posible. Al realizar una suma de "OR exclusivo" entre la secuencia de datos y una secuencia producida usando un generador de registro de desplazamiento, se produce aleatoriedad. Cada octavo paquete de la trama de transporte hace que la secuencia aleatoria se reinicie.
3. Una adición de código de detección y corrección de errores Reed-Solomon. Todos los estándares DVB utilizan este tipo de código, que se conoce como código externo. da a cada paquete de 188 bytes 16 bytes de redundancia.
4. El intercalado convolucional (Forney) se utiliza con la intención de dispersar ráfagas de errores de canal. Como resultado, si ocurre una ráfaga de errores debido al desvanecimiento del canal, es probable que los errores afecten a diferentes paquetes y se puedan corregir usando las propiedades correctivas del código interno y externo.
5. Agregar un segundo código de protección contra errores. Este código convolucional se denomina código interno. El proveedor de servicios puede ajustar el nivel de redundancia introducido por este código para adaptarse a las especificaciones del sistema que desea utilizar (potencia de transmisión, tamaño de las antenas de transmisión y recepción, velocidad de datos disponible, etc.)
6. Modulación QPSK de la portadora.

Este proceso, que ocurre entre la multiplexación y la transmisión física, permite que la señal se ajuste a las características únicas del canal un resumen en diagramas de bloque se puede ver en Figura 2.7.

PROCESO DEL TRANSPORT STREAM

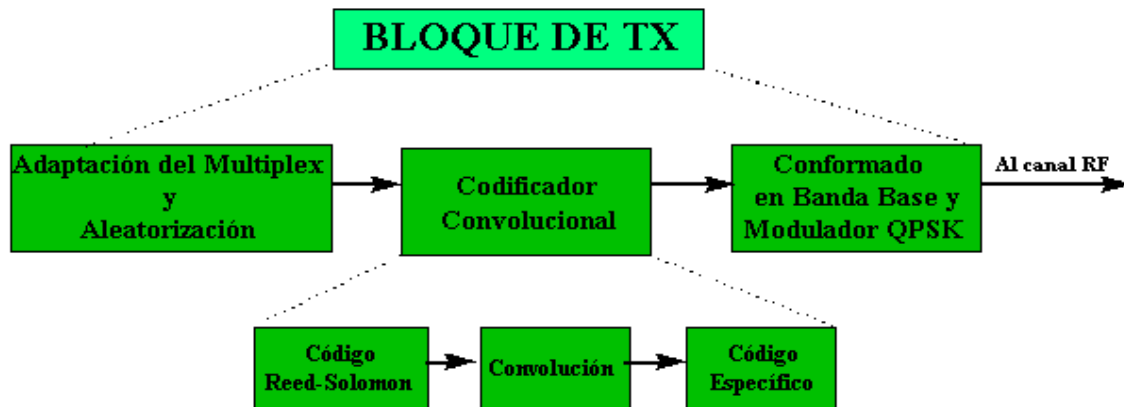


Figura 2.7. Proceso de transporte en DVB-S. [14]

2.3.2 La capacidad de los satélites.

Con transpondedores con anchos de banda de 26 a 72 MHz, los satélites pueden utilizar el estándar DVB-S. Esto incluye satélites como Astra, Hispasat, Eutelsat, Telecom, Tele-X, Thor, TDF, DFS y otros.

Un transpondedor de sistema satelital DBS (Direct Broadcast Satellite) promedio tiene un ancho de banda de 36 MHz. Una modulación de datos de 28 millones de símbolos por segundo es practicable dentro de este ancho de banda. La velocidad máxima de transmisión de un transpondedor con 4-QPSK será de 56 Mbps. La velocidad útil sería de 39 Mbps después de restar los bits adicionales que introdujeron la corrección de errores Reed-Solomon y la convolución de Viterbi. Por lo general, cada transpondedor tiene 8 canales digitales.

Sistemas de acceso restringido (CA).

El acceso condicional tiene una variedad de componentes, que incluyen:

- El algoritmo de cifrado del servicio o programa.
- El algoritmo de aleatorización del flujo de datos.
- El Sistema de gestión de suscriptores (SMS), que contiene toda la información del suscriptor sobre un programa o servicio en particular.
- El Sistema de Autorización de Suscriptor (SAS), que proporciona y cifra los códigos clave necesarios para la decodificación de la señal.

Para llevar a cabo estas tareas se ha asignado una encriptación, un sistema distribuido (bases de datos, sistema de gestión y autenticación) y un módulo de acceso condicional IRD ubicado en el domicilio del suscriptor.

El estándar DVB solo estandariza el mecanismo de aleatorización del flujo de datos (algoritmo de aleatorización común) de todos estos subsistemas, y también permite la inclusión de una interfaz común en el IRD para permitir la coexistencia de varios esquemas de acceso condicional.

2.4 DVB-S2

El organismo regulador ETSI aprobó en 2005 el estándar de transmisión de televisión digital conocido como Digital Video Broadcasting by Satellite - Second Generation (DVB-S2), que se considera el reemplazo del sistema DVB-S.

El Proyecto DVB, una asociación mundial de empresas de industrias relacionadas, lo desarrolló en 2003. El estándar DVB-Satellite versión 2, EN 302307, que es una evolución del estándar satelital DVB-S e incluye una fuerte corrección de errores basada en el uso de una cascada de dos codificaciones, la denominada Low Density Parity Check y la BCH, que proporcionan una capacidad muy cercana a la establecida en el límite de Shannon, fue ratificada oficialmente por la ETSI en marzo de 2005.

Además, se ha habilitado una variedad de esquemas de modulación, factores de caída y una adaptación flexible del flujo de entrada para aumentar la flexibilidad y permitir varios servicios con diferentes velocidades de bits. Se cree que el estándar DVB-S2 tiene una mejora del 30 % en las capacidades de transmisión con respecto a su predecesor. Los últimos desarrollos en codificación y modulación de canales se utilizaron para mejorar el nuevo estándar.

DVB-S2 combina la funcionalidad de DVB-S (para uso doméstico) y DVB-DSNG (para aplicaciones profesionales) para ofrecer una gama más amplia de aplicaciones, un aumento del 30 % en la eficiencia con respecto a DVB-S, así como compatibilidad retroactiva con el primera generación y técnicas como la adaptación de la codificación para aprovechar al máximo los recursos del satélite. El principal inconveniente de DVB-S2 es que ya hay muchos millones de receptores y decodificadores DVB-S en uso en todo el mundo.

2.4.1 Áreas de aplicación.

El sistema DVB-S2 puede ser una herramienta útil en los siguientes programas que están disponibles y hechos para este sistema debido al alto rendimiento que disfruta:

- **Servicios de radiodifusión (BS):** Los servicios de radiodifusión actualmente están cubiertos por el sistema DVB-S, pero con la flexibilidad añadida de VCM (modulación y codificación variable), que permite diferentes niveles de protección para cada uno de los servicios (por ejemplo, SDTV es mucho más resistente a los errores y HDTV es más débil frente a ellos).
- **Servicios interactivos (IS):** IS está diseñado para funcionar con los estándares DVB de canal de retorno actuales, como RC-PSTN, RCS, etc.), DVB-S2 puede funcionar tanto en ACM (codificación y modulación adaptativas) como en modo CCM (codificación constante). y modulación). ACM permite que cada estación receptora gestione la seguridad de todo el tráfico dirigido a ella.
- **Contribución de TV digital y "Recopilación de noticias satelitales" (DTVC/DSNG):** DTVC/DSNG se basa en el estándar DVB-DSNG y permite comunicaciones punto a punto o punto a multipunto utilizando uno o varios flujos de transporte MPEG en los modos CCM o ACM.
- **Otras Aplicaciones Profesionales (PS):** Estas incluyen contenido de datos troncales o de distribución. Este modo generalmente se reserva para aplicaciones profesionales punto a punto y punto a multipunto que utilizan las técnicas CCM, VCM o ACM mencionadas anteriormente [15].

2.4.2 Características técnicas.

Se agregaron las siguientes características de DVB-S2 para satisfacer la creciente demanda de flexibilidad y el objetivo de crear un sistema que funcione un 30 por ciento mejor que DVB-S en promedio:

Variaciones de modo.

Para aplicaciones de transmisión a través de transpondedores satelitales no lineales llevados casi a la saturación, hay cuatro modos de modulación: QPSK, 8PSK. Las aplicaciones profesionales que exigen semifinales lineales en transpondedores son más adecuadas para 16APSK y 32APSK. Se mejoran el rendimiento y la eficiencia de estos planes de transacciones más recientes.

Roll-off y ancho de banda.

DVB-S2 agrega factores de caída = 0,25 y = 0,20 para permitir la configuración de un ancho de banda mayor; DVB-S tradicional solo tenía roll-off = 0,35 [16].

ACM, o codificación y modulación adaptativa.

Cambiando a una tasa de codificación más baja durante la atenuación, por ejemplo, la codificación y modulación adaptables (ACM) permite que los parámetros de transmisión se cambien de manera adaptable a las condiciones de recepción de los terminales.

Plataformas que soportan DVB-S2.

Muchas plataformas emiten actualmente a través de este estándar (al menos durante un período de prueba), incluidas Canal y SKY. Actualmente se está llevando a cabo el proceso de conversión del sistema DVB-S a DVB-S2. transmisores directos al hogar DVB-S2 que actualmente operan.

2.5 DVB-C

DVB-C, también conocida como transmisión de video digital por cable, es la tecnología que permite a las redes de cable ofrecer una amplia variedad de canales de televisión. Para transmitir varios canales a través de un solo cable coaxial, el operador de cable utiliza varias frecuencias. Los formatos de archivo MPEG-2 o MPEG-4 y los estándares de compresión son utilizados por DVB-C para transmitir transmisiones de audio/video digital.

La especificación técnica DVB-C ha demostrado ser increíblemente eficaz para la distribución de contenidos porque sigue los mismos principios tecnológicos que la transmisión terrestre.

Un sistema de cifrado de acceso condicional (CA), que normalmente está integrado en el decodificador proporcionado por el proveedor de cable, se puede usar para transmitir canales de televisión en lugar de usar la señal por aire.

Es probable que las redes de cable se conviertan exclusivamente en IP, lo que significa que solo se emplearán tecnologías basadas en el Protocolo de Internet. Para poder transmitir servicios de televisión, los operadores de cable dejarán de utilizar DVB-C y sólo utilizarán DOCSIS basado en IP. Aunque el cambio a todo IP ya ha comenzado, llevará algún tiempo completarlo. Con all-IP, los operadores tendrán más flexibilidad y la entrega de TV cambiará en todos los sentidos.

2.5.1 Las características de DVB-C son las siguientes:

Emplea modulación de amplitud en cuadratura (QAM), que viene en tipos de 16, 32, 64, 128 y 256. El número de niveles de modulación se expresa mediante cada uno de estos números.

El canal de transmisión tiene un ancho de banda de 6 a 8 MHz.

La señal DVB-C es resistente al ruido; su relación señal-ruido (SNR) es de 30 dB (SNR = 30 dB; estilo de pantalla SNR = 30 dB).

La implementación de DVB-C es desafiante y costosa debido a la difusión por cable, y la cobertura solo está disponible en las redes que se han implementado.

Apenas hay retrasos y la emisión es inmune a las interferencias.

Se requiere un buen corrector de errores para evitar los ecos, ya que estos son causados por un desajuste en las impedancias.

En el estándar DVB-C, la señal de datos (DVB-SI), que permite el acceso a servicios como la Guía Electrónica de Programación (EPG), viaja junto con la señal de video y audio.

Debido a que el canal de retorno será el propio cable (dependiendo de si esta opción es implementada por el emisor de la señal), la televisión interactiva se puede utilizar a través del estándar Multimedia Home Platform (MHP) sin necesidad de una conexión a la red.).

2.5.2 Características en diagrama de bloques

Aleatorización: de acuerdo con la capa de transporte MPEG-2, la entrada del canal da como resultado la formación de la banda base. Para dar forma al espectro y garantizar que se distribuya uniformemente, este se somete a un proceso de aleatorización. Esto evita que el espectro se concentre en líneas espectrales periódicas, lo que resaltaría la interferencia entre símbolos. Utiliza un tipo de aleatorización "set-reset".

Codificación: luego se utiliza una codificación Reed-Solomon para ayudar a identificar errores en la cadena de recepción. El código Reed-Solomon empleado en el estándar ETS 300 429 es capaz de identificar 8 símbolos incorrectos.

El intercalado convolucional se utiliza para segmentar y dispersar largas ráfagas de errores después de que los paquetes hayan sido codificados. Esto facilita la detección y corrección de errores en el extremo receptor. El estándar ETS 300 429 exige que el intercalado tenga una profundidad de 12. La detección de 96 símbolos de error (768 bits) es posible con la codificación Reed-Solomon y el intercalado convolucional.

Cuando la señal de banda base está preparada para la transmisión, pasa al bloque de conversión de símbolo de byte. El número de símbolos de la constelación afecta la cantidad de bits que se utilizan para cada símbolo.

Codificación diferencial: para lograr una constelación QAM invariable en rotaciones de $\pi/2$, se aplica una codificación diferencial a los dos bits más cruciales. Al cambiar los dos bits más significativos, es posible convertir los puntos del primer cuadrante de la constelación QAM en los del segundo, tercero o cuarto cuadrante.

Antes de la modulación QAM, se aplica un filtrado de raíz de coseno alzado con un factor de redondeo (reducción) de 0,15 a las señales I y Q para reducir la interferencia entre símbolos.

Luego de ser filtrada, la señal es modulada en QAM antes de ser enviada. El número de símbolos en la constelación puede variar de 16 a 256. Con el fin de obtener la señal MPEG-2 enviada, la cadena receptora realiza los procedimientos opuestos [17].

2.6 DVB-C2

La segunda generación del estándar de transmisión de televisión por cable digital del estándar DVB se llama DVB-C2 (Difusión de video digital - Cable). Hace un uso muy eficaz de las redes de cable, donde hasta ahora, en muchos casos, se aprovechaba al máximo la capacidad de transmisión de datos, utilizando las técnicas más recientes de modulación y codificación. En la larga transición de los servicios DVB-C actuales a DVB-C2, DVB-C2 se utilizará primero para brindar servicios nuevos e innovadores como televisión de alta definición (HDTV) y video a pedido (VOD), que ayudarán a los operadores digitales a mantenerse competitivos. y satisfacer las necesidades de difusión.

En diciembre de 1994, ETSI lanzó la primera versión de DVB-C, que se convirtió en el método de transporte más popular para la televisión digital por cable. El estándar se utiliza en sistemas de todo el mundo, desde las mayores redes de televisión por cable (CATV) hasta los sistemas de antena de televisión por satélite más pequeños (SMATV) [18].

La necesidad de DVB de desarrollar un estándar de transmisión por cable de segunda generación, similar a lo que sucedió con DVB-S2 y DVB-T2 para transmisión satelital y terrestre, ha sido alimentada por una serie de factores.

- Muchas redes de televisión por cable ya han alcanzado su capacidad.
- Los operadores con un alto nivel de adopción digital requieren flexibilidad para mantener una oferta competitiva.
- Las redes de televisión por cable que transmiten programación de otras redes, como las de satélite, deben mantenerse al día con su desarrollo.

- Particularmente en el campo de la propiedad intelectual (PI), se requieren nuevas herramientas para tratar tanto con clientes privados como con empresas.
- Puede ser necesario realizar mejoras de rendimiento, como reducir el tiempo de zapping, para impulsar la adopción digital en algunos mercados.

La especificación se basa en una serie de requisitos comerciales, al igual que todos los estándares DVB. La mejora del rendimiento de errores, la compatibilidad con varios protocolos de entrada y la expansión de la capacidad (en al menos un 30 %) son requisitos esenciales. Algunos de los componentes de otros sistemas DVB de segunda generación se reutilizan en DVB-C2. Aunque los receptores DVB-C2 también podrán manejar servicios DVB-C, no se requería que el nuevo estándar fuera compatible con DVB-C. El 18 de febrero de 2008 se anunció que DVB-C2 se crearía en 2008. En abril de 2009, los gerentes de DVB aprobaron las especificaciones finales de DVB-C2, que luego se publicaron en abril de 2010. En el mismo mes, la Universidad Técnica de Braunschweig realizó la primera transmisión DVB-C2 en vivo, que cumplió con las expectativas de rendimiento previstas, y se publicó el Documento de Pautas de Implementación. A mediados de 2011, se anticipan los primeros sintonizadores DVB-C2 [19].

2.6.1 Arquitectura de sistemas.

La secuencia continua genérica (GCS), la secuencia empaquetada de longitud fija genérica (GFPS), la encapsulación de secuencia genérica (TS) y la secuencia de transporte (TS) son todos métodos de creación de PLP.

2.6.2 Adaptación de modo.

El flujo de datos de entrada es cortado por los módulos de adaptación de modo, que funcionan de forma independiente en el contenido de cada PLP y en los campos de datos que eventualmente formarán tramas de banda base (BB Frame) después de la adaptación actual. La interfaz de entrada, el sincronizador de flujo de entrada, la unidad de eliminación de paquetes nulos y el codificador CRC-8 son los tres subsistemas opcionales que componen el módulo de adaptación de modo. El flujo de datos de entrada se corta en los campos de datos y el encabezado de banda base (BB Header) se inserta al comienzo de cada campo de datos.

La modificación actual ofrece:

- **Programación:** El planificador debe decidir, en colaboración con el constructor de Segmentos de datos, qué Fecha de segmento del sistema C2 final transportará datos y por qué PLP.

- **Relleno:** el relleno se puede utilizar cuando la cantidad de datos de usuario disponibles para la transmisión no es suficiente para finalizar un BB Frame.
- El BB Frame está sujeto a algún tipo de codificación.
- Codificación y modulación mediante entrelazado de bits.
- Codificar con FEC.

Cada BB Frame recibe una codificación de corrección de errores de reenvío (FEC), lo que da como resultado que los cuadros corregidos se dejen en la salida del codificador. Los códigos BCH se utilizan para la codificación interna y las comprobaciones de paridad de baja densidad (LDPC) se utilizan para la codificación externa dentro del codificador. La salida del LDPC pasará luego a través de un dispersor de bits (intercalador). La constelación a la que se asignan los bits.

A la salida del intercalador, cada flujo de bits se desmultiplexa en N flujos separados. La modulación que se utilice (QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, 1024QAM, 4096QAM) determinará cuántos subflujos están presentes. Las constelaciones modularán dos celdas de palabras paralelas formadas por estos subflujos.

Creación de paquetes de segmentos de datos.

Un paquete de segmento de datos se compone de celdas intrincadas formadas por uno o dos FECFrame. Los paquetes de segmento de datos para el segmento de fecha tipo 1 solo contienen datos FECFrame y dependen de un puntero en la señalización de nivel 1, parte 2 para determinar cuándo comenzar a enviar datos. El encabezado FECFrame que llevan los paquetes de segmentos de datos para el segmento de fecha tipo 2 permite la sincronización con los paquetes de segmentos de fecha sin necesidad de información adicional.

Creador de cuadros.

Para crear matrices de celdas OFDM activas, Frame Builder debe ensamblar las celdas de los símbolos de preámbulo y las celdas creadas por cada uno de los segmentos de datos. La configuración de la estructura del marco y la información dinámica generada por el programador determinan cómo funciona el Frame Builder [20].

Generación OFDM.

Las celdas creadas por Frame Builder son transformadas al dominio de frecuencia por el módulo de generación OFDM.

2.7 DVB-T

El estándar DVB-T fue desarrollado por la organización europea Digital Video Broadcasting (DVB) y significa Digital Video Broadcasting - Terrestrial, o Difusión de Video Digital - Terrestre en español. La modulación de "multiplexación por división de frecuencia ortogonal codificada" (COFDM) utilizada por este sistema transmite audio, video y otros datos a través de un flujo MPEG-2.

El estándar DVB-T es miembro de una gran familia de normas de la industria europea para la transmisión de transmisiones de televisión digital utilizando una variedad de tecnologías, incluidas transmisiones a través de la red de distribución de señal terrestre utilizada en la televisión analógica tradicional (DVB-T), transmisiones desde satélites geoestacionarios (DVB-S, Digital Video Broadcasting - Satellite), transmisiones por redes de cable (DVB-C), e incluso transmisiones para dispositivos móviles con capacidad de procesamiento limitada y alimentados por baterías. Otra nueva modalidad es ADSL TV, que también utiliza nuevos estándares como DVB-IPTV y la modalidad de audio DAB (Digital Audio Broadcasting), que es utilizada por las estaciones de radio para transmitir música en formato de radio digital [21].

2.7.1 Inconvenientes y críticas sobre el DVB-T

Los distintos gobiernos europeos han ido implementando calendarios que apuntan al fin de los obsoletos sistemas de transmisión de televisión analógica a partir del año 2012, aunque en algunas naciones se han adelantado las fechas. Se suponía que los centros emisores de señales analógicas se desconectarían el 3 de abril de 2010, pero ese plazo se adelantó un día al 2 de abril. El plazo de "apagón analógico" solo se aplicó en los centros de población más grandes, donde las transmisiones analógicas continuaron hasta el final, ya que el apagón analógico se fue produciendo paulatinamente en el resto de las zonas antes de esa fecha. Tanto la difusión del estándar DVB-T como la eliminación de las retransmisiones analógicas se están produciendo de forma paulatina como se muestra en la Figura 2.8.

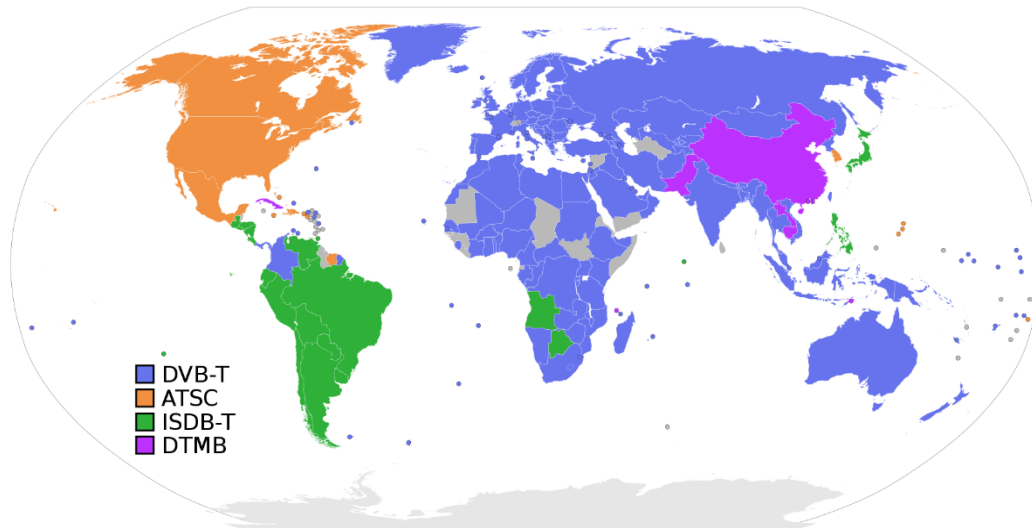


Figura 2.8. Mapa detallado de especificaciones de transmisión de televisión digital terrestre. [22]

Una de las principales críticas se deriva del hecho de que la modulación elegida no es del todo impermeable al ruido de impulso, que se esperaría en un sistema digital de alta calidad. El ruido de impulso (a menudo provocado por vehículos como automóviles, motocicletas, etc.) es un tipo de ruido que ocurre en las señales analógicas.) aparecía como una fina línea de "nieve" que no perjudicaba significativamente la imagen, mientras que en el estándar DVB-T, dependiendo de la calidad del decodificador, dicho ruido implica la aparición de errores en los micro fotogramas en los que MPEG-2 divide la imagen , o incluso pausas, pérdida total de imagen, o chirridos molestos en el audio. Es necesario disponer de una instalación lo más aislante posible del ruido.

En lugares con señales débiles, este aspecto también es de suma importancia. Las instalaciones antiguas o sujetas a ruido electromagnético (en la práctica, alrededor del 25%) provocaban continuas interrupciones en el flujo de vídeo y, sobre todo, de audio, insoportables, lo que obligaba a adquirir equipos a menudo inasequibles. La degradación de la señal del antiguo sistema de televisión analógica hizo que fuera muy fácil recibir la transmisión incluso con una interferencia significativa.

Desde el apagón analógico, todos estos factores se han vuelto especialmente importantes, aunque eventualmente será inevitable una extensión significativa [23].

Otra queja común es la excesiva compresión del cuadro MPEG-2, que se nota más en escenas con mucho movimiento y detalle porque hace que los micro cuadros de la imagen sean muy evidentes. Un buen decodificador DVB-T incluye filtros digitales que suavizan la apariencia de los bloques para disminuir este impacto.

2.7.2 Detalles técnicos.

El estándar DVB-S (Difusión de video digital por satélite) y el estándar DVB-T comparten información técnica de codificación. La distinción clave es que DVB-T emplea una técnica de codificación conocida como COFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal codificada), que sacrifica parte de la velocidad del canal por datos para producir una mejor calidad de imagen cuando se ve la señal. El ruido (interferencia) tiene un impacto. El sistema consiste básicamente en dividir los datos en partes más pequeñas que se envían por separado y agregar bandas de seguridad entre ellas para ayudar a los receptores a distinguir entre la información importante y el ruido de fondo. Para la interpretación de datos requerida por este sistema, se necesita más potencia de procesamiento y se necesitan receptores más potentes para la decodificación de datos.

El estándar COFDM admite una variedad de codificación, incluido el modo 2K, que está diseñado para transmisiones directas que cubren áreas geográficas pequeñas (baja potencia), y el modo 8K, que se puede usar para cubrir áreas geográficas grandes en un solo canal que se comparte por toda la red. Debido a que COFDM ofrece protección de datos, el sistema puede transmitir en un área geográfica amplia (conectada por varios enlaces de radio) utilizando la misma frecuencia portadora. El receptor puede distinguir entre la señal principal del repetidor más fuerte y el resto, que se degradan en ruido y se descartan. Para permitir que los receptores descarten correctamente señales extremadamente desfasadas a expensas de bajar la tasa de datos máxima de la señal, los parámetros de codificación COFDM se pueden cambiar cuando el área geográfica tiene poca cobertura (baja densidad de repetidores).

Aumentar las portadoras en DVB-T es exactamente lo mismo que reducir el tiempo entre diferentes cargas en la PC, para que el reproductor no se cuelgue. Para ponerlo en términos más cotidianos, podemos compararlo con un búfer de lectura en una PC, donde la PC recopila información específica para reproducir mientras carga otro paquete similar al siguiente. En cualquier video de YouTube podemos observar en una barra el proceso de carga del contenido con relación a su reproducción como procesos simultáneos, brindando un ejemplo comparativo para entender la teoría de manera práctica y simplificar este tema. La señal o vídeo en su conjunto necesita verse más limpia y fluida cuanto más rápida sea la velocidad de conexión, lo que en DVB-T equivale a menos interferencias y la posibilidad de obtener más portadoras o señales [24].

2.8 DVB-T2

DVB-T2 significa Digital Video Broadcasting - Terrestrial 2, también conocido como Digital Video Broadcasting - Terrestrial de segunda generación. Es una expansión del

estándar de televisión DVB-T, creado para la transmisión de transmisiones de televisión digital terrestre y lanzado por el consorcio Digital Video Broadcasting (DVB).

Mediante el uso de modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex) con codificación de canales concatenados e intercalado, este sistema transmite audio, video y otros datos digitales comprimidos a través de conductos de capa física (PLP). Aunque muchas emisoras siguen utilizando DVB-T, su mayor tasa de bits lo convierte en un sistema adecuado para transmitir señales de HDTV en el canal de televisión terrestre.

Los operadores pueden lanzar tasas de bits más altas, como servicios de alta definición, o más servicios de definición estándar debido a las mejoras de capacidad en comparación con el estándar DVB-T. En realidad, hay un 30% más de capacidad que DVB-T. A modo de ilustración, si un multiplex DVB-T2 dado tiene una capacidad de aproximadamente 40 Mbit/s, sería posible ofrecer entre 4 y 6 servicios de alta definición o entre 15 y 20 servicios de definición estándar; en cualquier caso, el resultado sería un menor costo en la transmisión de cada servicio.

La especificación DVB-T2 se creó para la recepción de antenas fijas, aunque en algunas circunstancias, la recepción de antenas portátiles puede ser posible. Sin embargo, el estándar no se creó teniendo en cuenta la provisión de televisión en la telefonía móvil.

Los dos estándares coexistirán en el mercado en lugar de estar destinados a reemplazarse entre sí en el corto o mediano plazo.

El consorcio DVB decidió investigar opciones para un estándar DVB-T actualizado en marzo de 2006. Para crear un esquema de modulación avanzado que pudiera ser utilizado por un estándar de televisión digital terrestre de segunda generación, el Grupo DVB estableció un grupo de estudio formal en junio de 2006 llamado TM -T2 (Módulo Técnico sobre DVB-T de Nueva Generación). que se denominará DVB-T2 [25].

Con entre un 30 y un 50 por ciento más de ancho de banda en esta versión actualizada, los canales de alta definición (HDTV) ahora son posibles utilizando menos espectro de radio que con el DVB-T anterior. El cambio tardaría muchos años en completarse en países que ya han comenzado a implementar DVB-T porque sería necesario cambiar todos los receptores. Las antenas de transmisión y recepción de la versión DVB-T son compatibles con DVB-T2, lo que permite a los países en desarrollo hacer la transición al nuevo sistema con facilidad. Todo lo que se requiere es un cambio en los decodificadores, y dado que estas naciones apenas tienen codificadores, no debería haber ningún problema.

Dado que las frecuencias libres de los sistemas analógicos se pueden utilizar para ejecutar ambos sistemas simultáneamente durante el período de transición, DVB recomienda cambiar de DVB-T a DVB-T2 alrededor de 2015. En ese momento, los decodificadores serán menos costosos y el apagón analógico desaparecerá. ya han tenido lugar. En España se prevé que este sistema, que convivirá durante un tiempo con el sistema DVB-T, pueda implantarse en los próximos años tras el "apagón analógico" de 2010 y la liberación de las frecuencias que actualmente ocupan los canales analógicos [25].

2.8.1 Una descripción del sistema DVB-T2.

Los componentes fundamentales del estándar de transmisión de televisión digital terrestre son DVB-T2.

Uno o más flujos de transporte MPEG-2 podrían usarse como entrada del sistema. El preprocesador de entrada, que no es un componente del sistema T2, puede incluir un separador de servicios o demultiplexor para flujos de transporte (TS) para separar los servicios en T2, que son uno o más flujos de datos lógicos. En cada Tubería de Capa Física (PLP), estos son transportados.

TS (Transport Stream), GSE (Generic Encapsulated Stream), GFPS (Generic Fixed Packetized Stream) y GCS (Generic Continuous Stream) son todos necesarios para cada PLP. Estos dos flujos finales son compatibles con DVB-S2.

Con BCH o LDPC, la corrección de errores internos es una posibilidad. Si bien la corrección de errores externa agrega una sobrecarga adicional, la corrección de errores interna ofrece una corrección de errores básica con poca o ninguna sobrecarga. Cada PLP en DVB-T2 tiene un retardo de cuadro y un intercalado diferentes. La protección contra errores de ráfaga se proporciona mediante entrelazado de bits en tramas FEC, protección de frecuencia mediante entrelazado de celdas en celdas COFDM y protección de tiempo mediante entrelazado de tiempo en tramas T2.

2.8.2 Características del sistema de DVB-T2.

DVB-T2 utiliza el avance más reciente en modulación y elimina el error de protección para aumentar la capacidad de tasa de bits y la solidez de la señal. Para lograr estas mejoras, se han realizado ajustes específicos en función de las características de la capa física de la configuración de la red, optimizando el rendimiento para que coincida con las características de propagación de la frecuencia del canal.

Hace uso de la modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex). La amplia gama de modos fácilmente disponibles permite el mismo grado de adaptabilidad al

exclusivo campo de aplicación del estándar DVB-T. Sin embargo, la adición del modo 256 QAM a la especificación DVB-T2 permite aumentar la cantidad de bits que realiza cada celda de datos y beneficiarse del avance de FEC (Corrección de errores hacia adelante), que proporciona un aumento importante en la capacidad.

Para protegerse contra los altos niveles de ruido e interferencia, se combinan los códigos de verificación de paridad de baja densidad (LDPC) y BCH (Bose - Chaudhuri - Hocquenghem).

Para maximizar los datos de carga útil, tiene la flexibilidad adicional de ocho patrones aislados para elegir.

Proporciona una selección de varios niveles de robustez y protección para cada servicio individual dentro de un flujo de transporte transportado por una señal en un canal específico. Mediante el uso de conductos de capa física (PLP), esto permite que cada servicio tenga un modo de modulación distinto según la confiabilidad de las señales requeridas.

En aplicaciones de red de frecuencia única, DVB-T2 ofrece la oportunidad de maximizar el rendimiento. Para impulsar la funcionalidad de las SFN y alargar el período del símbolo, se han agregado nuevos modos de transporte. Como resultado, el tamaño del intervalo de guarda se puede reducir proporcionalmente mientras se siguen manejando los reflejos de trayectos múltiples debido al aumento en el período del símbolo.

Permite reducir al máximo la potencia media utilizada en la estación transmisora. Al reducir la potencia máxima del amplificador en un 25%, es posible reducir significativamente la potencia total que debe estar disponible para la transmisión de alta potencia.

Ventajas en comparación con DVB-T.

- Corrección de errores de reenvío (FEC), nueva modulación y modos de transmisión.
- Más servicios de HDTV, SDTV e IP son posibles gracias a un ancho de banda entre un 30% y un 60% mayor.
- tuberías de capa física (PLP) múltiples flujos de entrada.
- Datos comunes (como SI) y transmisiones con servicios particulares (como video y audio).
- Se utilizan múltiples proveedores de servicios en una operación independiente y flexible.
- FEC y modulación dinámica variable.

- Los servicios fijos y móviles (con franja horaria/frecuencia) comparten el mismo ancho de banda.
- Para varios servicios, el mejor uso posible del ancho de banda.
- Soporte directo para formatos distintos a TS, como IP.
- No hay paquetes en Overread Transport Stream.
- No siempre es necesario transmitir datos comunes (SI) o distribuidos (paquetes nulos) [25].
- La interoperabilidad no se puede simplificar mediante la conversión.

Tecnologías DVB-T emergentes.

- opciones de transmisión adicionales.
- nuevos anchos de banda de canal, modos FFT e intervalos de protección.
- ocho maniobras piloto únicas.
- Modos de portadora expandida.
- Constelaciones giratorias y de movimiento lento Q.
- Es sinónimo de entrada múltiple, salida única (MISO).
- Disminución de la relación de potencia pico a promedio (PAPR).
- La modulación dinámica de cada "célula COFDM" es variable.
- Cada símbolo tiene un nivel de control separado sobre cada portador.
- Los datos del sistema/control se transmiten utilizando símbolos confiables en un formato predeterminado.
- En DVB-S2 FEC, existe un extenso intercalado de tiempo y frecuencia.
- refuerza la resistencia a la abrasión en ambientes ruidosos.

Requisitos comerciales clave para DVB-T2.

- Utilice los transmisores y antenas existentes en su hogar.
- Se admiten tanto receptores estacionarios como móviles.
- un mínimo de 30% más de capacidad que DVB-T.
- Mejora del rendimiento SFN (Red de frecuencia única).
- solidez particular de un servicio.
- Flexibilidad en frecuencia y ancho de banda.
- Reducción del factor de cresta.

En el Caribe y América Latina, DVB-T2.

A fines de 2011, Colombia aprobó el sistema DVB-T2, que coexistió con el original DVB-T hasta 2015 en Bogotá y Medellín. Actualmente, el estándar DVB-T2 de segunda

generación, también conocido como TDT 2 en Europa, se utiliza para transmisiones en todo el territorio colombiano [26].

Otras naciones iberoamericanas y caribeñas que aprobaron esta norma son Panamá, Trinidad y Tobago, Haití, Surinam, Guayana Francesa y las islas de Curazao, Bonaire, San Eustaquio, Saba, San Martín y Bermudas, aunque por el momento solo utilice el estándar DVB-T de primera generación.

2.9 DVB-H

Un estándar abierto creado por DVB se llama DVB-H (Dispositivo portátil de transmisión de video digital). Combinando la compresión de vídeo y el sistema de transmisión DVB-T, el estándar utilizado por la TDT (Televisión Digital Terrestre), la tecnología DVB-H es una plataforma de difusión IP dirigida a terminales móviles. Con DVB-H, los receptores portátiles que funcionan con baterías pueden recibir TV terrestre. Dicho de otro modo, DVB-H es una adaptación de DVB-T a medida de las necesidades de los terminales móviles. El uso de dicho formato en los servicios de TV Móvil debe ser apoyado y promovido por las naciones miembros de la Unión Europea ya que ha sido promovido como estándar para la región por Nokia y Motorola [27].

2.9.1 Características del sistema.

- DVB-H brinda servicios de transmisión de audio y video con una calidad aceptable para su uso en computadoras portátiles y dispositivos móviles. Las velocidades de datos alcanzadas, que se prevé que sean de alrededor de 10 Mbps por canal, son bastante alcanzables. La banda UHF albergará la mayoría de los canales de transmisión. Alternativamente, puede utilizar VHF Band III (que abarca el rango de 170-230 MHz).
- La interfaz de usuario de una radio móvil y la de un terminal portátil DVB-H son muy similares. Por lo tanto, DVB-H debe tener una cobertura geográfica comparable. Los asistentes digitales personales (PDA), los teléfonos móviles multimedia con pantallas a todo color y varios dispositivos de PC de bolsillo son ejemplos de terminales portátiles. Las pequeñas dimensiones, el peso ligero y el funcionamiento con batería son tres características que comparten todos estos diferentes tipos de dispositivos. Estas características son un requisito para el uso móvil, pero también implican una serie de restricciones estrictas en el sistema de transmisión. La mayoría de las veces, los dispositivos terminales no cuentan con una fuente de alimentación externa, por lo que deben operar con un consumo mínimo de energía para aprovechar al máximo los recursos cuando

están inactivos. Es crucial que el usuario no recargue constantemente la batería del terminal portátil, por lo que hubo que encontrar una nueva solución que la tecnología DVB-T no ofrecía. Fragmentos de tiempo es el término para este enfoque. Con este mecanismo se ahorra un 90 por ciento de consumo respecto al funcionamiento propuesto por DVB-T.

- Mejora de recepción: El nuevo estándar propone MPE-FEC (Multi-Protocol Encapsulation / Forward Error Correction) como solución al problema causado por las pequeñas antenas de los terminales portátiles. Dot It es un sistema confiable que ofrece una excelente protección contra errores. A pesar de que este protocolo es opcional dentro del estándar, su uso ofrece una notable mejora en la relación portadora/ruido (C/I) y una minimización del efecto Doppler, uno de los principales problemas para los receptores móviles.
- El modo 4k (4096 portadoras) ofrece un compromiso entre el tamaño de la red y la calidad de recepción en movimiento. Dado que DVB-H se basa en DVB-T, los servicios DVB-H se pueden introducir en la banda de frecuencia donde se encuentra DVB-T. Tanto DVB-H como DVB-T utilizan canales con un ancho de banda de aproximadamente 5 MHz.
- La movilidad es un requisito adicional, lo que significa que el acceso a los servicios será posible no solo en casi todos los lugares interiores y exteriores, sino también mientras se mueve en un vehículo a gran velocidad.

2.10 DVB-SH

Desarrollado a partir de DVB-H y ETSI SDR (Radio satelital digital), DVB-SH (Transmisión de video digital - Servicios satelitales para dispositivos portátiles) es un estándar híbrido (satélite/terrestre) para TV móvil. Aunque DVB-SH promete un mayor alcance, ya se utiliza una arquitectura similar en S-DMB, XM Satellite Radio, Un satélite geoestacionario de alta potencia para cobertura exterior y una red terrestre de repetidores para cobertura interior en ciudades son componentes potenciales del sistema híbrido.

DVB-SH utiliza la banda S, que está cerca de la banda utilizada por UMTS, lo que permite a los operadores móviles de UMTS implementar una red más eficaz mediante la reutilización de antenas y sitios de red UMTS existentes para albergar repetidores DVB-SH.

Estilo de construcción.

El sistema tiene más opciones de configuración porque hay dos capas físicas (terrestre y satélite). Tenemos dos arquitecturas distintas, SH-A y SH-B, basadas en la modulación de las señales transmitidas.

2.10.1 Arquitectura SH-A.

COFDM (modulación por división de frecuencia ortogonal codificada) es utilizado por los componentes terrestres y satelitales. Mediante el uso de este tipo de modulación, se resuelve el problema de trayectos múltiples (multipath), en el que el mismo símbolo se recibe varias veces con un ligero retraso debido a los rebotes. Este tipo de modulación en los dos emisores permite la creación de Redes de Frecuencia Única (SFN). De esta manera se mejora la eficiencia espectral, pero la señal transmitida por la componente terrestre debe ser la misma que la señal transmitida por la componente satelital. Es por esto por lo que es posible implementar Redes de Frecuencia Múltiple (MFN), en las cuales los componentes terrestre y satelital transmiten en diferentes canales, pero con la misma modulación.

2.10.2 Estructura SH-B.

En este escenario, el componente satelital usa TDM (Time Division Multiplexing), mientras que el componente terrestre continúa usando COFDM. En este caso, es fundamental que los dos componentes transmitan en frecuencias diferentes para evitar interferencias. Sin embargo, dado que TDM funciona mejor para este tipo de transmisión, mejora el rendimiento de la transmisión por satélite. Esto significa que no se pueden construir redes SFN.

Para resumir y comparar los estándares terrestre y satelital se presenta Tabla 2.2.

Tabla 2.2. Comparativa entre estándares Terrestre y satelital

Características	Estándares			
	DVB-T	DVB-H	DVB-S	DVB-SH
Tipo de Modulación	OFDM	TDM	TDM	OFDM
Modos	2k, 4k, 8k	4k	Único portador	1k, 2k, 4k, 8k
Portadores	2048, 4096, 8192	4096	-	1024, 2048, 4096, 8192
Ancho de Banda	5 a 8 MHz	-	27 a 36 MHz	1.7 y 5 a 8 MHz

2.11 DVB-I

Este estándar tiene como objetivo principal proporcionar TDT a través de Internet al mismo tiempo que garantiza que sea fácil de usar y brinde una experiencia de transmisión de alta calidad. Esto hace posible ver canales de TDT en ordenadores, teléfonos móviles, tabletas, reproductores multimedia y otros dispositivos sin necesidad de sintonizador. Es compatible con HbbTV y también te permitirá ver contenido bajo demanda.

La TDT pasará a ser una OTT en el sentido de que llegará a todos los hogares a través de Internet gracias a DVB-I, también conocido como DVB-Internet. En 2030 habrá decenas de millones de televisores con conexión a Internet, y puede llegar un momento en el que sea preferible ofrecer la TDT a través de Internet utilizando tecnologías como el 5G que la compresión de señal o las restricciones de espectro. Para una cobertura mucho mejor, donde además de la cobertura de TV, la conexión a Internet llegaría sin problemas, el 5G podría ocupar las bandas de frecuencia de la TDT actual.

La especificación es compatible con transmisiones de televisión terrestre utilizando los estándares DVB-T y DVB-T2. Los proveedores de contenidos se encargarían de liberar contenidos a través de este estándar vía 4G, 5G, fibra, etc., mientras que los dispositivos que quieran utilizarlo no necesitarán utilizar aplicaciones particulares ni ningún otro tipo de integración [28].

2.12 Protocolo TCP/IP.

La red ARPANET, que estaba compuesta por cientos de computadoras en universidades, instalaciones de investigación militar y algunas empresas, adoptó los protocolos IP (Protocolo de Internet) y TCP (Protocolo de control de transmisión) en 1983. Estos protocolos se crearon a principios de la década de 1980. El servicio más utilizado en ese momento era el correo electrónico (correo electrónico), mientras que UNIX, específicamente su variante BSD UNIX creada por la Universidad de California, fue el sistema operativo más popular. Con la fusión de las redes ARPANET, CSNET y MILNET a mediados de la década de 1980, se desarrolló el protocolo TCP/IP para proporcionar un lenguaje común para todas las computadoras conectadas a Internet. Por lo tanto, el protocolo TCP/IP representa las pautas que permiten la conexión de computadoras de varias marcas y tecnologías [29].

La mayoría de los protocolos cruciales incluyen TCP e IP. La arquitectura, que consta de cinco niveles o capas, se representa con el nombre de la colección de protocolos.

1. **Aplicación:** Se incluyen los protocolos SMTP (para correo electrónico), FTP (para transferencia de archivos), TELNET (para conexiones remotas) y HTTP (para transferencia de hipertexto).
2. El manejo y **transporte** de datos son tratados por los protocolos TCP y UDP, que se incluyen en esta categoría.
3. **Internet** se utiliza para enviar paquetes de información a nivel de red.
4. **Física:** Es equivalente a la capa física del OSI.
5. **Red:** Está de acuerdo con la interfaz de red [29].

2.12.1 Futuros desarrollos.

El componente común de Internet de hoy es IP. El protocolo de red más utilizado y actual es IPv4. Internet se está quedando gradualmente sin direcciones, por lo que IPv6 usa direcciones de origen y destino de 128 bits, lo que le da a cada milímetro cuadrado de la superficie de la Tierra la asombrosa cantidad de 670 mil millones de direcciones IP. IPv6 es el reemplazo propuesto para IPv4. que las que ofrece la versión de 32 bits de IPv4. Las versiones 0 a 3 no están en uso o están reservadas. Se utilizó un protocolo de prueba que utilizaba la versión 5. Se han asignado otros números, generalmente para protocolos experimentales, pero no se usan con frecuencia.

2.13 MPEG

El subcomité MPEG de la Organización Internacional de Normalización/Comisión Electrotécnica Internacional (ISO/IEC) está a cargo de desarrollar estándares internacionales para la compresión, descompresión, procesamiento y representación codificada de video, audio y su combinación [30].

Para la multiplexación de flujos de datos y vídeo MPEG, MPEG2 Transport Stream especifica la sintaxis y la semántica que se deben utilizar. El estándar ISO/IEC 13818-1 define este formato. Esta estructura necesita ser complementada con la denominada "Información de Servicio (SI)" (tablas que nos indican qué programa estamos viendo y qué flujos de video, audio y datos, como teletexto, entre otros), para poder ser utilizada en DVB.), que está definido por DVB en el estándar ETSI EN 300 468.

La Figura 2.9 ilustra la construcción de cada paquete Transport Stream, lo que nos ayudará a comprender cómo funciona la multiplexación de los distintos tipos de flujos.

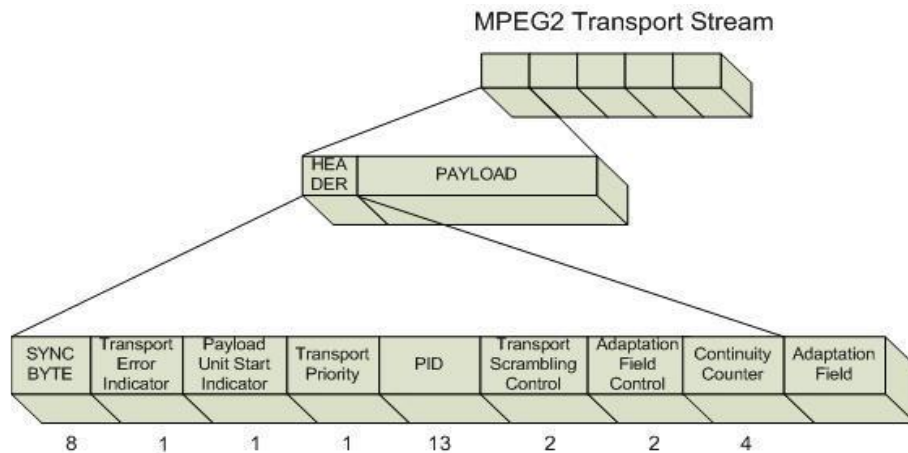


Figura 2.9. Estructura de paquetes para MPEG2-TS. [11]

Un encabezado (Header) y un payload (Payload), cada uno con un tamaño fijo de 188 bytes, componen cada paquete.

Los campos más importantes del encabezado son:

- Byte de sincronización: este byte es necesario para la sincronización adecuada del receptor con los datos entrantes. Delimitando el comienzo de un paquete TS, tiene el valor 0x47.
- PID: este es un identificador que nos permite saber qué tipo de datos, como texto, audio y video, están presentes en la carga).
- Cada vez que un codificador envía un paquete desde la misma fuente, aumenta el contador de continuidad en 1. Esto permite que el decodificador determine si un paquete de transporte se ha perdido (o ganado), evitando errores.

En el Campo de Adaptación cabe destacar los dos siguientes:

- PCR (referente del reloj del programa): estos son datos de sincronización para el reloj de 27 MHz en el receptor que se requiere para decodificar video, audio y datos. Ocasionalmente viene en cajas de envío. A una velocidad de aproximadamente 10 veces por segundo, el receptor requiere esta información.
- Bytes "comodín": estos bytes de relleno se utilizan para obtener una trama de 188 bytes de datos en caso de que no haya datos suficientes para llenar el paquete [11].

Los principales formatos de compresión MPEG son:

- El primer estándar de compresión de audio y video se llama **MPEG-1**. Ofrece video con una resolución de 352x240 y 30 cuadros por segundo (fps). El video

resultante es de una calidad ligeramente inferior a la de los videos VCR típicos. contiene el estándar de compresión de audio Layer 3 (MP3).

- El estándar de audio y video para la transmisión en calidad de televisión es **MPEG-2**. Cuenta con audio con calidad de CD y resoluciones de 720x480 y 1280x720 a 60 cuadros por segundo. Para la mayoría de los estándares de TV, incluidos NTSC e incluso HDTV, esto es adecuado. Servicios de televisión por satélite, señales de televisión por cable digital y todos utilizan MPEG-2. Un video de dos horas se puede comprimir usando MPEG-2 en unos pocos gigabytes. Aunque un flujo de datos Mpeg-2 se puede descomprimir con poca potencia informática, la codificación de archivos Mpeg-2 requiere mucha más potencia de procesamiento [31].
- Aunque **MPEG-3** estaba destinado a HDTV, finalmente MPG-2 lo reemplazó.
- Basado en la tecnología Mpeg-1 y Mpeg-2, así como en Apple QuickTime, **MPEG-4** es un algoritmo de compresión de gráficos y video ampliamente utilizado. Los archivos Mpeg-4 están diseñados para transmitir video e imágenes en un ancho de banda limitado porque son más pequeños que los archivos JPEG o QuickTime. También pueden mezclar video con texto, gráficos y capas de animación 2D y 3D.
- **MPEG-7**: ofrece un sistema de herramientas para contenidos multimedia. Anteriormente se conocía como la interfaz de descripción de contenido multimedia. Mpeg-7 no se creó con un uso específico en mente; más bien, pretende ser general.
- **MPEG-21**: especifica un estándar que define la descripción del contenido, así como los procedimientos para acceder, buscar, almacenar y registrar los derechos de autor del contenido, en contraste con otros estándares MPEG que describen las técnicas de compresión y codificación.

Debido a que los estándares MPEG se crean en fases numeradas, la especificación MPEG-2 es una adición en lugar de un reemplazo de MPEG-1. Las especificaciones de un grupo de algoritmos de codificación para el mismo estándar se denominan "capas". Se han establecido los estándares MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 y MPEG-7 para señales de audio, un resumen de estos estándares con sus características se presenta en Tabla 2.3.

Tabla 2.3. Estándares MPEG con sus características.

Nombre	Estándar	Características
--------	----------	-----------------

MPEG-1	ISO/IEC 11172-3	<p>Con velocidades de muestra de 32, 44 y 48 ksps, ofrece codificación de un solo canal (mono) o dos canales (estéreo o dual mono). Las tasas de bits que ya están establecidas son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Layer I: De 32 a 448 kbps • Layer II: De 32 a 384 kbps • Layer III: De 32 a 320 kbps
MPEG-2 BC	ISO/IEC 13818-3	<ul style="list-style-type: none"> • Proporciona una extensión multicanal MPEG-1 que es BC (compatible con versiones anteriores). Permite un canal de mejora de baja frecuencia además de hasta 5 canales principales. Las tasas de bits pueden alcanzar cifras muy cercanas a 1 Mbps. • Frecuencias de muestreo más bajas con una extensión. Proporciona velocidades de bits de 16, 22,05 y 24 ksps para la Capa I y entre 8 y 160 kbps para las Capas II y III. Las tasas de bits de la capa I oscilan entre 32 y 256 kbps.
MPEG-2 AAC	ISO/IEC 13818-7	<p>Es un estándar de codificación de audio de muy alta calidad con hasta 48 canales, tasas de muestreo que van de 8 a 96 ksps y la capacidad de admitir múltiples canales, idiomas y programas. Opera a tasas de bits que van desde 8 kbps para señal de voz monofónica hasta más de 160 kbps/canal para codificación de muy alta calidad.</p>
MPEG-4	ISO/IEC 14496-3	<p>Proporciona:</p> <ul style="list-style-type: none"> • creación y codificación de objetos de audio tanto orgánicos como artificiales. • escalado de la tasa de bits. • Escalabilidad de la complejidad del codificador y decodificador. • El audio estructurado es un lenguaje universal para la síntesis de sonido. • Interfaz de texto a voz, o TTSI.
MPEG-7	ISO/IEC 15938	<p>Proporciona:</p> <ul style="list-style-type: none"> • descripciones y sistemas de clasificación para contenido de audio y estructura que sean uniformes. • un lenguaje para esos esquemas y descripciones.

Nota: Se describe características de cada estándar y nombre definido. [30].

2.13.1 Codificación MPEG.

Es posible codificar cualquier señal de audio con MPEG-1. Aunque realiza compresión perceptiva, no es sin pérdidas. Los datos se comprimen mediante codificación sin pérdidas, que utiliza la redundancia inherente de los datos, y la señal descomprimida es idéntica a la original.

El proceso de compresión MPEG hace uso de la información que es irrelevante desde la perspectiva de la percepción del sonido. Aunque esta compresión no da como resultado la misma señal después de la decodificación, su objetivo es producir un producto muy similar al oído humano. En esencia, realiza un análisis de frecuencia de la señal, elimina cualquier componente que esté enmascarado (no se pueda escuchar) por otros componentes y luego empaqueta esta señal analizada en un flujo de bits de audio MPEG-1. Este flujo de bits tiene una estructura predeterminada que es apropiada para la transmisión de audio y divide la señal en una serie de cuadros (frames) que normalmente son independientes entre sí.

2.13.2 Capas y perfiles.

Se pueden encontrar tres capas en MPEG-1 y las dos primeras partes de MPEG-2. Las especificaciones de las tres capas siguen siendo las mismas porque los dos primeros componentes de MPEG-2 son compatibles con la primera fase.

La distinción es que las capas especifican cómo se organiza la información codificada (es decir, sus tasas de muestreo, tasas de bits, etc.). Así como el formato en el que estos datos deben ser transmitidos (bitstream formado por tramas de estructura fija). La forma que toma la información codificada está estandarizada por MPEG-2 AAC, pero la aplicación determina cómo debe transportarse. Por otro lado, MPEG-2 AAC estandariza dos ilustraciones comunes que se pueden aplicar al transporte de datos.

Formato de intercambio de datos de audio o **ADIF**: En un solo encabezado al comienzo del flujo de bits, esta especificación reúne todos los datos necesarios para la decodificación de datos. Se sugiere para el intercambio de archivos de audio.

ADTS (flujo de transporte de datos de audio): Al igual que MPEG-1, esta especificación divide el flujo de bits en fotogramas que están separados por dos marcas de sincronización y admiten velocidades de bits variables. En una configuración de red, es más adecuado para la transmisión de audio [30].

Para MPEG-2 AAC, existen tres perfiles estandarizados:

- **Perfil principal:** es adecuado cuando el uso de la memoria y la velocidad de procesamiento no son factores cruciales.
- **Perfil de baja complejidad:** este perfil es el más adecuado si alguno de los factores antes mencionados, como el uso de la memoria o la velocidad de procesamiento, son cruciales.
- **Tasa de Muestreo Escalable:** en circunstancias en las que se requiera un decodificador escalable, utilice una frecuencia de muestreo escalable.

2.13.3 Encabezado de cuadro para MPEG.

Los primeros cuatro bytes del marco forman el encabezado del marco. Once de los primeros bits son siempre unos y constituyen la sincronización de cuadros. Dado que es un byte con un valor de 255 seguido de un byte superior a 224, este valor permite buscar en el flujo de bits los bordes entre fotogramas.

Una vez localizado, se lee el resto del encabezado y se debe verificar la información que contiene. Un encabezado incorrecto debe resultar de cualquier valor que esté marcado como reservado, no válido, incorrecto o no permitido.

La validación del primer marco es insuficiente. Debido a que la secuencia de sincronización puede repetirse con frecuencia en archivos binarios, es necesario confirmar que estamos tratando con un flujo de bits de audio MPEG validando los encabezados de varios cuadros.

Los marcos pueden incluir un CRC de 16 bits. Siempre se coloca inmediatamente después del encabezado MPEG si este CRC está presente. La información de audio viene después del CRC [30].

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 RESULTADOS

En esta parte de resultados se analizará algunas implementaciones comerciales.

3.1.1 Creación e implementación del servicio DVBIP. el uso de software de código abierto.

Con dos antenas parabólicas apuntadas a Astra 19.2oE y una antena de TV terrestre apuntada a Collserola (Barcelona), la sede de la Fundación i2Cat en la Escola Politècnica Superior de Castelldefels (EPSC) de la UPC, dispone de una instalación de recepción de TV digital. Todas las señales se encaminan a través de una matriz distribuidora/mezcladora, que permite conmutar entre cada una de las cuatro señales de la antena parabólica (polarización vertical/horizontal, banda alta/baja y combinación con la banda UHF de la TDT en el mismo coaxial). También hay dos servidores DVB-IP, cada uno de los cuales tiene una tarjeta receptora DVB-T y una tarjeta DVB-S/S2 a un precio razonable (alrededor de \$70), cuyo hardware admite sintonización y demultiplexación DVB, pero no MPEG-2/H. La descompresión 264, a pesar de la facilidad con la que se puede lograr en el software, debe realizarse en el receptor en lugar del servidor. Los servidores utilizan Linux (Ubuntu 9.04, kernel 2.6.27-7 genérico) y la API DVB integrada de Video4Linux. Dos multiplex de TV terrestre y dos más (DVB-S DVB-S2) de TV por satélite es todo lo que se puede recibir. La Figura 3.1, aunque solo incluye el servidor principal, proporciona un resumen del montaje [10].

Pretende que el servidor secundario actúe como proveedor de servicios "esclavo" del servidor primario, imitando uno de los escenarios DVB-IP previstos, por ejemplo, un redistribuidor regional capaz de personalizar la gama de servicios ofrecidos a sus clientes.

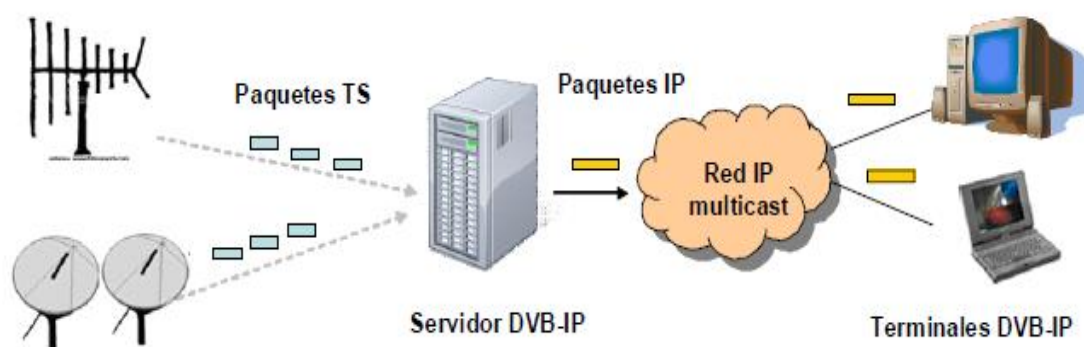


Figura 3.1. Elementos del proyecto en el DVB-IP. [10]

Los resultados del proyecto indican que se ha creado un demostrador DVB-IP basado en hardware DVB económico y software gratuito. El demostrador es completamente funcional y equivalente al perfil Live Media Broadcast con la adición opcional de BCG (con un servicio de consulta de programa ficticio basado en el servicio TV-Anytime de la BBC) y protección de error AL-FEC en su versión básica (unidimensional y basada en paridad) versión. Las características más innovadoras del proyecto desarrollado son concretamente estos dos últimos elementos y la aplicación del protocolo de transporte DVBSTP.

3.1.2 Creación de un cliente DVB-IP con perfil Live Media Broadcast (LMB).

En este proyecto se ha desarrollado un software cliente que permite visualizar canales DVB-IP (Digital Video Broadcast over IP networks) en lenguaje de programación C.

DVB desarrolló el estándar DVB-IP para permitir la transmisión de audio, video y otros datos a través de redes IP. El programa creado cumple con los lineamientos establecidos en dicho documento para el perfil LMB (Live Media Broadcast). Este perfil describe los procedimientos para ver el contenido de "Live Media".

Las funcionalidades descritas en el estándar se han creado para elegir el proveedor de servicios deseado, seleccionar el punto de entrada, obtener la lista de canales que ofrece ese proveedor y finalmente visualizar esos canales usando la aplicación VLC.

Finalmente, se ha desarrollado un escenario completo, que consta de un servidor DVB-IP en un extremo, el cliente desarrollado en el otro extremo y un enrutador de multidifusión intermedio entre ellos. Este escenario permite probar y verificar el correcto funcionamiento de la solución desarrollada.

El software creado podría incorporarse a una máquina que entienda C y realice las tareas necesarias para la recepción de canales "Live Media" de cualquier proveedor de servicios que emita contenidos DVB-IP.

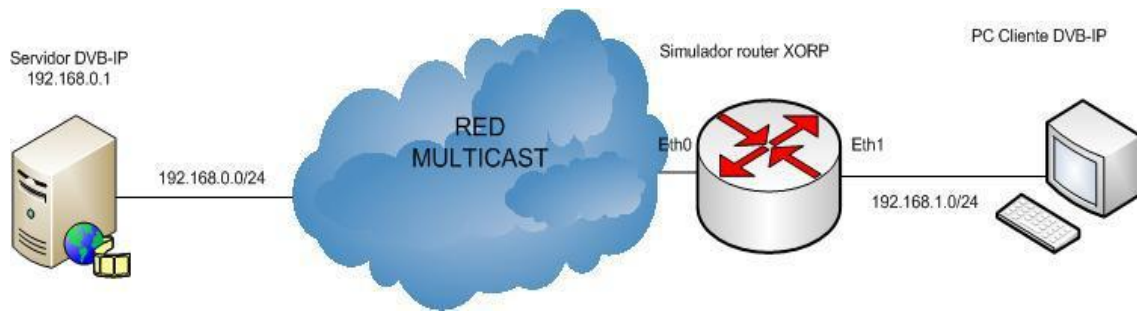


Figura 3.2. Escenario ejecutado del proyecto ejemplo. [11]

El servidor de video y el servidor de metadatos XML se han integrado e implementado, como se muestra en la Figura 3.2, en un extremo del enrutador XORP y el cliente DVB-IP, que recibirá una dirección IP a través de DHCP, está en el otro extremo del enrutador [11].

3.2 CONCLUSIONES

En comparación con el estándar DVB-T actual, el principal beneficio de usar el nuevo estándar DVB-T2 es el aumento de la eficiencia (tiene un 97 por ciento más de capacidad), lo que permite distribuir los servicios en un ancho de banda más amplio. el cambio a MPEG-4 AVC, también conocido como H. Combinando estas dos medidas, es posible aumentar tanto la cantidad como la calidad de los servicios que se ofrecen actualmente. 264, de MPEG-2, trae consigo un ahorro de ancho de banda muy importante, por ser más robusto (más de 8 dB), ofrece Televisión Digital Terrestre. Con estas mejoras técnicas se obtienen 30 Mbps adicionales por cada canal multiplexado, lo que podría permitir la generalización del uso de la alta definición en la TDT.

Debido al cambio en los patrones de consumo, las tecnologías relacionadas con la televisión están atravesando un período de cambios profundos. Como resultado, se está produciendo una convergencia que conducirá a la integración de la televisión e Internet. DVB-IP ofrece una solución integrada y estandarizada para el despliegue de servicios de TV digital sobre redes IP, integrando todos los elementos de un sistema completo, desde la configuración automática de terminales hasta servicios de guía de programación enriquecidos, incluidos elementos de descubrimiento y selección de servicios, y corrección de errores. transporte, entre otros.

La Difusión de Vídeo Digital vía Satélite (DVB-S) y la Difusión de Vídeo Digital - Canal de Retorno Satelital (DVB-RCS) son las dos tecnologías de redes satelitales más utilizadas para los servicios de banda ancha. Los beneficios y desventajas de cada una de estas tecnologías. La tecnología DVB-S requiere una estación base costosa, pero también tiene un ancho de banda de alta velocidad (10 Mbps) y cuesta menos por unidad

de ancho de banda. Sin embargo, aunque la tecnología DVB-RCS requiere una estación base de bajo costo, también cuesta más por unidad de ancho de banda y tiene una velocidad de ancho de banda más lenta (2 Mbps). Además, mientras que DVB-RCS solo ofrece IP con el moderno patrón de video MPEG-4, DVB-S ofrece DVB (Televisión Digital) e IP (Internet). Al comparar los dos, se podría decir que DVB-RCS es más fácil de usar, mientras que DVB-S es la opción más probada y confiable.

La Adaptabilidad de los sistemas MPEG-4 a una variedad de servicios y aplicaciones. Incluyen presentaciones multimedia, televisión interactiva, radiodifusión, multidifusión y recuperación de contenido local y remoto.

Debido al cambio en los patrones de consumo de los consumidores, las tecnologías relacionadas con la televisión están atravesando un período de cambios profundos. Como resultado, se está produciendo una convergencia que combinará la televisión e Internet. Para implementar servicios de TV digital sobre redes IP, DVB-IP ofrece una solución integrada y estandarizada que incorpora todos los elementos de un sistema completo, como servicios de guía de programas enriquecidos, configuración automática de terminales, descubrimiento y selección de servicios, transporte de corrección de errores, y más.

3.3 RECOMENDACIONES

Se recomienda utilizar esta tecnología en sistemas de tele aprendizaje, más específicamente, para brindar acceso a internet en áreas rurales donde, por ejemplo, el acceso a internet a través de fibra óptica o cable de cobre puede ser de gran ayuda. Otra opción es usar tecnología satelital, que utiliza satélites y antenas para entregar esta herramienta crucial que ahora es Internet.

Es importante señalar que el satélite es la opción más práctica y rentable para la infraestructura de telecomunicaciones, especialmente cuando existen requisitos de banda ancha, la necesidad de aplicaciones multimedia y las ubicaciones geográficas dispersas de las personas.

Debe implementarse un sistema de seguridad integral para garantizar la confidencialidad de los datos, que es el principal objetivo de seguridad de TCP/IP sobre DVB-S, así como la integridad de los datos, la autenticidad de los datos, la autenticación del terminal de la capa de enlace y la defensa contra ataques de piratas informáticos. reproducción. Para cada paquete que se cifra o autentica, se puede crear una clave nueva para aumentar la seguridad. El costo general de datos de usar este sistema es mínimo y se ha sometido a un análisis cuidadoso.

Los codificadores que también permiten que el flujo de video sea transportado a través de IP y recibido por el decodificador del usuario son necesarios para digitalizar, codificar y comprimir video analógico, así como para procesar o convertir video digital al formato utilizado por el códec del sistema. Se recomienda elegir el códec adecuado, ya que es crucial encontrar el equilibrio complejo entre la calidad del video, la cantidad de datos necesarios para representarlo (velocidad de bits), la complejidad de los algoritmos de codificación y decodificación, la robustez contra la pérdida de datos y los errores, la facilidad de edición, acceso aleatorio, tipo de algoritmo de comprensión, transmisión.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «About - DVB». <https://dvb.org/about/> (accedido 8 de enero de 2023).
- [2] J. M. Martínez, «Distribución y Recepción de Señales de Televisión Digital Visión general de DVB», 2008. [En línea]. Disponible en: <http://www.dvb.org>
- [3] L. W. Tenesaca, «Estudio de factibilidad para la implementación del servicio de televisión dvb-t (digital video Broadcasting terrestre) en el Ecuador.», Sangolquí, 2005. Accedido: 8 de enero de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/84>
- [4] «La Televisión Digital». <https://www.varitek.ec/index.php/temas/inventos/la-television-digital> (accedido 25 de enero de 2023).
- [5] L. Benavides Castillo y E. Uguña Moya, «Servicio de IPTV en Guayaquil IPTV servíce in Guayaquil», 2016.
- [6] F. Guamán, «UNA MIRADA A LA TELEVISIÓN DIGITAL POR TECNOLOGÍAS IPTV A TRAVÉS DE LA RED DE COBRE CON TECNOLOGÍA ADSL», 2017.
- [7] A. Alejandra, K. Jiménez, y A. Alejandra González Karla Jiménez México Panamá, «La televisión digital interactiva y sus aplicaciones educativas», *Revista Científica de Comunicación y Educación*, vol. 26, 2006.
- [8] H. Yölmaz y B. S. In, «IP OVER DVB: MANAGEMENT OF SELF-SIMILARITY», 1999.
- [9] T. Sikora, «MPEG digital video-coding standards», *IEEE Signal Process Mag*, vol. 14, pp. 82-100, 1997, doi: 10.1109/79.618010.
- [10] D. Rincón, F. Granaiola, I. Rodríguez, y J. Alcober, «Desarrollo y despliegue de servicios DVB-IP con software open source».
- [11] E. V. García, «Desarrollo de un cliente DVB-IP con perfil Live Media Broadcast (LMB)», 2009.

- [12] «ISO - ISO/IEC 13818-1:2022 - Information technology — Generic coding of moving pictures and associated audio information — Part 1: Systems». <https://www.iso.org/standard/83239.html> (accedido 12 de febrero de 2023).
- [13] «Transport of MPEG-2 TS Based DVB Services over IP Based Networks - DVB». <https://dvb.org/?standard=transport-of-mpeg-2-ts-based-dvb-services-over-ip-based-networks-and-associated-xml> (accedido 12 de febrero de 2023).
- [14] «LA NORMA DVB (Digital Video Broadcasting)». https://web.archive.org/web/20060910155825/http://www.upv.es/satelite/trabajos/Grupo8_98.99/tecno/dvbs/dvbs.htm (accedido 13 de febrero de 2023).
- [15] «iDirect - Evolution® DVB-S2/ACM». <https://web.archive.org/web/20131213043520/http://www.idirect.net/Products/iDirect-Intelligent-Platform/DVBS2-ACM.aspx> (accedido 13 de febrero de 2023).
- [16] «Wayback Machine». https://web.archive.org/web/20140407071914/http://www.dvb.org/resources/public/pressreleases/dvb_pr241_steering_board_approves_dvb-s2x.pdf (accedido 13 de febrero de 2023).
- [17] «DVB SB 1729rev1 DVB TM 3950rev2 DVB TM-C2 0044rev2 DVB TM-C2 Second Generation Transmission Technologies for Cable Networks Call for Technologies», 2008.
- [18] «Wayback Machine». https://web.archive.org/web/20101121195253/http://dvb.org/technology/standards/a138_DVB-C2.pdf (accedido 13 de febrero de 2023).
- [19] «Wayback Machine». https://web.archive.org/web/20121224055904/http://www.dvb.org/%28RoxenUserID%3D8009074bf748e154df1d6c25bdbd7f01%29/technology/factsheets/DVB-C2_Factsheet.pdf (accedido 13 de febrero de 2023).
- [20] «DVB-C2 Technology | Rohde & Schwarz». https://www.rohde-schwarz.com/es/tecnologias/tv-por-cable/dvb-c2/tecnologia-dvb-c2/tecnologia-dvb-c2_55523.html (accedido 13 de febrero de 2023).
- [21] «DVB - The global standard for digital television - Home». <https://dvb.org/> (accedido 14 de febrero de 2023).
- [22] «Digital terrestrial television standards - DVB-T - Wikipedia, la enciclopedia libre». https://es.wikipedia.org/wiki/DVB-T#/media/Archivo:Digital_terrestrial_television_standards.svg (accedido 14 de febrero de 2023).
- [23] «Retraso del “apagón analógico” para el 25% de los afectados por la Fase I de la TDT - Telemanía - Telecinco.es».

- <https://web.archive.org/web/20100721121346/http://www.telecinco.es/telemania/detail/detail13667.shtml> (accedido 14 de febrero de 2023).
- [24] «ATSC, DTMB, DVB-T/DVB-T2 e ISDB-T - Televisión Digital Terrestre (TDT)». <http://es.dtvstatus.net/> (accedido 14 de febrero de 2023).
- [25] «DVB - Digital Video Broadcasting - DVB-T2». <https://web.archive.org/web/20081022161502/http://www.dvb.org/technology/dvbt2/index.xml> (accedido 14 de febrero de 2023).
- [26] «Televisión digital en Colombia - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990 - eltiempo.com». <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-10922142> (accedido 14 de febrero de 2023).
- [27] «DVB Mobile TV - DVB-H - DVB-SH - DVB-IPDC». <http://www.dvb-h.org/> (accedido 15 de febrero de 2023).
- [28] «DVB-I: Aprobado El Estándar Que Une La TDT Con Internet - Hacking Land - Hack, Crack and Pentest». <https://www.hacking.land/2019/11/dvb-i-aprobado-el-est-que-une-la-tdt.html?m=1> (accedido 15 de febrero de 2023).
- [29] A. Estrada Corona, «PROCOLOS TCP/IP DE INTERNET INTERNET», pp. 3-4, 2004. [En línea]. Disponible en: <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num8/art51/art51.htm>
- [30] «Formatos MPEG». https://www.lpi.tel.uva.es/~nacho/docencia/ing_ond_1/trabajos_01_02/formatos_audio_digital/html/mpegformat.htm (accedido 15 de febrero de 2023).
- [31] «¿Qué significa MPEG? – Definición de MPEG». <https://www.masadelante.com/faqs/mpeg> (accedido 11 de febrero de 2023).