

Universidad Católica De Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica



**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LOS PARÁMETROS NECESARIOS PARA LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN CANAL DE TELEVISIÓN PARA LA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DE SANTA MARÍA”**

Tesis presentada por el Bachiller:
Palomares Pedraza, José Angel
Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electrónico
Asesor: Ing. Arce Medina, Augusto

Arequipa – Perú

2017

DEDICATORIAS

Este trabajo está dedicado a Dios, a mis padres, que me han brindado la vida y las oportunidades para llegar a este punto de mi formación profesional.

A mi familia que pesar de la distancia, sentí que han estado siempre conmigo. A mis hermanas por haberme dado ánimos para seguir superándome en alcanzar mis metas.

A todas las personas que me apoyaron incondicionalmente con su dedicación para hacer posible la culminación de este trabajo de investigación.



AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo denota mi esfuerzo y dedicación donde participaron diversas personas, las cuales me brindaron su ayuda, opinando, corrigiendo, dándome ánimo y apoyándome en momentos de crisis y felicidad.

Doy gracias a Dios que en su infinito amor me permitió culminar esta tesis, dándome la fortaleza necesaria para continuar y llegar a la meta trazada.

A mis padres Iván y Virginia, por su confianza, apoyo, y animo los que me permitieron lograr todos mis objetivos en la vida.

Agradezco al Dr. Augusto Arce Medina, por brindarme su conocimiento, asesoría y paciencia en el desarrollo de esta investigación.

El Autor

INDICE TEMATICO

DEDICATORIAS
AGRADECIMIENTOS
INDICE DE ILUSTRACIONES
RESUMEN
ABSTRACT

CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICACIÓN.....	7
1.3 OBJETIVOS.....	11
1.4 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS	12
1.5 METODOLOGÍA	12
 2. CAPITULO 2: MARCO CONCEPTUAL	14
2.1 TELEVISIÓN DIGITAL.....	14
2.1.1 Implicancias de la Televisión Digital	15
2.1.2 Algunos aspectos sobre la Televisión Digital.....	19
2.2 ISDB-T O SBTVD INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING TERRESTRIAL.....	21
2.2.1 Características Técnicas (ISDB-T)	24
2.2.2 Mejor aprovechamiento del espectro	26
2.2.3 Codificación de canal.....	29
2.2.4 Ancho de Banda de Transmisión.....	30
2.2.5 Modulación OFDM	31
2.2.6 Movilidad y portabilidad	31
2.2.7 Interactividad	32
2.2.8 Aspectos técnicos del estándar ISDB-T.....	33
2.2.8.1 Codificación.....	33
2.2.8.2 Multiplexación	35
2.2.8.3 Transmisión.....	36
2.2.8.4 Recepción	38
2.2.8.5 Interactividad.....	38
2.3 CALCULO DE COBERTURA DE LA SEÑAL TDT.....	47
2.3.1 COBERTURA DE LA TV ANALÓGICA.....	47

2.3.2	COBERTURA DE LA TV DIGITAL TERRESTRE	47
2.3.3	PARÁMETROS TÉCNICOS PARA LA TELEVISIÓN DIGITAL	49
2.3.4	COMPARACIÓN ENTRE COBERTURAS ANALÓGICA Y DIGITAL..	53
2.4	MODELOS DE PROPAGACION	69
2.4.1	REVISIÓN DE CONCEPTOS DE LA PROPAGACIÓN DE ONDAS PARA UHF.....	70
2.4.2	PROPAGACIÓN DE ESPACIO LIBRE.....	70
2.4.3	ANOMALÍAS EN LA PROPAGACIÓN.....	71
2.4.4	MÉTODOS DE PROPAGACIÓN.....	74
2.5	SIMULACION DE COBERTURA Y PROPAGACION TDT EN RADIOMOBILE.....	82
2.5.1	UBICACIÓN DEL TRANSMISOR.....	82
2.5.2	UBICACIÓN DE RECEPTORES	83
2.5.3	CONFIGURACION DE LA RED TDT PARA AREQUIPA	84
2.5.4	CONFIGURACION DE PARAMETROS DEL TRANSMISOR.....	85
2.5.5	CONFIGURACION DE PARAMETROS DE LOS RECEPTORES.....	86
2.5.6	ASIGNACION DE RED TDT A RECEPTORES.....	87
2.5.7	ANALISIS DE ENLACE DE RADIO	89
2.5.8	COBERTURA RADIO POLAR.....	94
2.6	TELEVISION IP	95
2.6.1	Partes de la Televisión IP	96
2.6.1.1	Adquisición del contenido.....	96
2.6.1.2	Formatos de video utilizados.....	97
2.6.1.3	Servidores.....	98
2.6.1.4	Calidad de servicio	99
2.7	TV SATELITAL	104
2.8	TELEVISION MMDS.....	110
2.9	WILLAX TELEVISION.....	113
2.10	TV STREAMING	113
3	CAPITULO 3: INGENIERIA DEL PROYECTO.....	115
3.1	REQUERIMIENTOS DE UNA RED TDT	118
3.2	REQUERIMIENTOS LEGALES.....	119
3.3	REQUERIMIENTOS TÉCNICOS.....	124

3.4	PROPUESTA DE LA ARQUITECTURA PARA LA RED DE TDT DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA	138
3.5	ARQUITECTURA DE LA TRANSMISIÓN DE TDT	141
3.6	ANÁLISIS DE PERFIL ECONOMICO DE LA PROPUESTA.....	145
3.7	SERVICIOS ESPECÍFICOS DEL CANAL DE TELEVISIÓN TV CATOLICA 146	
3.8	TELEVISIÓN POR CABLE O MMDS PARA TV CATOLICA.....	150
CONCLUSIONES		155
RECOMENDACIONES		156
BIBLIOGRAFIA		157
ANEXOS		159
ANEXO 1		159
ANEXO 2		188
ANEXO 3		194

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1 Ejemplo de Televisora Universitaria	1
Figura 2 Partes esenciales de un estudio de televisión.....	4
Figura 3 Estudio de Televisión	5
Figura 4 Tecnología ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting).....	6
Figura 5 Televisión Streaming.....	10
Figura 6 TV Analógica vs TV Digital.....	14
Figura 7 Esquemas de recepción para la TV Digital Terrestre.....	18
Figura 8 Características de ISDB-T	22
Figura 9 Esquema General del Sistema ISDB-T.....	25
Figura 10 Audio Analógico vs Audio Digital.....	25
Figura 11 Resolución de Imagen de TV	26
Figura 12 Relación del aspecto convencional vs aspecto panorámico	26
Figura 13 Coded Ortogonal Frequency Division Multiplexing.....	28
Figura 14 Señal directa y de rebote	28
Figura 15 Sistema de Codificación de Canal ISDB-T.....	29
Figura 16 Ejemplo de Asignación de Servicios	30
Figura 17 Sub-Portadoras OFDM y densidad espectral de potencia	31
Figura 18 Multiplexaje de señal digital ISDB-T.....	35
Figura 19 Paquete TS	35
Figura 20 Trama BTS con tablas PSI.....	36
Figura 21 Configuración de Transmisión.....	36
Figura 22 Configuración básica de sistema de recepción	38
Figura 23 Contenidos del Sistema ISDB-t.....	41
Figura 24 Ambiente de Recepción para TDT	41
Figura 25 Señal OFDM	43
Figura 26 Efecto Time Interleaving	44
Figura 27 Ruidos que afectan la TV Digital	45
Figura 28 Actuales servicios One-seg en Japón y que se implementaran en nuestro país	46
Figura 29 Antenas VHF y UHF.....	47

Figura 30 Antena UHF	48
Figura 31 Parámetros de planificación (Cellplan , Kathrein)	49
Figura 32 Sistema de transmisión digital (Sistema radiante y transmisor)	50
Figura 33 RPC: Reference Planning Configuration	51
Figura 34 Interior Rx = 2m	52
Figura 35 Exterior Rx = 10m	53
Figura 36 Uso de antena antigua	54
Figura 37 Uso de sistema Analógico + Digital.....	55
Figura 38 Estación “São Paulo” - Rede Vida.....	56
Figura 39 Antena adicional para la TX digital.....	56
Figura 40 Uso conjunto de la infraestructura.....	57
Figura 41 Station “Salt Lake City” - DTV Utah.....	58
Figura 42 Diagrama de Radiación Horizontal TV Analógica	59
Figura 43 Diagrama de Radiación Horizontal TV Digital	60
Figura 44 Diagrama de Radiación Vertical TV Analógica.....	60
Figura 45 Diagrama de Radiación Vertical TV Digital	61
Figura 46 Diagramas Verticales, consideraciones	62
Figura 47 Relación entre ganancia por diagrama vertical	63
Figura 48 Formación de Nulos	63
Figura 49 Nullfill	64
Figura 50 Downtilt	64
Figura 51 Diagrama Vertical sin NULLFILL.....	65
Figura 52 Diagrama Vertical con NULLFILL.....	65
Figura 53 Optimización (hasta 3 canales análogos)	66
Figura 54 BROADBAND (hasta 9 canales)	66
Figura 55 Antena en polarización Horizontal.....	67
Figura 56 Antena Polarización Vertical	67
Figura 57 Ejemplo de uso de software para la estimación de cobertura	69
Figura 58 Ejemplo de la difracción	72
Figura 59 Patrón de radiación de la antena de transmisión (ejemplo)	77
Figura 60 1 KW ERP	77
Figura 61 5 KW ERP	78
Figura 62 10 KW ERP.....	78
Figura 63 20 KW ERP	78

Figura 64 Configuración Unidad Transmisor	82
Figura 65 Configuración de RED TDT en Arequipa	84
Figura 66 Configuración de Parámetros de Equipo Transmisor.....	85
Figura 67 Configuración de Parámetros de Equipos Receptores	86
Figura 68 Asignación de equipos receptores a red TDT	87
Figura 69 Mapa, ubicación de transmisor y receptores.....	88
Figura 70 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor A	89
Figura 71 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor B	90
Figura 72 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor C.....	90
Figura 73 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor D.....	91
Figura 74 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor E	91
Figura 75 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor F	92
Figura 76 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor G.....	92
Figura 77 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor H.....	93
Figura 78 Cobertura Radio Polar de la red TDT.....	94
Figura 79 Disposición TVIP	95
Figura 80 Un esquema de TV IP	99
Figura 81 Equipos IPTV (Movistar)	104
Figura 82 Sistema TV Satelital.....	105
Figura 83 Satélite Geoestacionario usado en TV Satelital	106
Figura 84 Como funciona la TV Satelital	107
Figura 85 Componentes de la TV Satelital.....	108
Figura 86 Esquema de Funcionamiento TV Satelital	109
Figura 87 TV MMDS Digital.....	111
Figura 88 Típico Sistema MMDS	112
Figura 89 Red Esquemática MMDS.....	112
Figura 90 TV Streaming	113
Figura 91 Modelo Genérico de un canal de TDT	126
Figura 92 Estudio de Televisora.....	128
Figura 93 Ejemplo de control de audio.....	129
Figura 94 Control de Video	130
Figura 95 Diagrama en bloques de un Sistema de Transmisión ISDB-Tb	131
Figura 96 Planta Transmisora	132
Figura 97 Elementos para difusión de TV Digital	134

Figura 98 Disposición del Transmisor	135
Figura 99 Disposición del Receptor.....	135
Figura 100 Arquitectura General de la propuesta de la Red Interna	138
Figura 101 Arquitectura del estudio y la estación transmisora	142
Figura 102 Plan de Canalización y Asignación de frecuencias	145
Figura 103 Patrón de radiación horizontal haciendo uso de tres paneles	148
Figura 104 Torre soportante y arreglos de antenas UHF	149
Figura 105 MMDS	150
Figura 106 Televisión Digital Terrestre.....	151



RESUMEN

En estos tiempos la **Televisión Digital** se encuentra frecuentemente en nuestra vida cotidiana.

Posee tantas plataformas que prácticamente lo abarca todo. Se hizo muy popular la expresión “**Television Everywhere**” para manifestar este suceso. Ahora el “video” forma parte de nuestra comunicación, como anteriormente eran imágenes en movimiento de Televisión a Color, sino de una serie de aplicaciones inteligentes, que la Universidad, como generadora y difusora de conocimientos tiene que implementar

La **Televisión Digital**, ha permitido acortar las distancias y romper la barrera del idioma, lo que origino mejorar nuestra vida.

La Televisión Digital se ha convertido en una herramienta de inclusión social, lo que hecho que los países tomen conciencia de su importancia como instrumento para satisfacer necesidades de la población, lo que genera una mejora en la calidad de vida. Es por ello que se ha impulsado el uso de la Televisión Digital Terrestre, Televisión por Internet y Televisión Satelital.

Gracias al diseño de redes de fibra óptica es que las imágenes en movimiento pueden alcanzar los sitios más recónditos. Los países en desarrollo no son los únicos en aplicar o conocer acerca del concepto de tv digital abierta. Y fueron los que crearon los estándares de la Televisión Digital Terrestre, para suministrar servicios abiertos y gratuitos a la gente. Cuando se produjo el Apagón Analógico, es que muchas naciones desarrolladas avanzaron a nuevos servicios de más calidad, como el 4K y el 8K

Mediante este trabajo se pretende hacer el estudio para que la Universidad Católica de Santa María, al igual que otras instituciones similares, implemente su televisora digital

Palabras claves: televisión, digital, abierta, servicios.



Arequipa, Septiembre de 2017

ABSTRACT

In these times the Digital Television is frequently in our daily life.

It has so many platforms that practically everything. The expression "Television Everywhere" became very popular to manifest this event. Now the "video" is part of our communication, as previously were moving images of Color Television, but a series of intelligent applications, which the University as a generator and diffusion of knowledge has to implement

The Digital Television, has allowed to shorten the distances and to break the barrier of the language, which originated to improve our life.

Digital television has become a tool for social inclusion, which makes countries aware of its importance as an instrument to meet the needs of the population, which leads to an improvement in the quality of life. This is why the use of Digital Terrestrial Television, Internet Television and Satellite Television has been promoted.

Thanks to the design of fiber optic networks is that moving images can reach the most remote places. Developing countries are not alone in applying or knowing about the concept of open digital TV. And they were the ones that created the standards of Digital Terrestrial Television, to provide free and open services to the people. When the Analog Blackout occurred, many developed nations advanced to new, higher quality services, such as 4K and 8K

This work intends to make the study so that the Catholic University of Santa Maria, like other similar institutions, implement its digital television.

Keywords: television, digital, open, services.

Arequipa, September 2017

CAPITULO 1: ASPECTOS GENERALES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Televisión es un importante medio de comunicación de masas; el más grande, con un fuerte efecto en la sociedad.

Las Universidades, como generadora de conocimientos, pueden hacer uso hoy en día de beneficios que son otorgados por las nuevas tecnologías emergentes como Internet, medios audiovisuales de última generación y muy bien pueden utilizar la televisión como medio de comunicación para transmitir al exterior y a la comunidad académica su labor docente e investigadora.



Figura 1 Ejemplo de Televisora Universitaria

Ya son bastantes universidades a nivel mundial, latinoamericano y nacional, que cuentan con su propio canal de televisión. Por ejemplo, a nivel latino, la Universidad del Noreste en Chile, la Universidad Nacional de la Plata en Bs. As. Argentina, o la Universidad de Chile. En algunos casos con sentido eminentemente educativo, comercial; y en otros comercial o mixta.

Actualmente, algunas universidades, como la nuestra, cuentan con una Escuela de Comunicación, que en sus currículos de estudio se ven integradas áreas que involucran a la televisión, donde se propone la realización de una producción de televisión como ejercicio.

El poco tiempo que se tiene durante estos cursos no permite que los estudiantes de comunicación logren una experiencia necesaria para poder dominar un tema tan sofisticado como es la producción de TV.

Pese a contar con equipos y de un centro especializado en la producción de tv, este tiene un uso limitado en el semestre académico, lo que imposibilita que los cursos de televisión sean dictados óptimamente, es decir poco práctico.

De igual manera esta situación se ve reflejada en nuestra carrera de Ingeniería Electrónica siendo tan importante para ésta, el estudio de la Ingeniería de Video y Televisión. No se tiene una experiencia real de lo que puede ser el futuro de los egresados de Ingeniería Electrónica.

En la implementación de la televisora se ve planteada la cuestión del costo propiamente dicho, además del alto costo en mantenimiento y reemplazo.

El alumno de Ingeniería Electrónica y Comunicación no cuenta con la instrucción para el cuidado y uso profesional; entonces en el proceso de reestructuración curricular de estas dos escuelas profesionales, se suponen incorporar más cursos de televisión, tanto en los aspectos tecnológicos, de ingeniería, como de producción, y así ofrecer a los estudiantes los conocimientos adecuados para la utilización profesional de los equipos, al igual que, el cuidado, pero se deben brindar a los alumnos la preparación necesaria para que ellos puedan crear contenido audiovisual televisivo de calidad, de acuerdo a la sociedad actual.

Ejemplos de este tipo se tienen en varias universidades nacionales y latinoamericanas, donde se desarrolla óptimamente tanto la realización y producción televisivas, como la parte tecnológica y de ingeniería.

Toda esta problemática, denota una deficiencia de los programas educativos de diferentes escuelas de Ingeniería Electrónica y Comunicación, porque no se logra la meta de formar profesionales de ingeniería de video y comunicadores de calidad, debido a que no se les brinda la posibilidad de poner en práctica los conocimientos que han adquirido a lo largo de su especialidad

Dentro de nuestro proceso de investigación, una revelación es que del total de universidades donde existen escuelas de ingeniería electrónica y de comunicación las que ofrecen cursos que se encuentran relacionados con la televisión y/o video no se cuentan con planes para una producción de tv y muy pocos apenas realizan actividades como video conferencias.

Se cita como ejemplo a la Universidad Nacional de San Agustín, donde los alumnos, a pesar de contar con TV UNSA, no participan activamente en la producción y realización de TV, cuya transmisión es a nivel local. Se producen spots publicitarios, documentales, vídeos musicales, etc. Pero lo esencial es que no participan los estudiantes ni docentes de Ingeniería Electrónica y comunicación. También sale al aire a través de del Canal 45 en UHF, pero no es una televisora moderna, como la que planteamos en este proyecto.

Otro punto a tomar en cuenta es que de esta universidad solo cuenta con espacio en la televisión abierta, esta es TV UNSA, que transmite sus producciones, principalmente una televisión cultural, con espacios noticiosos.

Tenemos conocimiento de que la Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica, ha hecho intentos por participar en la dirección de esta radiodifusora, pero, pareciera que no se tuvo éxito, debido a consideraciones políticas.

Lamentablemente las anteriores administraciones de dicha Universidad prefirieron mantener una televisora obsoleta tecnológicamente, y no hacer caso a profesores y estudiantes de Ingeniería Electrónica y de Comunicación que permitieran un canal, de por ejemplo educación a distancia, de diversa tecnología de difusión, esto a través, por ejemplo, de una universidad virtual vía satélite, o de otra tecnología que permitan la difusión de sus producciones a diversas zonas de nuestra región.

Esto es una visión particular nuestra. Es decir, por lo arriba planteado, no se ha abierto aun la oportunidad de una participación activa de los realmente

profesionales, en las producciones universitarias. Lo mismo ocurre a nivel nacional.

En nuestra Universidad, también de parte de profesores, se han hecho esfuerzos e incluso se ha presentado el perfil respectivo, pero lamentablemente no han sido escuchados por las autoridades.

En una televisora, debe existir una participación conjunta de productores, como de ingenieros en televisión, ya sean electrónicos o en telecomunicaciones. La figura siguiente nos ilustra sobre cómo está constituido un estudio de televisión y como hay una participación tecnológica, como de realización, a parte de las plantas transmisoras.

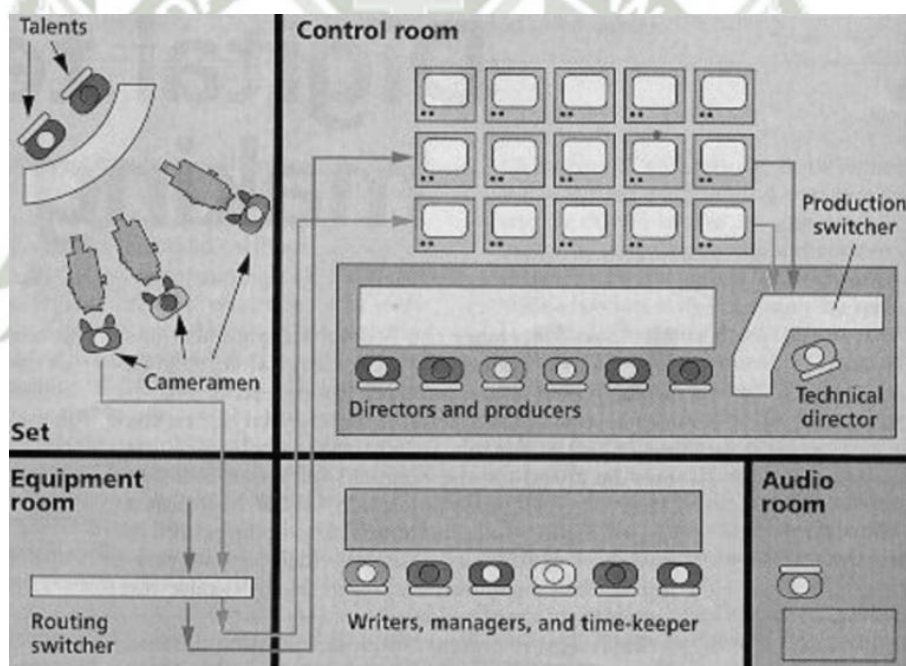


Figura 2 Partes esenciales de un estudio de televisión

Cabe resaltar que nuestro proyecto, plantea hacer una emisora autofinanciada, de carácter cultural y comercial. O sea, no solo planteamos adicionar el aspecto fundamental de imagen de nuestra universidad, un centro de prácticas para estudiantes, sino, obtener utilidades con la

comercialización de publicidad, como cualquier centro de radiodifusión televisiva.



Figura 3 Estudio de Televisión

Lo que se plantea esencialmente, en este trabajo, es elaborar un estudio de factibilidad técnica y económica de un canal de TV digital con la norma adoptada de nuestro país y otras formas de emisión: MMDS, TVIP, y TV cable, para nuestra Universidad, que supere las amplias deficiencias arriba mencionadas.

Esencialmente plantearemos el estándar ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting).

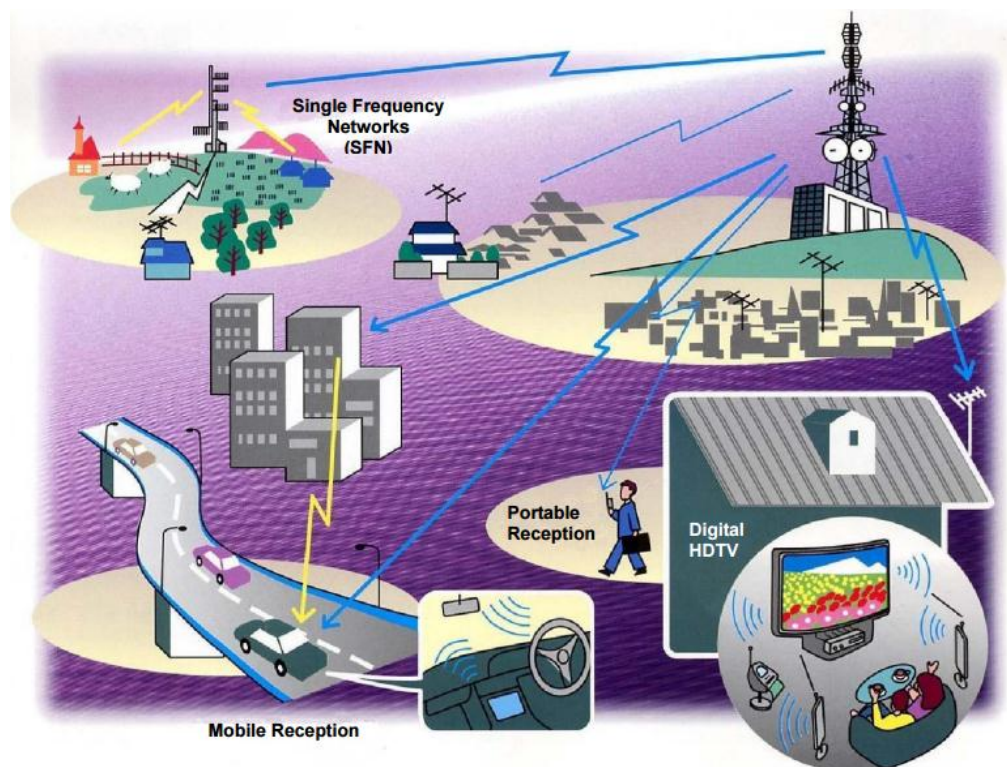


Figura 4 Tecnología ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcasting)

Desde el año 2013 se están desarrollando diversos y extensos trabajos de desarrollo de estructuras de redes, producción digital, multimedia interactiva, conexión celular, distribución satelital, aviso de emergencias, etc. Gracias a estos servicios los canales de televisión no solo ofrecerán programación televisiva de alta calidad, sino un conjunto de aplicaciones con las que los usuarios fijos o móviles podrán interactuar.

Esa es la tendencia, ese es el futuro y nuestro trabajo de tesis plantea el estudio de factibilidad para adoptar estas tecnologías en la realización de una emisora de Televisión Digital en nuestra Universidad Católica de Santa María.

Abarcará desde la producción en un estudio ubicado en la universidad enlazando el contenido de información (señal digital) hasta la ubicación de la torre indicada por las normas del MTC (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones) para su retransmisión a la provincia. Sólo se usará una antena retransmisora pero se podría ampliar la cobertura usando más.

1.2 JUSTIFICACIÓN

- El presente proyecto de tesis, trata de abordar los requerimientos mínimos necesarios, funcionales y técnicos del conjunto de necesidades materiales, técnicas, humanos e instalaciones que necesita la emisora de TV Católica para su puesta en marcha, tomando en cuenta el contexto para la creación de una Emisora de TV de entorno local.
- Además, el tiempo planeado aproximado que se necesitara para la creación y funcionamiento de la emisora, a cabalidad, será entre 2 y 3 años.
- Entonces, como todo proyecto de este tipo, este será proyectado a un futuro y mas no para el presente.

Al tratarse de un proyecto que debe construirse a partir de productos, servicios y recursos no existentes aun, es necesario realizar una factibilidad técnica y económica, enmarcados en las normativas, no solamente a nivel nacional (MTTCC), sino también internacional (UIT, Unión Internacional de Telecomunicaciones), garantizando una mínima calidad en los factores y elementos intervinientes durante la elaboración y puesta en marcha del proyecto.

Nuestro proyecto se justifica, porque:

- Incentiva la apropiación creativa de los medios de comunicación digitales dentro de la comunidad de la universidad.
- Brinda la ayuda en la formación como un escenario natural para la realización de competencias.
- Fortalece una comunicación de la institución mediante distintas expresiones de los medios de comunicación.

- Potencia el alcance de los medios de difusión de la institución más allá del entorno de la universidad.

Además, porque:

- Colabora en la difusión televisiva de eventos académicos, artísticos, culturales, científicos institucionales o deportivos, etc.
- Es expresión digital de la emisora de la universidad que realiza una transmisión en frecuencia local de televisión.
- Posee franjas establecidas que otorgan una diversa programación y ofrece la posibilidad a estudiantes, directivos, personal administrativo y docentes de la Universidad, poder comunicarse entre ellos utilizando este medio.
- De igual manera otorga espacios de entretenimiento, teniendo en cuenta las diferentes expresiones culturales de todo el mundo, estas se juntan poniendo en evidencia nuevas imágenes que determinan expresiones culturales innovadoras, que ya no pertenecen a una institución como la nuestra, región o territorio específico para volverse una expresión global.

Nuestra propuesta, también se justifica porque:

- Permite la difusión del conocimiento científico y de las expresiones de arte y cultura.
- Colabora en el cumplimiento de la misión de la Universidad Católica de Santa María a través de acciones editoriales, de imagen y publicidad.

Y como ya lo hemos expresado ampliamente, la televisora digital de nuestra universidad, también hará realidad que se emita programación de tipo streaming de los productos de TV universitaria tales como videos culturales, educativos, informativos y de eventos especiales, además de programas seleccionados en vivo y en directo.

Al respecto de la **Televisión Streaming**:

La TV por Internet ya tiene mucho tiempo desde su aparición, normalmente podía verse en una ventana pequeña en el monitor de la PC y en baja calidad, con demasiados píxeles y la imagen difuminada.

Actualmente los principales canales gratuitos de la Televisión Digital Terrestre y los canales de pago digitales, ya disponen de la opción de ver su programación en streaming tanto en diferido como en vivo. De manera directa a través de sus sitios web o por medio de aplicaciones que pueden ser descargadas en Smartphone o una tableta.

Al mismo tiempo, han aparecido otras plataformas televisivas tales como Magine y Yomvi, que disponen una serie de canales, tanto de pago como gratuitos, a cambio de un pago pequeño al mes.

Existen muchas opciones, teniendo en cuenta la gran ventaja que dispone Internet respecto al cable de antena que es ver capítulos y programas en diferido a cualquier hora, pudiendo pausar, reanudar, y ver menos cantidad de anuncios, etc.

No se necesita de una conexión de internet de muy alta velocidad para poder gozar de todo estos contenidos. Bastará contar con 1 Mbps para poder disfrutar de los programas y series en Internet, con una calidad cercana al DVD. Para la alta definición, se requerirá por lo menos de 3Mbps.



Figura 5 Televisión Streaming

Además, **justificamos** nuestro trabajo, porque nuestra Universidad:

- Será un escenario que divulgue la actualidad acerca del acontecer de la Universidad hacia todas las regiones del país y del mundo
- Ofrecerá la información sobre acontecimientos deportivos, culturales, académicos e información institucional.
- Será fuente y difusión de una televisión de calidad

Finalmente, el proyecto se justifica:

Desde el enfoque práctico pues aporta a la aplicación de los conocimientos de la Universidad, en un problema real, que contribuye a la demostración de lo aprendido, como forma de consolidar la obtención del título profesional de Ingeniero Electrónico.

Finalmente, el proyecto se justifica desde el enfoque práctico pues aporta a la aplicación de los conocimientos de su autor en un problema real, que contribuye a la demostración de lo aprendido, como forma de consolidar la obtención del título profesional de Ingeniero Electrónico.

1.3 OBJETIVOS

General

- Proyectar un canal de televisión que oferte servicios de difusión de televisión en sus principales prestaciones y modalidades de la tecnología moderna, digital, para la Universidad Católica de Santa María.

Específicos

- Precisar los aspectos teóricos relevantes relacionados con la creación de la identidad del nuevo canal, obteniendo las teorías y conceptos aplicables al medio local que posibiliten su funcionamiento desde el ámbito teórico – práctico.
- Realizar un estudio de mercado en la ciudad de Arequipa, sobre los servicios planteados, estimando la cantidad de instituciones, empresas y personas dispuestas a utilizar los servicios de difusión de que le brinden creatividad y calidad como principal diferenciador.
- Diseñar la propuesta de creación del canal de Televisión y su identidad corporativa, definiendo su estructura, servicios, inversión e identidad en función de los resultados obtenidos en la investigación de mercados.

1.4 PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS

Es posible plantear una propuesta de creación de un canal de televisión en diversas modalidades, principalmente ISDB-T, Servicios Integrados de Televisión Digital Terrestre, que es una agrupación de tecnologías para enviar de señales de TV moderna, sostenible e innovadora, con un equipo humano motivado y profesional.

1.5 METODOLOGÍA

- **Unidad de análisis**

Para la realización del estudio de creación de la empresa, se ha determinado como unidad de análisis los canales de TV que se hallan ubicados a nivel nacional, así como los de modalidad mixta, o sea, comercial y educativa.

- **Tipo de estudio**

El tipo de estudio a utilizarse en el proyecto es descriptivo, ya que se realizarán investigaciones y descripciones sobre el tema a estudiar, enfocándose en las necesidades que las empresas televisivas tienen respecto de los servicios electrónicos, el enfoque que se pretende obtener del estudio son los atributos básicos con los que operará la empresa.

- **Método de investigación**

Para la investigación se utilizaron 2 métodos que son:

- **Método analítico:** Utilizado para definir criterios respecto de la información recopilada a través de las fuentes secundarias y de la investigación de mercados, permitiendo establecer que necesidades tiene las empresas en el sector y su expectativa sobre los servicios de diseño; además de analizar la percepción sobre los competidores y su oferta en cuanto a calidad y creatividad.

- **Método deductivo directo** o de inferencia o conclusión inmediata: El método permitió establecer conclusiones producto de la información analizada, concluyendo en la creación de una propuesta administrativa y de imagen corporativa para la nueva empresa, adaptada a lo que los clientes (empresas) buscan para solucionar sus necesidades de servicios de diseño.

Asimismo, en este proyecto se sigue una metodología dividida en dos fases:

- La primera fase, en la que realizaremos una aproximación ascendente, donde se identificarán los servicios que serán materia de la instalación y la investigación de la tecnología que implementaremos.
- La segunda fase detalla el desarrollo de las redes e instalaciones, realizaremos una aproximación descendente, con la finalidad de establecer organización, jerarquía y firmeza al modelo, que serán necesarios para una instalación de ingeniería.

Como es de tecnología punta hace que sea un producto de mejora continua.

CAPITULO 2: MARCO CONCEPTUAL

2.1 TELEVISIÓN DIGITAL

La TV digital es un conglomerado de tecnologías de recepción y transmisión de sonido e imagen, a través de señales digitales.

La televisión tradicional codifica la señal de forma analógica, mientras que la televisión digital lo hace de forma binaria, dando lugar así la posibilidad de originar vías de retorno entre productor de contenidos y consumidor, habilitando posibilidades de creación de aplicaciones interactivas, y la capacidad de transmisión de diversas señales en un mismo canal asignado, gracias a la variedad de formatos existentes.



Figura 6 TV Analógica vs TV Digital

Las opciones de transmisión de la TV Digital Abierta son satelital y terrestre.

El sistema de Televisión Digital Terrestre (TDT) permite que las antenas digitales envíen la señal digital a todos los equipos receptores. El sistema realiza la conversión de la señal digital en sonidos e imágenes que posteriormente pueden ser mostradas en cualquier tipo de pantalla.

La Televisión Digital Satelital (TDS) consiste en un sistema de recepción transmisión de la señal de Televisión la cual se envía desde un satélite de comunicaciones, hasta las antenas receptoras. Su meta primordial es tener alcance en todas las zonas del territorio nacional que, generalmente debido a su baja densidad poblacional y/o condiciones geográficas, están fuera del área de cobertura de la TDT.

2.1.1 Implicancias de la Televisión Digital

Es muy importante presentar en este trabajo, lo que conlleva la integración de la tecnología de la TV digital en nuestro país.

Para ser exactos, es necesario mostrar cómo se adapta esta tecnología como medio de difusión masiva, en la industria, en los usuarios, y a la hora de tomar decisiones respecto al marketing y publicidad televisiva.

La metodología de este estudio en la que se está basando esta investigación, es de tipo cualitativa - descriptiva. Para formular y obtener resultados se necesita varias fuentes de información.

En el proceso de esta investigación haremos una comparación de la situación actual de la televisión peruana y la posterior situación que vivirá cuando este instalada la TV digital, con el apagón analógico anunciada para dentro de cuatro años más, aproximadamente, la cual será utilizada en los tres focos de análisis anteriormente planteados: industria, usuarios y a la hora de tomar decisiones respecto al marketing y publicidad televisiva.

En la introducción de nuestro trabajo notamos una pequeña reseña histórica de la televisión peruana de los 50s. En aquellos tiempos la programación se manejaba de forma experimental y por varias instituciones de educación superior. Después de un tiempo se notó que la importancia de la TV iba en incremento.

Un acontecimiento valioso fue la introducción de la televisión a colores, la que se dio cerca de los años 80. En los 90 la llegada de la televisión privada y de pago aumento la oferta de la televisión. En la actualidad la televisión abierta dentro de nuestro país usa la norma NTSC para transmitir a color mediante de frecuencias en VHF y UHF.

Actualmente se viene implementando la Televisión Digital Terrestre en nuestro país, con el estándar ISDB-T, que posee similitudes con la “TV analógica” como: una alta calidad de imagen y sonido, la posibilidad de ver televisión en dispositivos en movimiento, ofrecer una amplia gama de programas y contenidos a través de un mismo canal a la misma hora, y la posibilidad de que los telespectadores interactúen con los contenidos que se emitan.

Para la industria de la televisión, el cambio descrito trae muchas implicancias a nivel organizacional: el recambio de equipos de producción y transmisión acordes a la nueva tecnología, el establecimiento de nuevos estándares de calidad en la construcción de estudios de televisión y la forma en que operan, una adecuada preparación logística y operacional para hacer frente a la emisión simultanea de programas a través de múltiples señales, la reestructuración en políticas de selección, reclutamiento y capacitación constante de personal acorde con la operativa de la nueva tecnología. Para los televidentes, el cambio más rotundo será el de su televisor, el cómo ven televisión y cómo interactúan con ella. (Bustamante Quiroz, Luis, 2013)

Para estos cambios los usuarios estarán obligados a cambiar su actual equipo receptor lo que les permitirá disfrutar de la TV digital o la posibilidad de conseguir un decodificador con el mismo fin. Con la TV y

decodificador adecuados podrán disfrutar de una mejor calidad de imagen y sonido.

Se tendrá como beneficio mayor cantidad de contenidos e interactividad. Referente a la toma de decisiones sobre marketing y publicidad en televisión, al igual que en los demás medios emergentes, como las redes sociales, se deberá lidiar con estos dos desafíos: poder aprovechar las oportunidades que nos brinda la TV digital debido a las funcionalidades que se ven incorporadas, para poder realizar producciones con más interacción y llamativas, y saber adecuar y tener en cuenta los costos que se verán asociados a la producción de estas campañas de mayor calidad, lo que hará que exista una mayor exigencia

También se genera una idea de negocio referente a interactividad y análisis de medios y audiencias.



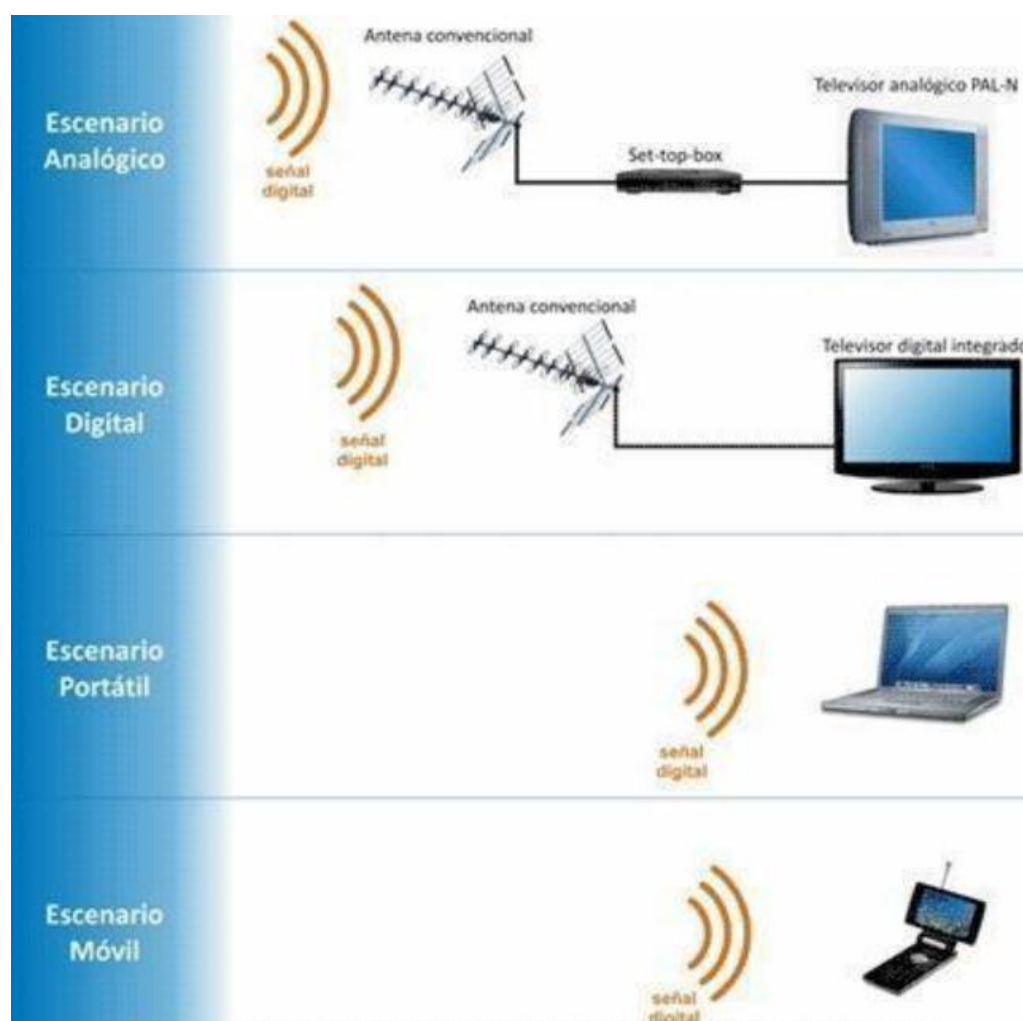


Figura 7 Esquemas de recepción para la TV Digital Terrestre

2.1.2 Algunos aspectos sobre la Televisión Digital

Ventajas de la TV digital vs la TV analógica

La televisión digital permite una mejor calidad en la recepción de la señal, un mayor número de canales, tanto en sonido como en la visualización de la imagen recibida. Además, esta tecnología digital incorpora técnicas avanzadas en transmisión que evitan distorsiones e interferencias en pantalla, que son problemas típicos en el sistema analógico.

Las normas de televisión digital permiten ofrecer servicios interactivos con la programación televisiva, visualizar contenidos en una guía de programas, acceder a canales de radio, disfrutar de visión multicámara (para eventos deportivos en particular), y recibir la señal en equipos portátiles y móviles (receptores en medios de transporte público o en celulares), entre otros beneficios.

Diferencias entre la TV digital terrestre, la TV digital satelital o TV por cable

La TV digital terrestre es transmitida mediante ondas terrestres como es el caso de la TV analógica convencional. La señal es recibida por una antena común de televisión, mientras que la TV digital por satélite o por cable, utilizan otros medios de transmisión y recepción como antena parabólica o cable.

Además, no es necesario pagar ningún tipo de cuota para disfrutar los beneficios que ofrece la TV digital terrestre, caso contrario como sucede en los casos de TV digital por satélite o por cable, que sí son servicios pagos.

TV digital masiva en nuestro país

La transición de la televisión analógica a la digital será gradual. Y además está prevista la transmisión simultánea bajo dos modalidades. Actualmente no hay una normatividad y regulación definitiva, pero según el MTC en los próximos meses, ya estará disponible.

Sistemas de televisión digital existentes en el mundo

Actualmente existen tres estándares de televisión digital terrestre a escala mundial: el ATSC estadounidense, DVB europeo y ISDB-T japonés.

Nuestro país está implementado el Sistema Brasileño de Televisión Digital Terrestre (SBTVD-TB), basado en el sistema Japonés denominado ISDB-T. Esta norma es la más completa y garantizará la aplicación de la nueva tecnología televisiva en todo el territorio nacional, además de permitir la recepción portátil y móvil de la señal transmitida. Además, esta norma es usada actualmente en la mayoría de países de Latinoamérica.

Impacto de la señal digital en nuestra TV

No es necesario tener que adquirir un nuevo televisor para poder ver la señal digital, simplemente se deberá usar un decodificador para recibir la señal digital y, de esta forma, seguir utilizando el antiguo televisor. De esta forma, no será indispensable cambiar el televisor por otro que tenga incorporado un sintonizador.

Capacidad de canales en la TV Analógica vs TV Digital terrestre

La tecnología de TV analógica actual permite solamente transmitir un único programa de TV por cada canal. Mediante el uso de la digitalización es posible que se transmitan varios programas con calidad similar a un DVD, a través de mismo canal.

2.2 ISDB-T O SBTVD INTEGRATED SERVICES DIGITAL BROADCASTING TERRESTRIAL

TDT o televisión digital terrestre es la aplicación de las tecnologías del medio digital a la transmisión de contenidos a través de una antena aérea convencional.

Cuando se aplica la tecnología digital se obtienen mayores prestaciones, tales como mejor calidad de imagen, alta definición, así como una mejor calidad de sonido.

Además, se permite transmitir un mayor número de canales por medio del uso más eficiente del espectro.

El estándar ATSC es usado en Estados Unidos, Canadá, México, Honduras y El Salvador; ISDB-T en Japón y Filipinas; ISDB-Tb (variante del ISDB-T) en Brasil y la mayoría de los países latinoamericanos (Perú, Venezuela, Ecuador, Costa Rica, Argentina, Uruguay, Chile, Paraguay, Bolivia, Nicaragua, México, El Salvador con la excepción de Colombia, Panamá, Guyana, Surinam, Honduras y Guatemala; DTMB en la República Popular China; DVB-T en los países europeos, Australia, partes de África y algunos países de América Latina.

ISDB-T es un estándar para transmisión de video digital usado en casi todos los países de Latinoamérica y en Japón. (Televisión Digital, Wikipedia)



Figura 8 Características de ISDB-T

Principales Características:

- Transmisión de un canal HDTV y un canal para teléfonos móviles dentro de un ancho de banda de 6 MHz, reservado para transmisiones de TV analógicas.
- Permite seleccionar la transmisión entre dos y tres canales de televisión en definición estándar (SDTV) en lugar de uno solo en HDTV, mediante el multiplexado de canales SDTV. La combinación de estos servicios puede ser cambiada en cualquier momento.
- Provee servicios interactivos usando la transmisión de datos, como compras o juegos, vía Internet de banda ancha o línea telefónica. Adicionalmente tiene soporte de acceso a Internet en forma de un canal de retorno. El acceso a Internet también es provisto en teléfonos móviles.
- Provee EPG o Electronic Program Guide, guía electrónica de programas.
- La tecnología SFN (*Single Frequency Network*, Red de una sola frecuencia) hace uso eficiente del espectro de frecuencias; y tecnología *on-channel repeater* o repetición en el canal.

- Suministra solidez a la interferencia multiruta, principal causa de los llamados “fantasmas” de la TV análoga y a la interferencia del canal adyacente. Según el criterio de planificación de la UIT R BT-1368-6 este estándar tiene una menor robustez a la interferencia de canales adyacentes análogos debido a que tiene de 31 a 33 dB, contra los 32 a 38dB del estándar DVB-T y de 48 a 49 dB del estándar ATSC. Mientras más alto sea el valor es mayor la robustez.
- Suministra inmunidad superior a las señales transitorias en UHF que son producidas por motores de autos y los cables de energía eléctrica situados en las ciudades. Las señales transitorias principalmente se concentran en VHF, donde se puede notar que son más fuertes en las bandas I y II (desde 54 a 88 MHz). Fue por este motivo que Brasil no utilizó tales bandas e indico que la banda III seria descartada inmediatamente. Japón de igual manera dejaría de lado las bandas VHF desde el año 2011. Sin embargo Brasil indico que ya está probando el sistema ISDB-T en la banda de VHF (desde el canal 7 al 13) con miras a la factibilidad de transmitir ISDB-T en tal banda.
- Además, permite recibir señal en HD en vehículos en movimiento por encima de los 100 Km/h. Por otro lado el estándar DVB-T solo dispone de recepción en calidad SD en vehículos en movimiento, con acuerdo anticipado con el operador, desde un comienzo se decía que las señales en la norma ATSC no podían ser recibidas en vehículos en movimiento de ninguna manera.
- Posee el servicio denominado 1seg (one segment) que es la transmisión móvil terrestre de video y audio digital. Este sistema fue creado para poder recibir correctamente la señal en trenes de velocidades altas en Japón. Los estándares digitales que existen hoy en día tienen el beneficio de la transmisión de manera gratuita a los televisores fijos y al mismo tiempo a móviles, con el sistema "one-seg" se consigue transmitir directamente y gratis a dispositivos móviles (celulares), las compañías

televisivas no tienen el poder de escoger otro modelo diferente, por tanto las obligan a dar el servicio gratis para móviles. (ENACOM, TV Digital Terrestre de la República de Argentina)

Esta norma fue constituida por la Association of Radio Industries and Bussiness de Japón y fue difundido en todas partes por el DIBEG, Digital Broadcasting Experts Groups.

A día de hoy esta norma es mejorada a causa de la experiencia en Brasil y la cooperación en equipo con ingenieros japoneses. Es conocida como SBTVD que significa Sistema Brasileño de Televisión Digital.

2.2.1 Características Técnicas (ISDB-T)

Actualmente esta norma presenta muchos beneficios e novedades respecto a las otras normas de transmisión.

Sus características principales son:

- ✓ Provee Red de Frecuencia Única, también llamada en ingles SFN, se transmite en una sola frecuencia, lo cual genera una eficiencia en el espectro de radiofrecuencia.
- ✓ Provee Guía Electrónica de Programación, también llamada EPG, que contiene los horarios de la programación.
- ✓ Adicionalmente suministra servicios como envío y recepción de datos, juegos interactivos, compras, etc. Es compatible con internet usando un canal de retorno.
- ✓ Es posible su recepción con tan solo una antena para interiores.
- ✓ Presenta solidez ante una interferencia de multi camino.
- ✓ Transmite en Definición Estándar (SD) y Alta Definición (HD)

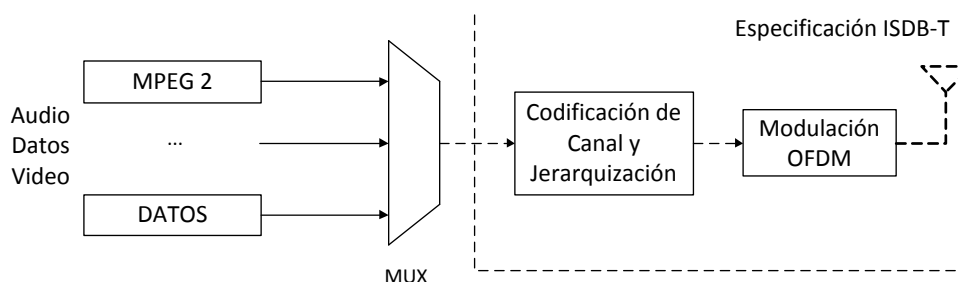


Figura 9 Esquema General del Sistema ISDB-T

Codificación de audio y vídeo

El contenido televisivo tendrá una definición de alta calidad siempre y cuando la codificación de audio/video sea la adecuada y correcta de acuerdo los estándares como el MPEG-2 (ISO / IEC 13812), también soporta nuevos estándares como el MPEG-4.

En el tema de audio, se puede codificar en MPEG-2 o calidad Dolby 5.1, que se transmite en 6 canales de audio. Dicha calidad de audio por medio de 6 vías garantizará una mejor experiencia televisiva al usuario.



Figura 10 Audio Analógico vs Audio Digital

En la codificación de video, éste estándar garantiza una mejor calidad y resolución de imagen.

Los usuarios gozarán de la programación televisiva en Alta Definición (HD) y en relación de aspecto de 16:9, tal como en las salas de cine.

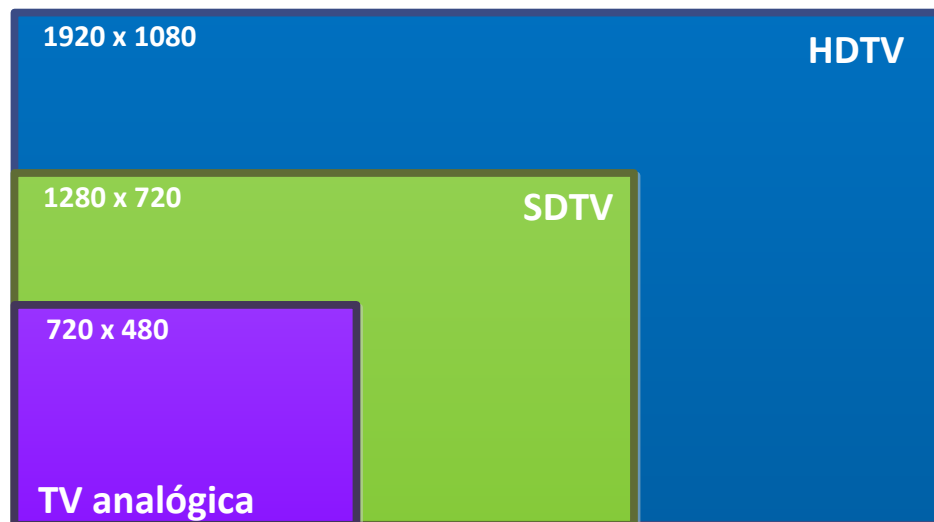


Figura 11 Resolución de Imagen de TV



Figura 12 Relación del aspecto convencional vs aspecto panorámico

2.2.2 Mejor aprovechamiento del espectro

El sistema otorga capacidad de transmisión de video y audio en alta calidad, así como de datos, a receptores fijos (como en la televisión clásica) y también a dispositivos móviles.

Al igual que DVB-T, utiliza modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) lo que le otorga robustez, pero en este caso el canal se divide en trece segmentos llamándose Band Segmented Transmission-OFDM (BST-OFDM). Cada uno de estos segmentos es una catorceava parte del ancho de banda del canal, es decir 6/14 MHz, unos 430 kHz. El “catorceavo segmento” o catorceava parte de los 6 MHz no adjudicada a ningún segmento, no se utiliza, dejando una pequeña banda

de guarda en cada extremo del canal radioeléctrico. Esta banda de guarda a su vez, no tiene que estar simétricamente distribuida por mitades a los extremos del paquete de radiofrecuencia sino que se programa dinámicamente de acuerdo generalmente a las posibilidades de menor interferencia de los canales adyacentes.

OFDM Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales, en inglés Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), o Discrete Multi-tone Modulation (DMT) es una técnica de transmisión que consiste en la multiplexación de un conjunto de ondas portadoras con diferentes frecuencias, donde cada una transporta información, la cual es modulada en QAM o en PSK.

Estas ondas portadoras de distintas frecuencias son generadas por la división de una onda portadora central con ancho de banda B en pequeñas portadoras $B_1, B_2, B_3 \dots B_n$; es decir, si no utilizáramos la técnica de transmisión OFDM, se enviaría normalmente la información en una única onda portadora con ancho de banda B , pero al utilizar la técnica OFDM dividimos esa onda portadora en varias subportadoras con menor ancho de banda para que estas tengan una mejor respuesta en frecuencia (mayor ganancia y desvanecimiento plano).

Haciendo analogía con la transmisión vía IP, sería como si en vez de enviar un paquete extenso, enviásemos varios paquetes pequeños pero con menor susceptibilidad de perderse.

Luego de la multiplexación de las subportadoras o cuando ya tenemos el flujo OFDM, es agregado al flujo un Prefijo Cíclico, o también llamado intervalo de guarda, esto nos permite ayudar a enfrentar los efectos de los atrasos de llegada de las señales OFDM por culpa del ambiente multitrayecto. (Multiplexación por división de frecuencias ortogonales, Wikipedia)

En la transmisión terrestre se emplea la modulación tipo COFDM.

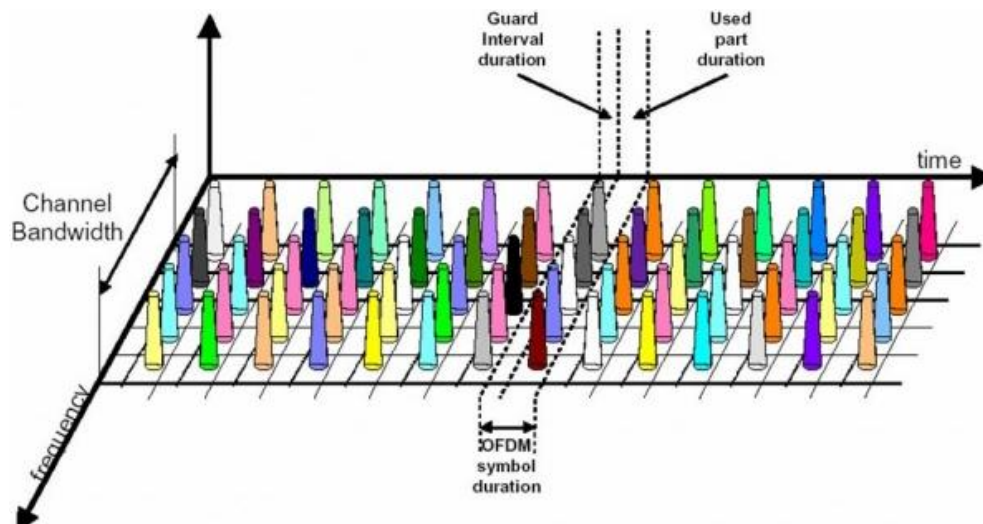


Figura 13 Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing

En COFDM se modula la información con una gran cantidad de portadoras a bajas velocidades usando técnicas de Multiplexación por Frecuencia (FDM). Es por ello que se utiliza una gran cantidad de portadoras igual espaciadas en frecuencia y moduladas todas ellas usando QPSK o en QAM, de forma que los datos son repartidos entre ellas.

El ancho de banda de un canal ocupado para televisión análoga es el mismo para uno de televisión digital, quiere decir, de 6 MHz. Sin embargo permite transmitir más de un único canal, generalmente hasta 4 canales.

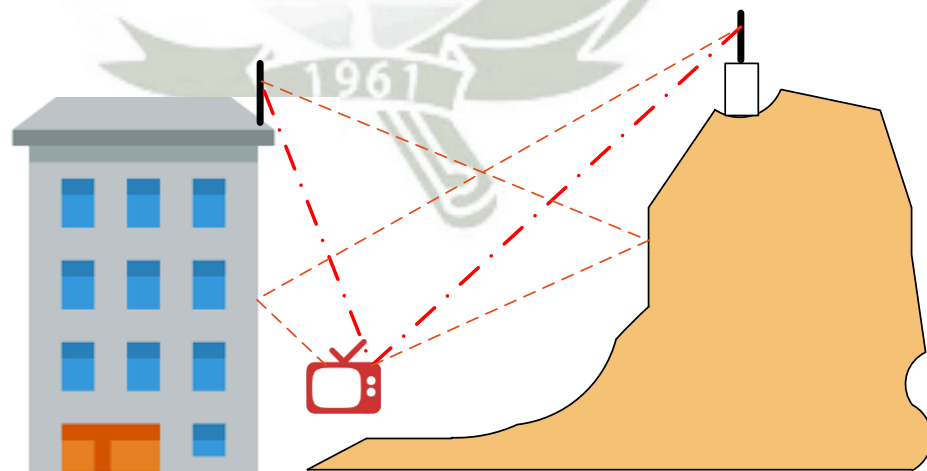


Figura 14 Señal directa y de rebote

Se puede transmitir la señal de TV usando Redes de Frecuencia Única (SFN), que utiliza la misma frecuencia tanto para estaciones transmisoras como para las estaciones repetidoras. De tal forma que se tiene un mayor aprovechamiento del espectro radioeléctrico usando una sola frecuencia por operador de TV, y así facilitar la planificación y administración de la red.

2.2.3 Codificación de canal

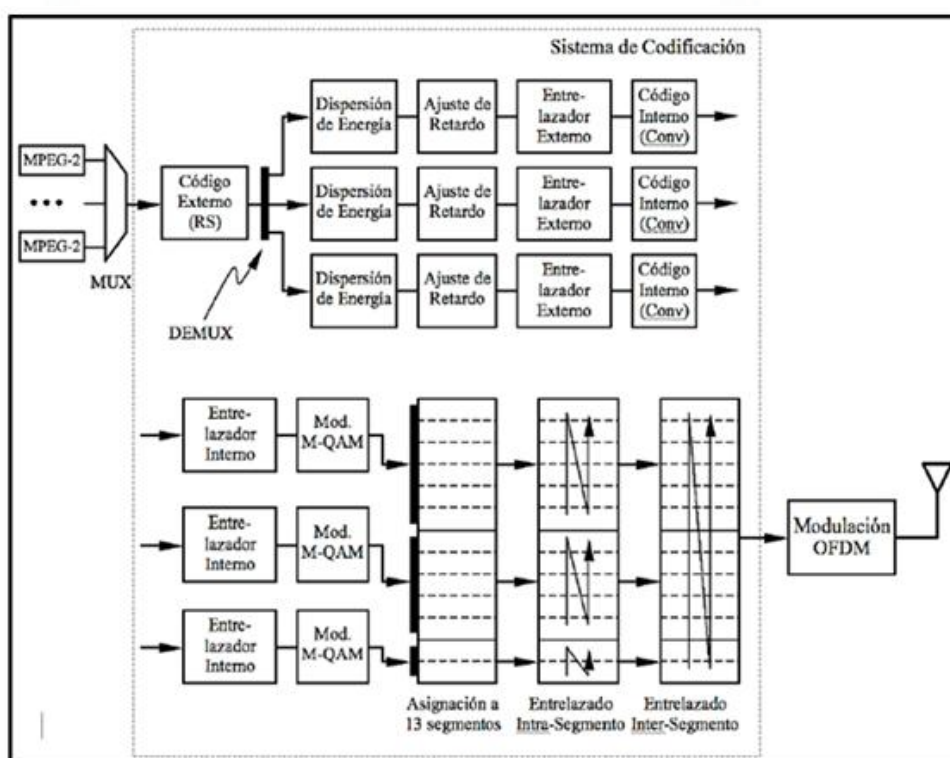


Figura 15 Sistema de Codificación de Canal ISDB-T

En la figura se observa que se añade un código externo (RS) a los paquetes MPEG-2 que salen del MUX, con la finalidad de corregir errores. Enseguida llegan al DEMUX donde se aprecia un sistema jerárquico por donde atraviesan una serie de procesos para al final llegar a la modulación en OFDM.

2.2.4 Ancho de Banda de Transmisión

La norma ISDB-T detalla que para su transmisión el ancho de banda es 6 MHz, y su tasa de transferencia de 19,6 Mbps. Por donde es posible enviar más contenido y programación por el mismo canal.

Para una correcta transmisión se requiere de ciertos parámetros que son dependientes de la frecuencia de reloj de los circuitos de banda base, pero esta norma ha sido creada solamente para que opere en banda de 6 MHz y no está detallado para otro tipo de casos.

En la capacidad de la transmisión se muestra una forma de utilización de distribución flexible, lo que permite a la operadora de televisión, tener el poder de elegir si quiere transmitir una señal en HD, datos, o más señales en definición estándar (SD).

EJEMPLO DE ASIGNACION DE SERVICIOS EN UN CANAL DE 6 MHz A 19.6 Mbps				
SDTV 6 Mbps	HDTV 14.4 Mbps	HDTV (MPEG-2) 19.6 Mbps	HDTV (MPEG-4) 9.96 Mbps	
SDTV 6 Mbps				
SDTV 5 Mbps				
DATOS 1.1 Mbps				
MÓVIL 1.5 Mbps	SDTV 3.7 Mbps			
	MÓVIL 1.5 Mbps		MÓVIL 380 Kbps	

Figura 16 Ejemplo de Asignación de Servicios

2.2.5 Modulación OFDM

La modulación COFDM tiene como funcionalidad principal la utilización de muchas subportadoras consecutivas y moduladas en QAM o QPSK.

Estas portadoras son ortogonales entre sí, lo cual evita que los datos que contengan no se vean perjudicada por la portadora que se encuentra antes o la siguiente.

La siguiente imagen nos señala la distribución de portadora en el dominio de frecuencia.

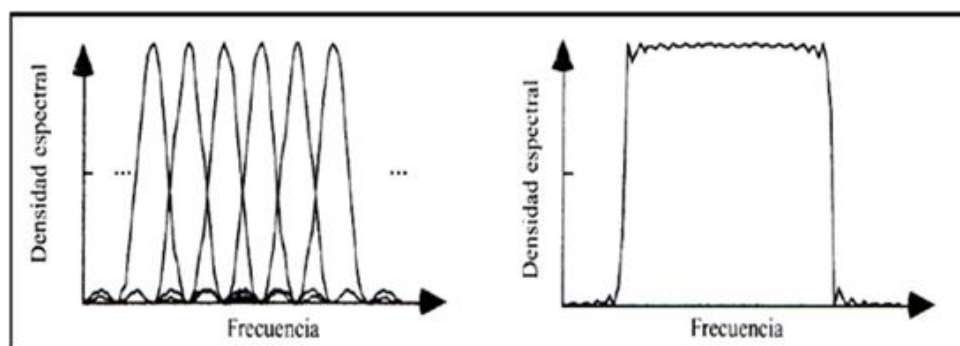


Figura 17 Sub-Portadoras OFDM y densidad espectral de potencia

2.2.6 Movilidad y portabilidad

Esta funcionalidad propone un nuevo concepto en la manera de ver televisión y por tanto crear un nuevo mercado en televisión, debido a que con la Televisión Digital Terrestre el usuario puede ver la señal digital desde cualquier dispositivo móvil como celular, PDA, laptop, etc.

Otro de sus grandes beneficios en la señal es que es portable, o sea la recepción en movimiento, como por ejemplo estando en un automóvil a gran velocidad.

Como dato adicional cabe decir que la señal que se recibe para móviles posee menor calidad en comparación a la señal fija, debido a que tiene

una menor velocidad en transmisión, quiere decir una resolución más baja en video y audio.

Pero para el tipo de dispositivo que son sería suficiente.

La portabilidad ofrece la posibilidad del uso de televisores en estado de movimiento como equipos incorporados en autos, trenes y buses, mientras que la movilidad es la capacidad de recepción de la TV a través de cualquier dispositivo móvil tales como celulares, tabletas, etc. Con la televisión digital terrestre, será posible la recepción de las señales de TV en ambas situaciones de manera gratuita y sin que exista pérdida de calidad.

Cabe destacar que, a diferencia de los estándares DVB-T (europeo), DTMB (chino), y ATSC (norteamericano), la norma japonesa y el brasilero ISDB-T, debido al servicio de transmisión one-seg para dispositivos móviles no necesita de un espacio adicional en el espectro radioeléctrico.

2.2.7 Interactividad

En el tema de interactividad el usuario ya no solo será un simple espectador, sino tendrá la capacidad de interactuar con los broadcasters de TV. Existen dos tipos, interactividad pasiva e interactividad activa.

La interactividad pasiva no requiere la utilización de un canal de retorno, debido a que la información siempre se envía y el televidente solamente elige cual desea mostrar. Un ejemplo claro es la Guía de Programación Electrónica (EPG).

En cambio la interactividad activa requiere de la utilización de un canal de retorno, del que se podría usar diferentes tecnologías como GSM o UMTS para dispositivos móviles o en ADSL para equipos fijos. Como ejemplos tenemos los juegos interactivos, banca, votaciones, Video bajo demanda, compras, etc.

2.2.8 Aspectos técnicos del estándar ISDB-T

La normal ISDB-T posee múltiples beneficios a nivel técnico, que están basados en su composición, dependiendo de los estándares técnicos de cada país donde se instaure.

El estándar técnico ABNT NBR presenta una estructura formada en base a subsistemas, en los que se puede mencionar, el subsistema de codificación, subsistema de transmisión, subsistema de multiplexación, subsistema de recepción, subsistema de interactividad y guía de operación y seguridad.

2.2.8.1 Codificación

Es el subsistema encargado de la mejora en la tasa de transmisión de la señal de video y audio.

Codificación de video

Este estándar utiliza la codificación H.264, la que tiene las siguientes importantes funcionalidades:

- Usa bloques de distinto tamaño: Se adapta mejor a los movimientos a través de la división de la imagen (macrobloques).
- Utiliza variados cuadros de referencia: Realiza predicción en los movimientos.
- Predicción espacial.

Para la predicción el códec H.264 en comparación a MPEG-2 hace una mayor y mejor selección de los cuadros de referencia, solo utilizan los cuadros anterior y posterior, generando una eficiencia mucho mayor.

El Codificador Aritmético Adaptativo, o CABAC, convierte la información a bits (código binario) y luego de manera automática se adapta a la estadística de la información codificada utilizando la probabilidad, luego selecciona el modelo de probabilidad en base al contexto dado.

Codificación de audio

Para el procesamiento del audio, esta norma utiliza el códec MPEG-4 AAC o también llamado “Advanced Audio Coding”. Existen los perfiles HE-AAC y su segunda versión HE-AACv2 utilizada para dispositivos móviles, las cuales entregan una mejor calidad en velocidades de transmisión menos de 64 Kbps.

El codificador de audio está compuesto por las herramientas siguientes:

- Modelo psico-acústico, realiza un modelamiento del sistema auditivo del ser humano para suministrar la mínima pérdida posible.
- Procesamiento espectral, presenta herramientas para cada perfil.
- Banco de filtros, se encarga de separar la señal que se procesa en rangos diferentes de frecuencias.

Se tienen en cuenta los perfiles para la transmisión móvil y para la transmisión en alta fidelidad.

Codificación y Cuantización, después del procesamiento del espectro, la señal se cuantiza usando Noise Shaping y Dithering, que supera el ruido de la cuantización en rangos de frecuencia con problemas mayores. Al final, mediante el método de Huffman, el audio es codificado.

2.2.8.2 Multiplexación

Es el sub sistema que se encarga de recibir las señales de audio y video que fueron codificadas (SD, HD, 1seg), datos (guía de programación electrónica, interactividad) y actualización de receptores set top box vía aire (On air Demand) para su respectivo encapsulamiento y ser enviadas a una trama llamada BTS o (Broadcast Transport Stream), que cuenta con una tasa fija de 32.507936 Mbps.

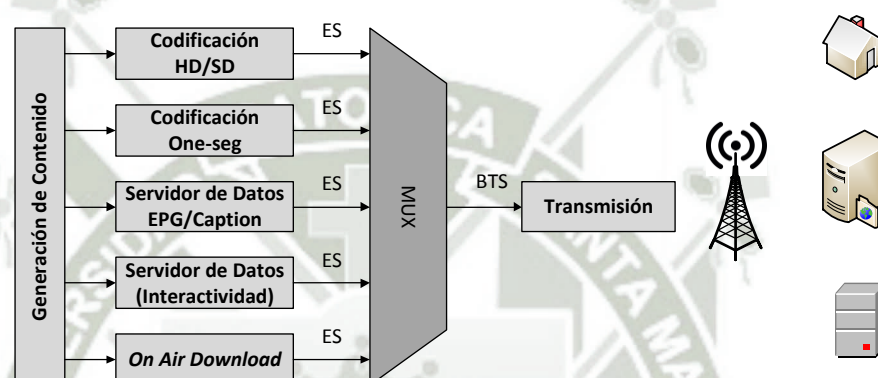


Figura 18 Multiplexaje de señal digital ISDB-T

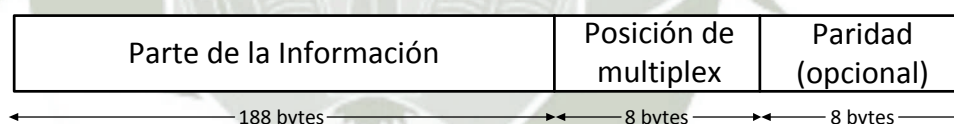


Figura 19 Paquete TS

Los Flujos Elementales o (Elementary Stream, ES), que tienen la información de video, audio y datos, pasan por un encapsulamiento en paquetes Transport Stream o TS, de 204 bytes. Donde 188 bytes contienen datos útiles y lo demás contiene información sobre configuración, posición de multiplexación y paridad.

Los paquetes TS pasan por una multiplexación donde forman un Broadcast Transport Stream (BTS). En la trama BTS, el mux realiza una combinación de todos los contenidos de la entrada y luego los señala de tal manera que el equipo de recepción pueda configurarse por sí solo y logre decodificar el flujo de video, audio y de datos. Para tal fin se utiliza las tablas PSI o también llamadas Program Specific Information y SI o Service Information.

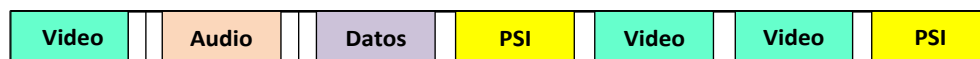


Figura 20 Trama BTS con tablas PSI

2.2.8.3 Transmisión

El sub sistema de transmisión tiene la función de modular y transmitir la señal. A continuación se muestra un diagrama de bloques por donde pasan las tramas Transport Stream (TS), antes que se transmitan.

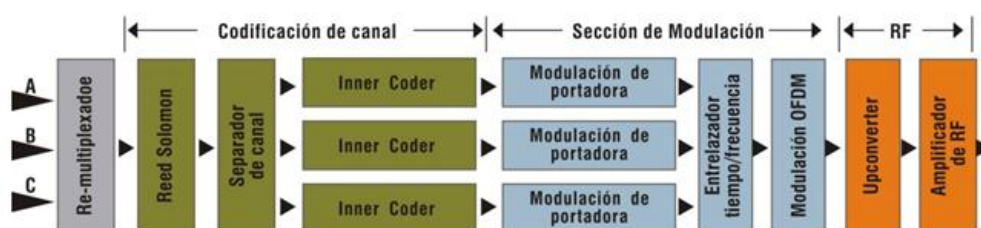


Figura 21 Configuración de Transmisión

Como se observa en la imagen, se forman grupos o se puede transmitir hasta 3 tramas que provienen del subsistema de multiplexación a través de un módulo remultiplexor.

También se puede observar que este subsistema posee 3 partes: codificación de canal, etapa de modulación y RF. Dichas secciones tienen por finalidad aportar con la solidez de la señal.

Codificación de canal

La trama resultante es sometida al código de corrección de errores Reed Salomon, con lo cual se agregan 16 bytes de paridad a cada trama.

Para luego atravesar un separador de canal para la transmisión jerárquica (transmisión de varios servicios SD, HD o one-seg). Después se le aplican tres métodos a cada TS que son el dispersor de energía (evita secuencia larga de unos o ceros), ajuste de atraso (permite tiempos de retraso de transmisión y recepción idénticos para las tres TS) y byte interleaving (modifica el orden de los 204 bytes de cada TS).

Finalmente cada trama TS atraviesa por el codificador interno del tipo convolucional para obtener una mayor robustez. (Luis Alberto Venegas Picon, 2012)

Sección de modulación:

Los bits que corresponden a la señal de entrada son entrelazados y se mapean respecto a las modulaciones 16QAM, 64QAM o QPSK, del cual la cantidad de bits por cada símbolo incrementa la tasa útil de mapeo, generando una disminución de la robustez de la señal.

Después se ejecutan los procedimientos de entrelazamiento en tiempo y frecuencia, para poder obtener una mejor solidez frente a la interferencia y desvanecimiento.

Luego se ejecuta el método matemático de la Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT), a la trama única que se entrelaza unido con la modulación OFDM, adicionalmente de agregar intervalos de guarda después de hacer la IFFT con el fin de eliminar las interferencias entre símbolos consecutivos.

Sección de RF:

La señal de FI o Frecuencia Intermedia de 44 MHz se convierte a la frecuencia particular de cada canal de TV, y esta es procesada para su amplificación en potencia..

2.2.8.4 Recepción

La recepción efectúa la demodulación, decodificación y demultiplexación de la señal que se recibe.

Respecto a la recepción fija se puede denotar dos casos: TV con receptor digital incorporado, y el TV con receptor externo o STB (Set Top Box), en el caso de recepción en móviles, estos deben contener un circuito integrado que pueda ejecutar las funciones descritas anteriormente.

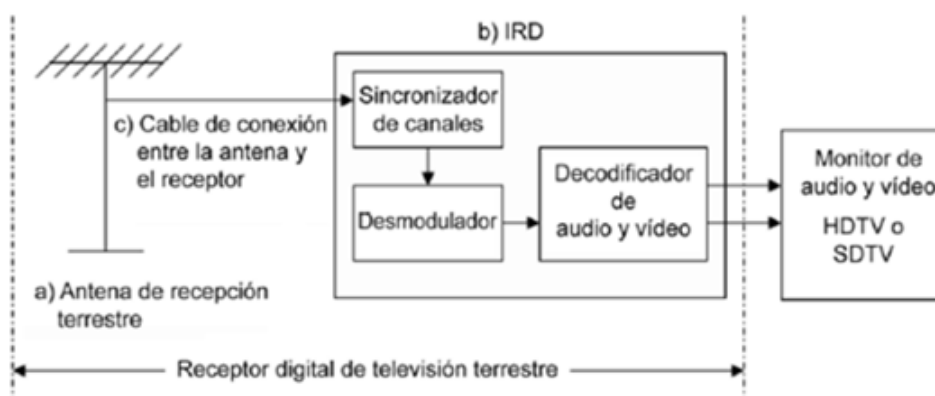


Figura 22 Configuración básica de sistema de recepción

El Receptor Decodificador Integrado o (IRD), es equivalente al STB (Set Top Box) o al equipo decodificador con circuito integrado.

2.2.8.5 Interactividad

La norma ISDB-T provee un método de interactividad mediante el uso del middleware llamado GINGA. La funcionalidad peculiar que propone este middleware es que la interactividad es independiente

del resto del sistema y equivale a un punto de convergencia entre la informática y la TV.

RESUMEN: QUE SE REQUIERE DE LA TELEVISION TERRESTRE

(Fuente: Hiroyuki Furita NHK - Japón 2015)

- **Calidad**

- ✓ Alta definición (HDTV), sonido de alta calidad

- **Movilidad/Portabilidad**

- ✓ Baja definición, alta definición

- **Optimizar el uso del espectro**

- ✓ Varias programaciones diferentes (HDTV, SDTV, datos, ...)
- ✓ Canales adyacentes
- ✓ Red de frecuencia única (SFN)

- **Interactividad**

- ✓ Radiodifusión de datos
- ✓ Guía electrónica de programación (EPG)
- ✓ Servicio bi-direccional

- **Crecimiento de la industria de la televisión**

- **Es el sistema más flexible**

- ✓ HDTV, multi-SDTV, EPG, data-casting, acceso a internet, recepción móvil, TV en el celular, etc.

- **El sistema más robusto**

- ✓ OFDM, time-interleaving, etc.
- ✓ Resultados de la comparación técnica de Brasil comprobados.

- **Desarrollado en Japón.**

Cuáles son los Requerimientos para la TDT

- **Servicio atractivo en la transmisión**

- ✓ Alta calidad en TV y audio (HDTV, 5.1 surround)
- ✓ Acceso a información (Data, Internet)
- ✓ Robustez en contra de interferencias.

- **Recepción móvil y portátil**

- ✓ Servicio de TV a cualquier hora y lugar.

- **Utilización efectiva de la frecuencia**

- ✓ Congestión en las frecuencias VHF/UHF
- ✓ OFDM, SFN (Red de frecuencia única)

- **Compatibilidad con las normas internacionales**

SOLUCIONES TECNICAS:

<i>Descripción</i>	<i>Solución Técnica</i>
Alta Calidad	Eficiente fuente de codificación, alta velocidad en transmisión de datos y codificación
Robustez	OFDM, FEC, Interleave (Time & Frequency)
Flexibilidad	Fuente de codificación flexible, multiplexación flexible OFDM segmentado, transmisión jerárquica
Efectivo aprovechamiento del espectro de frecuencia	OFDM, Redes de frecuencia única

ISDB-T reúne todos los requisitos técnicos

- ✓ OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)
- ✓ FEC (Forward Error Control)

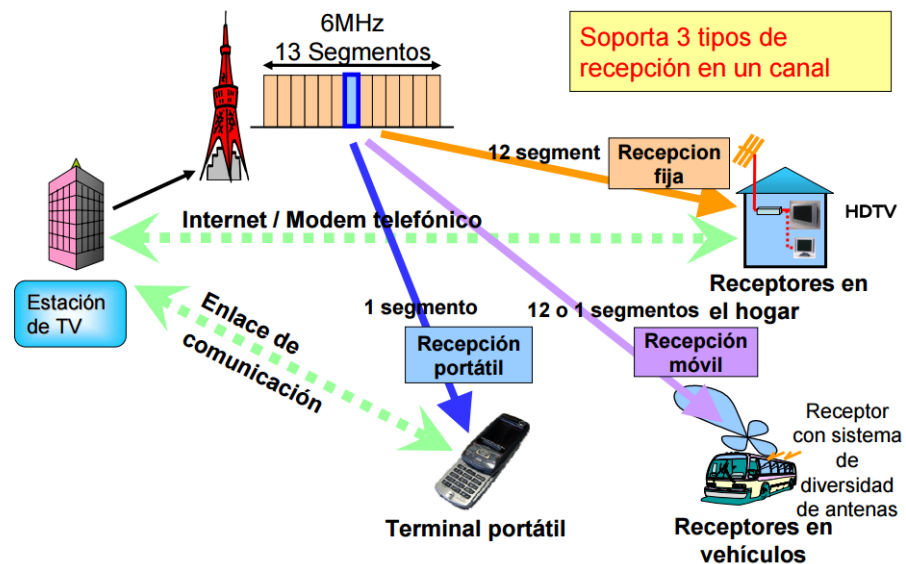


Figura 23 Contenidos del Sistema ISDB-t

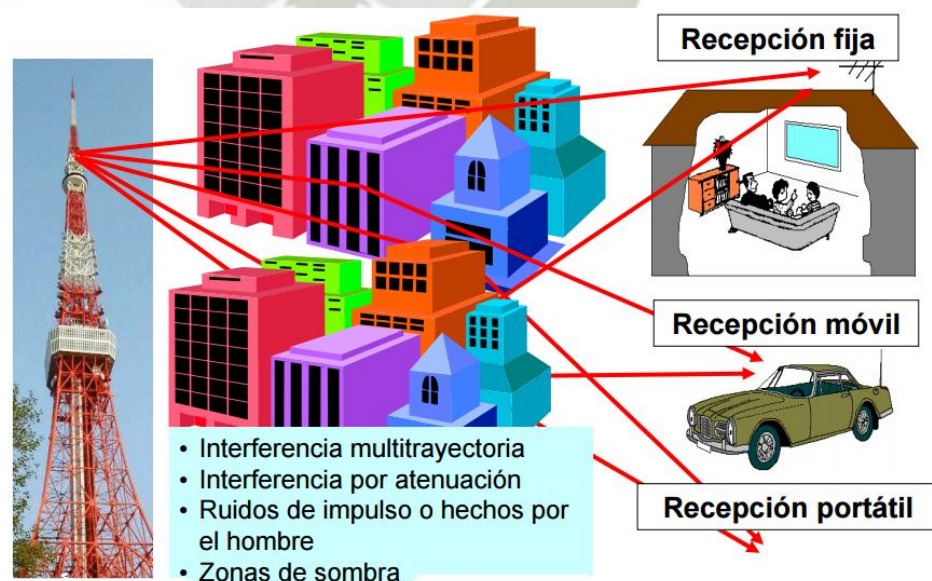


Figura 24 Ambiente de Recepción para TDT

- **Para la robustez / recepción flexible**

- ✓ OFDM
- ✓ Time-interleave (frequency & time interleave)

- Recepción interna
- Recepción móvil y portátil

- **Para movilidad / portabilidad & flexibilidad**

- ✓ Transmisión jerárquica OFDM segmentado
- ✓ HDTV / servicio multicanal SDTV para recepción fija y móvil
- ✓ Servicio de One-seg para recepción portátil

- **Para un mejor aprovechamiento de los recursos de frecuencia**

- ✓ Redes de frecuencia única (SFN) (Hiroyuki Hiroyuki Furuta NHK, 2009)

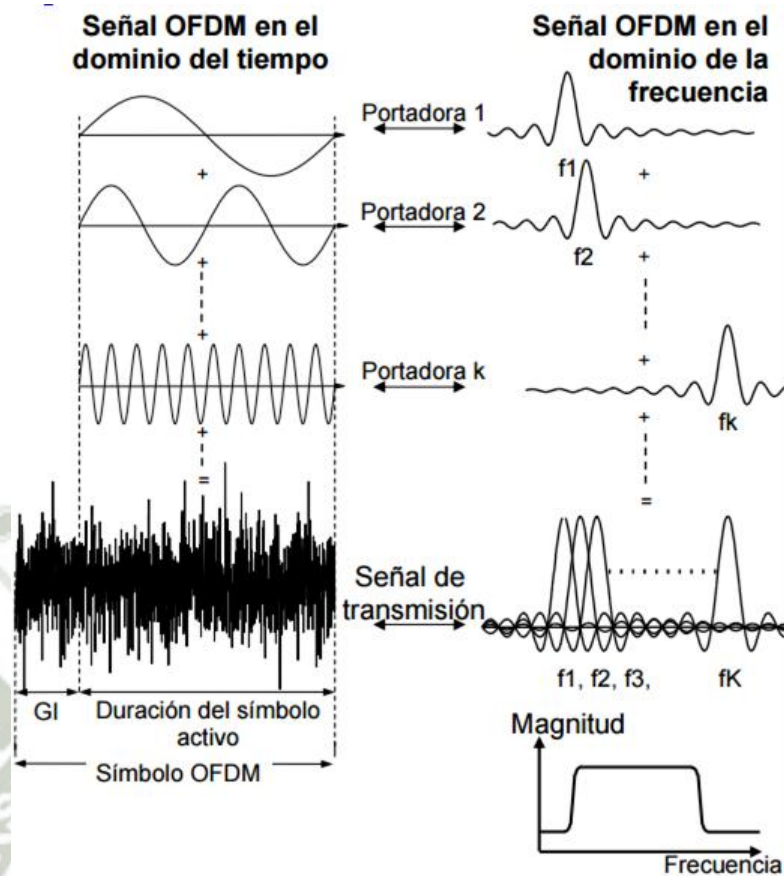


Figura 25 Señal OFDM

De OFDM tenemos:

- **Modulación multi portadora**
 - ✓ Posee duración mayor de longitud del símbolo en comparación con un sistema de transmisión de una sola portadora.
 - ✓ Tiene 5617 portadoras en un solo canal de televisión de 6 MHz (@mode3)
- **Modulación contra el efecto multi trayectoria.**
 - ✓ Se agrega un intervalo de guarda
- **Modulación/demodulación son procesados por IFFT/FFT**

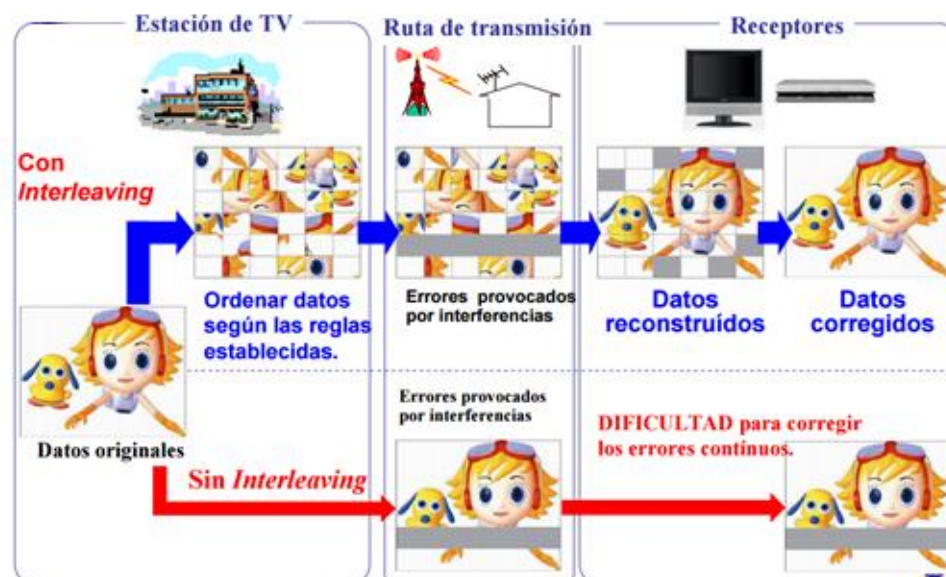


Figura 26 Efecto Time Interleaving

EN CUANTO A LA TRANSMISION

1. Existe solidez frente la interferencia

- ❖ Esta adquiere como método de transmisión,
- ❖ Adopción de entrelazado en el tiempo o (Time Interleaving), que resulta ser eficiente frente a los distintos modelos de interferencia.
- ❖ Adopción de la corrección de error concatenado con interleave plural.

2. Uso eficiente de la frecuencia

- ❖ Adopción de OFDM en el sistema de transmisión para Red de frecuencia única (SFN).
- ❖ Adopción de transmisión jerárquica, servicios para distintas clases de recepción en un solo canal dentro del mismo ancho de banda.

3. Existe flexibilidad para las distintas clases de servicios / recepción

4. Servicios fijos y móviles pueden ser empleados en la transmisión estándar (un solo canal)

- ❖ Transmisión jerárquica fragmentada en modulación OFDM.
- ❖ Recepción parcial central, de un segmento para servicios portátiles.

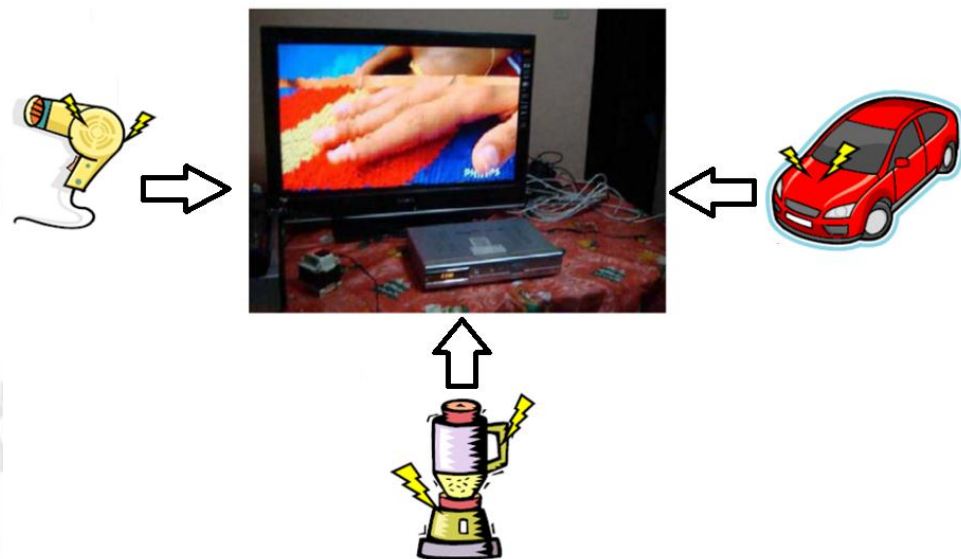


Figura 27 Ruidos que afectan la TV Digital

Servicios de One-Seg



Figura 28 Actuales servicios One-seg en Japón y que se implementaran en nuestro país

Entonces, mediante el Sistema ISDB-T, se puede lograr:

- El sistema ISDB-T proporciona múltiples servicios de televisión digital, fija y móvil (equipamiento portátil), todo en un único sistema de transmisión, quiere decir usando solo un transmisor.
- El estándar ISDB-T se considera el más sólido en TDT (transmisión)
- Con la Red de frecuencia única (SFN) se obtiene un gran aprovechamiento de espectro radioeléctrico de frecuencia.
- Se adoptó tecnologías como time interleave y modulación OFDM.
- Es posible transmitir HDTV o SDTV o one-seg (para dispositivos de TV portátiles) en simultáneo en un solo canal.
- El Sistema de Difusión de Avisos de Emergencia (EWBS) es un elemento del estándar ISDB-T, el cual se encuentra en funcionamiento en Japón.

2.3 CALCULO DE COBERTURA DE LA SEÑAL TDT

2.3.1 COBERTURA DE LA TV ANALÓGICA

Este sistema se basa en la teoría de Tierra Plana, lo cual significa que se ignora el estudio topográfico, quiere decir cerros, rugosidad, edificios, terreno, etc.

Es sencillo el cálculo de VHF mediante fórmulas y de UHF por gráficos y fórmula.

Se fue dejando atrás el estudio del cálculo real de cobertura con el despliegue de la CATV.

2.3.2 COBERTURA DE LA TV DIGITAL TERRESTRE

Es posible usar la clásica antena de aro o corbata para la Televisión Digital Terrestre en el caso que se viva cerca del punto, el inconveniente se genera cuando se vive muy distante del punto de transmisión.

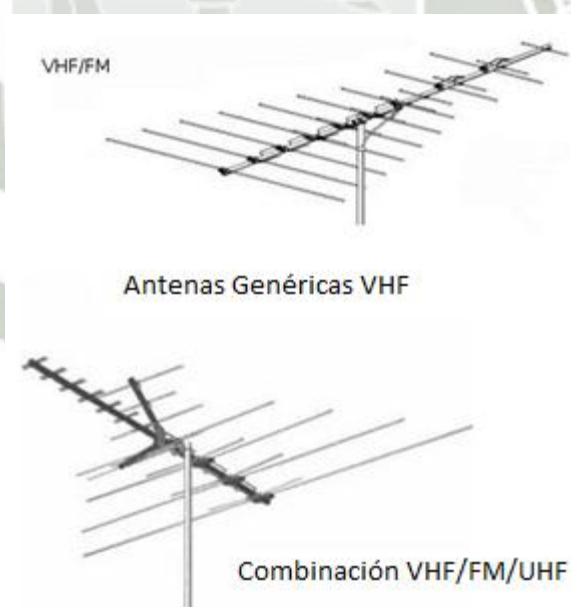


Figura 29 Antenas VHF y UHF

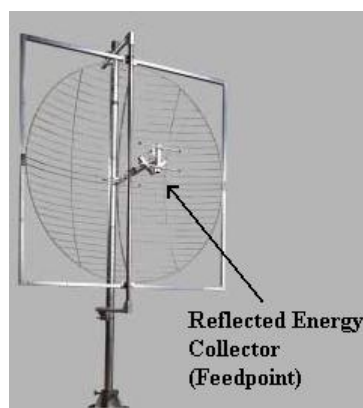


Figura 30 Antena UHF

Antenas para la recepción tipo INDOOR, Antenas Activas de polarización doble.

La gestión del espectro radioeléctrico de cada nación está intentando de establecer las áreas que darían cobertura para las estaciones de transmisión.

- Hay múltiples criterios para los cálculos:
 - Teóricos (Proviene del tema académico, lo que significa escuelas de telecomunicaciones y universidades)
 - Prácticos (Provenientes del área técnica, ingeniería de proyectos de los canales de TV por aire o similares.)
- La utilización de software para estimar la cobertura.
- Aplicativos para los cálculos de cobertura:
 - Gratuito (Radio Mobile que es uno de los más usados)
 - Propietario (Tenemos Softwright, Pathloss, Matlab, y los que poseen los fabricantes y desarrolladores de antenas; y transmisores que otorgan coberturas muy aproximadas a sus clientes, como RFS, Ryma, etc)
- Tales aplicativos utilizan sistemas semiempíricos como:

- Log distance
- Metodo de la UIT-R: P-1546
- Longley-Rice
- Okomura-Hata y otros.

2.3.3 PARÁMETROS TÉCNICOS PARA LA TELEVISIÓN DIGITAL

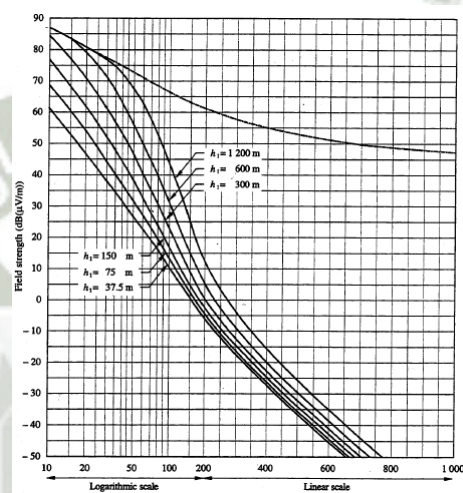


Figura 31 Parámetros de planificación (Cellplan , Kathrein)



Figura 32 Sistema de transmisión digital (Sistema radiante y transmisor)

RPC	RPC 1	RPC 2	RPC 3
Reference location probability	95%	95%	95%
Reference C/N (dB)	21	19	17
Reference $(E_{med})_{ref}$ (dB(uV/m)) a 200 MHz	50	67	76
Reference $(E_{med})_{ref}$ (dB(uV/m)) a 650 MHz	56	78	88

Intensidad eléctrica mínima, Televisión digital – Calidad de servicio

ITU RRC-06 Ginebra (Regional Radiocommunication Conference)

Planificación común para Televisión Digital Terrestre:

Banda	IV / V	
Frecuencia [MHz]	650	
RPC 1	56	Recepción fija
RPC 2	78	Portabilidad en exteriores
RPC 3	88	Portabilidad en interiores

F(50,95)

Figura 33 RPC: Reference Planning Configuration

FCC Sección 73.622 a 73.625 (aprobada 06/2003)

Banda	III	IV / V
Frecuencia [MHz]	174 - 216	470 - 806
min. F [dB uV/m]	43	48

F(50,90)

Ejemplos referentes a la predicción de intensidad de señal

• Espacio libre:

No se toma en cuenta ninguna consecuencia ambiental.

• Recomendaciones UIT-R:

Utiliza métodos de predicción basados en mediciones empíricas de muchas mediciones. ITU-R Rec. P.370 (antigua, hasta 2001)

ITU-R Rec. P.1546 (desde el 2001, más actual)

Rec. UIT-R P.1546-4

La Recomendación UIT-R P.1546 [1] describe un método de predicción de propagación radioeléctrica punto-a-zona para servicios terrenales en el rango de frecuencias de 30 a 3000 MHz (2001-2003-2005-2007-2009)

• Longley-Rice:

El modelo Longley - Rice es un tipo de propagación que se basa en la teoría de ondas electromagnéticas y de la evaluación estadística.

• **Okumura Hata:**

Es un procedimiento de aproximación de las características de propagación de onda, que se basa en ensayos reales hechos para el sector de telefonía móvil.

Ejemplo: Planificación de la cobertura en ISDB-Tb

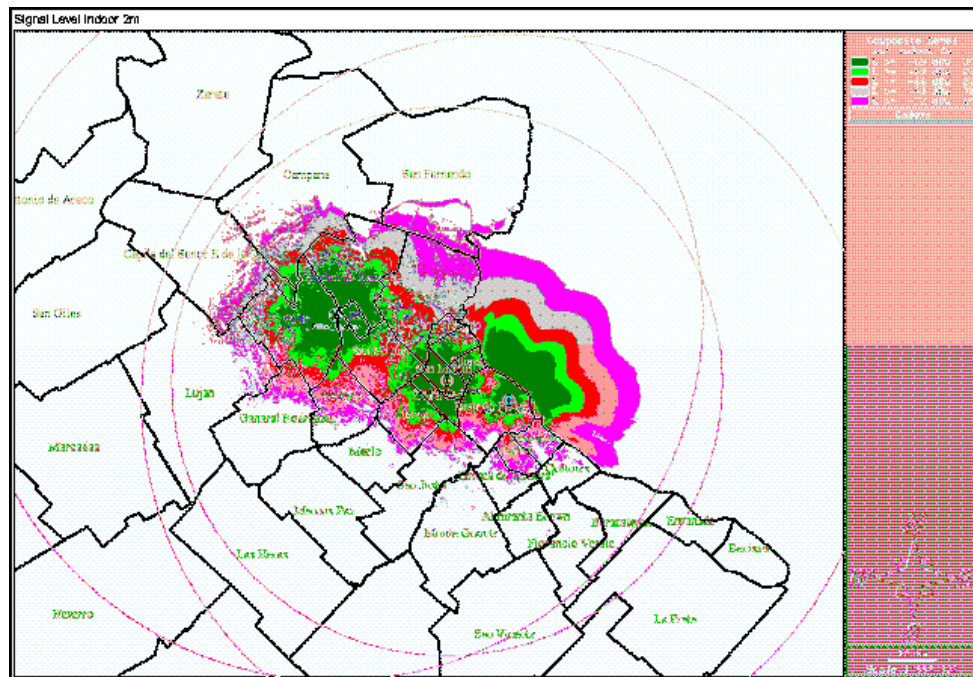
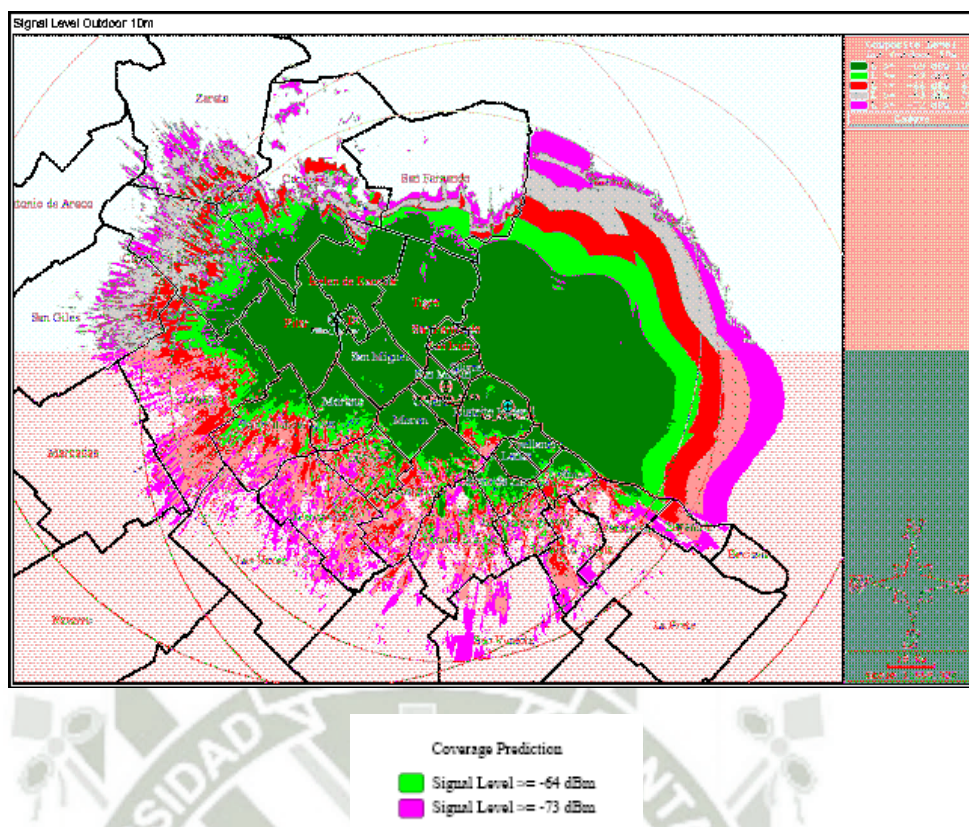


Figura 34 Interior Rx = 2m



2.3.4 COMPARACIÓN ENTRE COBERTURAS ANALÓGICA Y DIGITAL

- En lo práctico la extensión que cubre la televisión digital, debe aproximarse lo más que se pueda a la cobertura de la televisión analógica, sin embargo se debe tomar en cuenta:
 - La topografía del terreno.
 - Las antenas para transmitir digitalmente en el caso que sean nuevas se orientan a un punto del área de cobertura determinado, y ya no como era antes que se tenía que enfocar hacia el horizonte.
 - Se puede usar gap-fillers o repetidores para dar cobertura a esas zonas donde no llega la señal debido a obstáculos lo que solucionaría el problema.

Escenarios para la transición (I): Uso de la antenna antigua

Básicamente el tipo antenna es indiferente en la transmisión de señal digital como analógica.

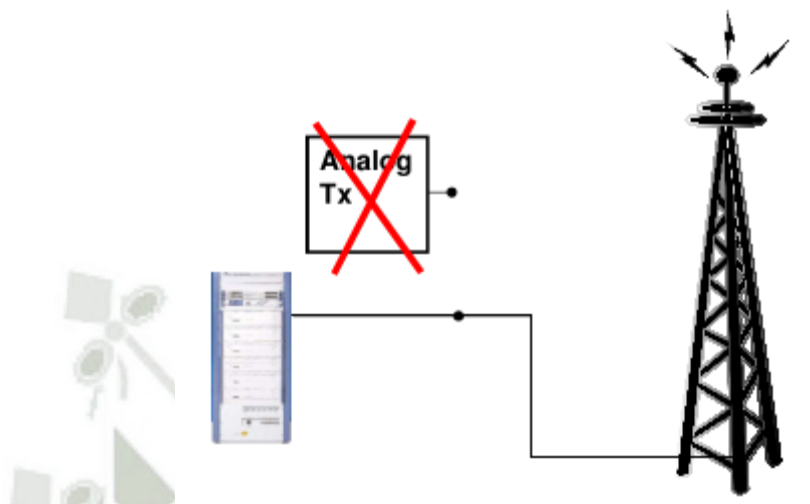


Figura 36 Uso de antenna antigua

Checklist:

- Verificación de la máxima potencia (generalmente aproximado a 70% de la potencia teórica de los transmisores analógicos es permisible)
- Medir el Voltage Standing Wave Ratio (VSWR) en el caso que se escoge un nuevo canal. En el caso que el canal sea el mismo entonces los valores de VSWR son tolerables.
- Comprobar los diagramas de radiación y la ganancia que es generada, con los fabricantes de las antenas en el caso que un canal nuevo fuera escogido.
- La polarización no se cambia.

Escenarios para la transición (II): Uso del sistema analógico + digital

Checklist:

- Comprobar potencia y el voltaje adicional del sistema radiante con el fabricante.
- Realizar la medición del VSWR resultante debido al canal digital adicional
- No se modifica la polarización.
- Verificación de los diagramas de radiación y de ganancia resultante del canal digital con el fabricante del sistema radiante.

Escenarios para la transición (ii): uso del sistema analógico + digital

Muchas de las antenas en VHF III y UHF son comprendidas como banda larga y se puede realizar la transmisión de múltiples canales en simultáneo. Se necesita la utilización de un equipo llamado combinador.

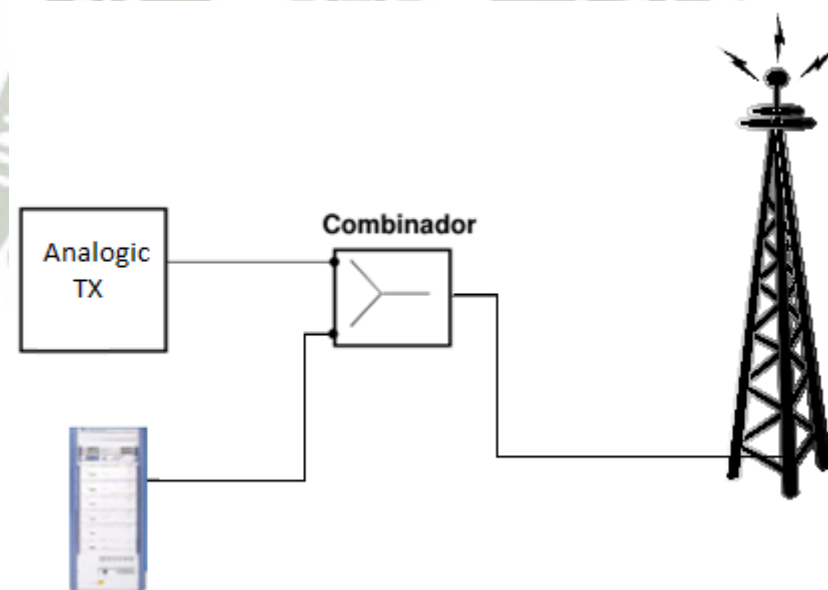


Figura 37 Uso de sistema Analógico + Digital



Figura 38 Estación "São Paulo" - Rede Vida

Escenarios para la transición (III): Antena adicional para la transmisión digital

Es recomendable adquirir una antena nueva en el caso que el VSWR o Voltage Standing Wave Ratio, de la antigua antena no permita el canal digital nuevo, o que el diagrama no pueda atender la demanda, o además si se solicite modificar la polarización. Lo que en muchos casos vendría a ser una solución más económica que adquirir un combinador.

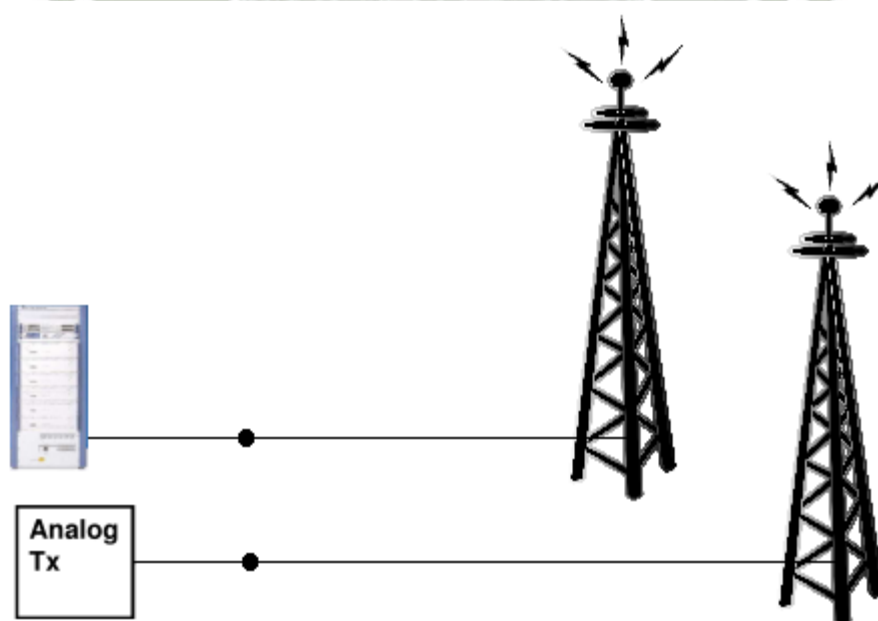


Figura 39 Antena adicional para la TX digital

Escenarios para la transición (III): Antena adicional para la transmisión digital

Checklist:

- El espacio y la sección utilizable en la torre tendrá que ofrecer óptimas condiciones para la puesta en marcha del sistema radiante.
- Se debe tener en cuenta las observaciones de algunas trabas como las arriostras o el espacio disponible para subir los feeder cables.
- No son muy convenientes para transmisiones omnidireccionales en UHF las torres que contengan secciones demasiado largas.
- Además la torre tendrá que resistir la carga del viento y el peso.

Escenarios para la transición (iv): uso conjunto de la infra-estructura

Es posible crear una estación maestra que se ocupe de un grupo de emisoras, lo que ayudara a disminuir los costos de mantenimiento de las estaciones digitales; y de inversión en el transcurso de la transición. Para esto se requiere un sistema de banda ancha.

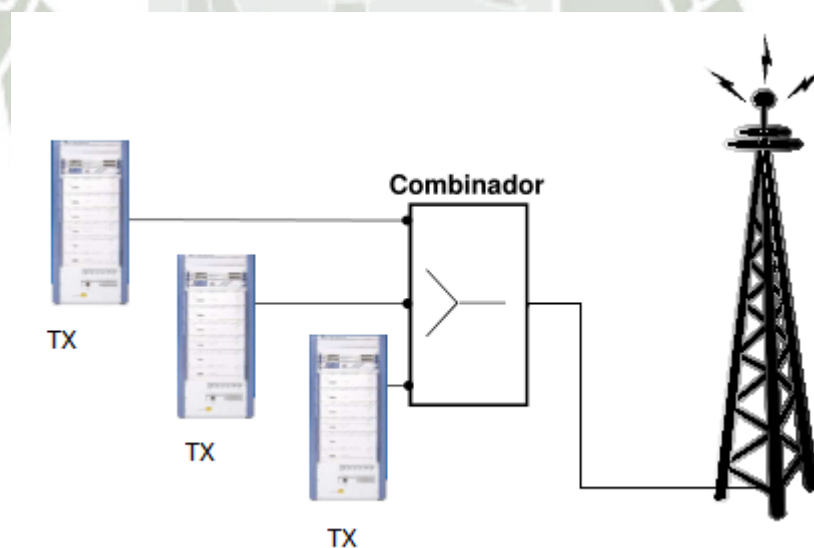


Figura 40 Uso conjunto de la infraestructura

Escenarios para la transición (iv): uso conjunto de la infra-estructura

Beneficios:

- Existe una disminución de la inversión en infraestructura en cuanto a operador.
- La elaboración del plan termina siendo más fácil.



Figura 41 Station "Salt Lake City" - DTV Utah

Diagramas de Radiación Horizontales Omnidireccional

TV Analógica

- Se acepta dntes desde 4 a 6 dB.
- Se utiliza de preferencia las bandas en VHF I y III.

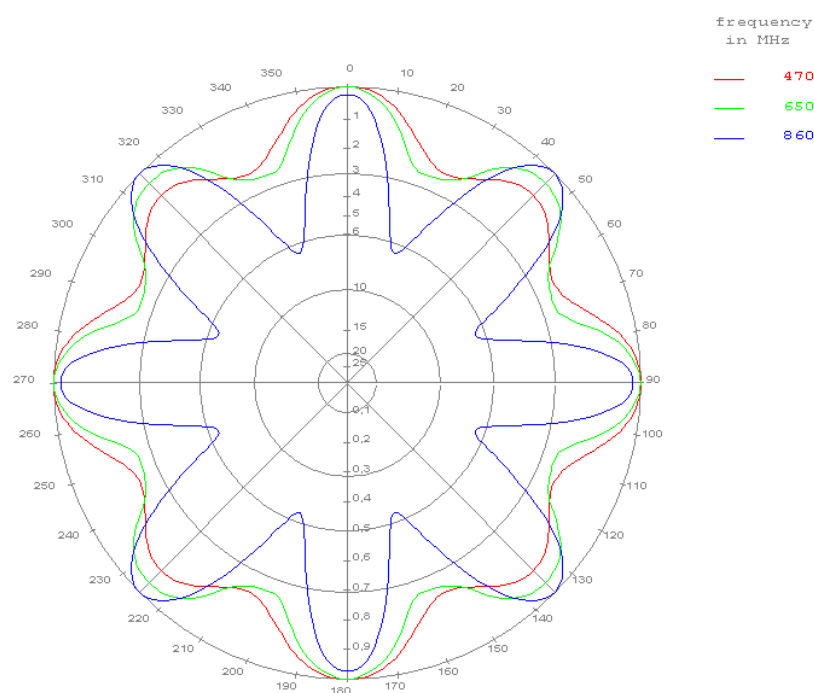


Figura 42 Diagrama de Radiación Horizontal TV Analógica

Televisión Digital Terrestre

- Anhelo por obtener una circularidad magnífica.
- Utilización reforzada en UHF, canales del 14 al 69 (470 a 806 MHz)
- Alteraciones sobre los bordes no deseadas (Efecto acantilado / Cliff Effect)

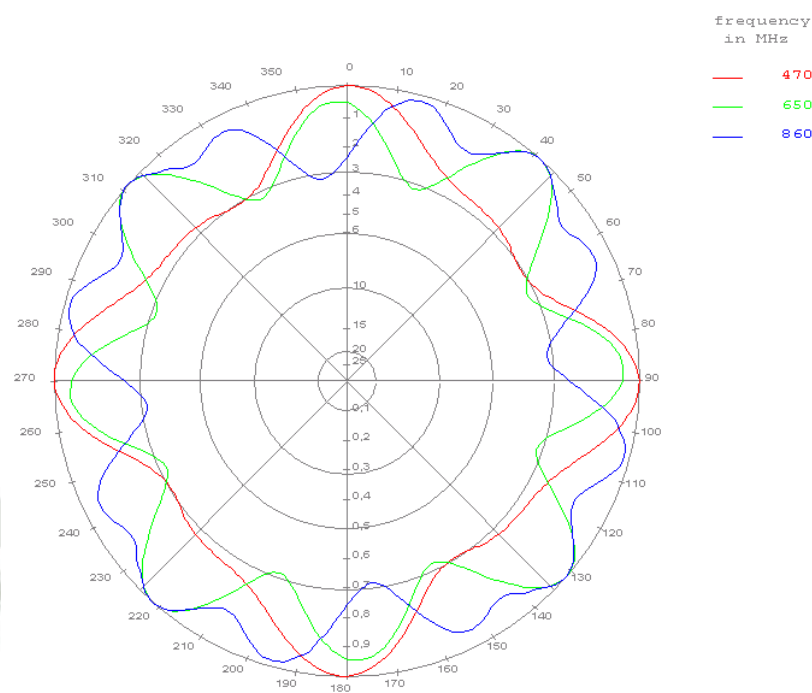


Figura 43 Diagrama de Radiación Horizontal TV Digital

Diagramas de Radiación Vertical

Televisión analógica

Principio de planeamiento:

- Distancia máxima de la antena para su recepción ubicada en el techo.
- Tilt apuntando al horizonte de radiofrecuencia.

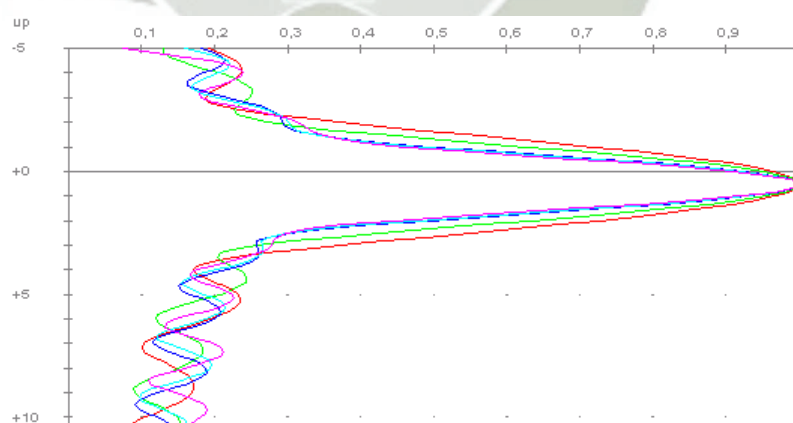


Figura 44 Diagrama de Radiación Vertical TV Analógica

Ejemplo: Torre Frankfurt, 337 m

Foco al horizonte de radio ~ 75 km

Beamtilt ~ 0,5 grados, para máxima cobertura

Televisión digital terrestre

Principio de Planeamiento:

- Una distancia determinada de las antenas de recepción pueden estar en el techo, móvil, portátil.
- Tilt posee sus límites bien determinados.

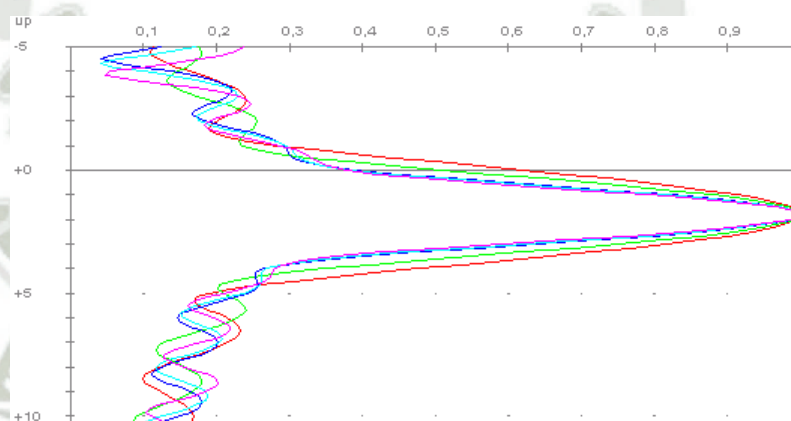


Figura 45 Diagrama de Radiación Vertical TV Digital

Es posible hacer Tilt Eléctrico con lóbulos laterales aceptables hasta de 5 grados.

Importancia del diagrama vertical

Consideraciones

- Repartición de la energía sobre la elevación
- La ganancia se verá incrementada mientras exista más pisos
 - Como regla se establece que si se duplica la altura del sistema, también tendría el doble de ganancia, la cual aumentaría en 3dB.
- Utilización de software para su optimización mediante los parámetros.
 - Mecánicos
- Offset tangencial o radial

- Downtilt
- Eléctricos
- Potencia de alimentación
- Fase de la señal.

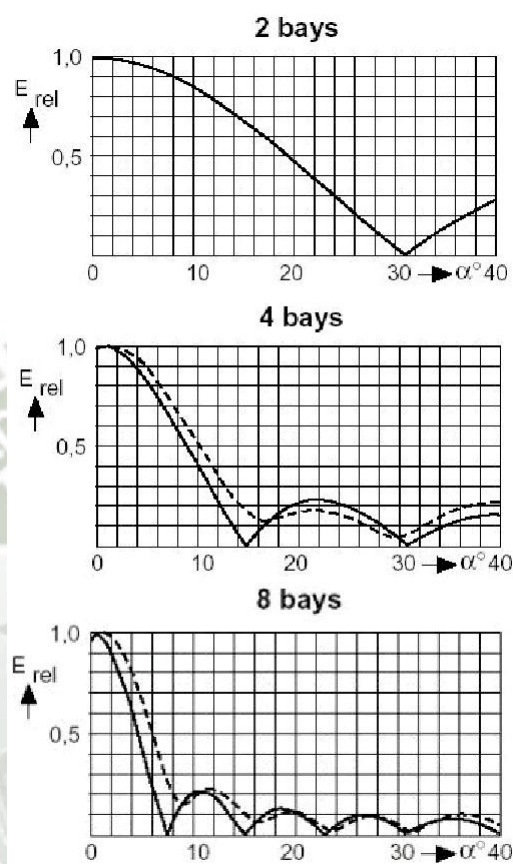


Figura 46 Diagramas Verticales, consideraciones

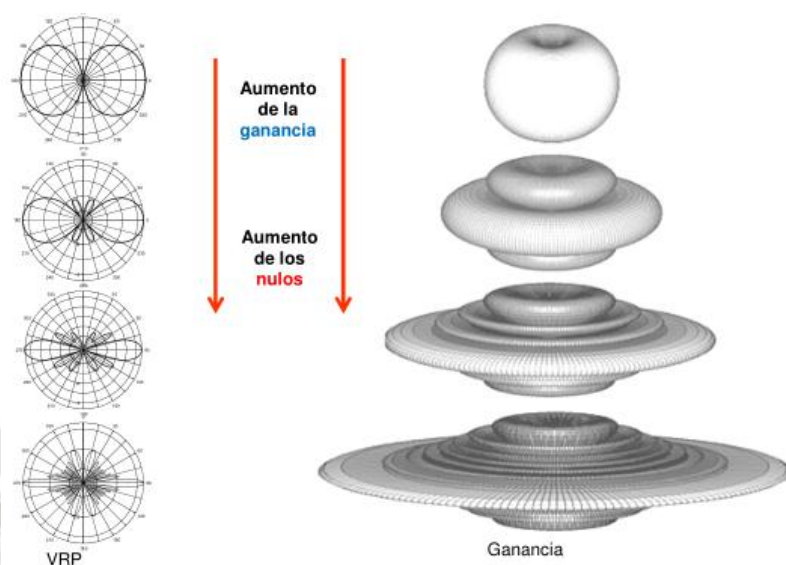


Figura 47 Relación entre ganancia por diagrama vertical

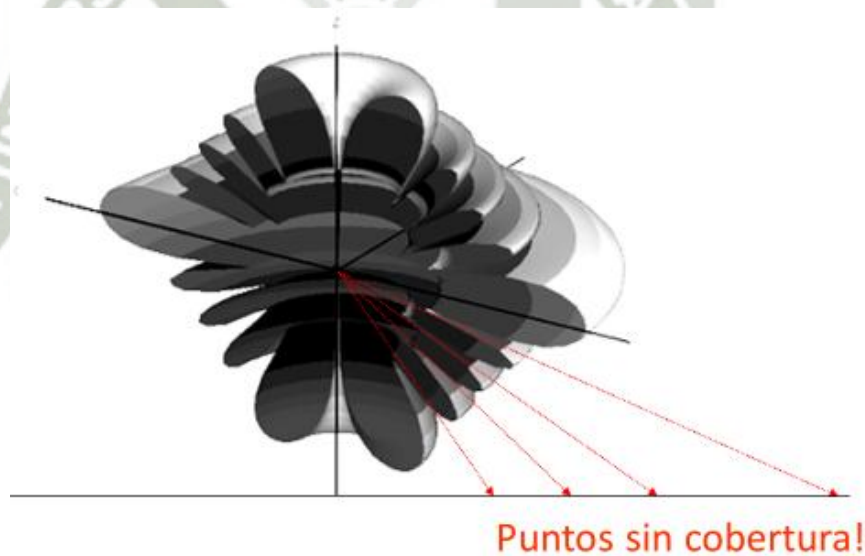


Figura 48 Formación de Nulos

Optimización del Diagrama Vertical

- ¿Porque NULLFILL?

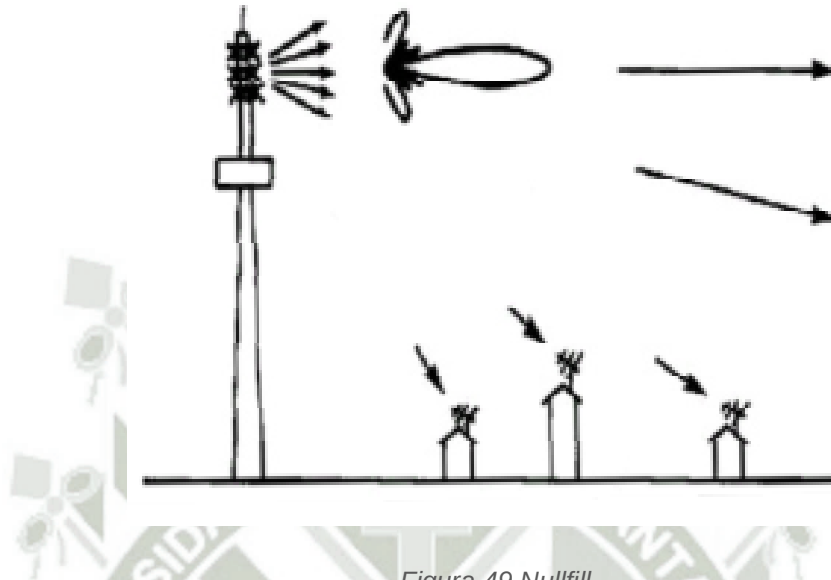


Figura 49 Nullfill

- Sirve para impedir la formación de nulos en la recepción cerca de la estación de transmisión.
- ¿Porque DOWNTILT?

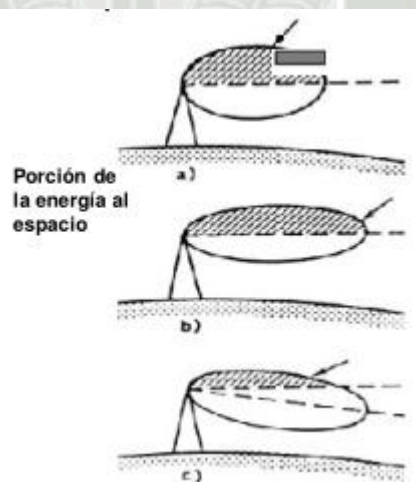


Figura 50 Downtilt

- Para impedir que se pierda energía en el aire o espacio.

Relleno de Nulos o Nullfill

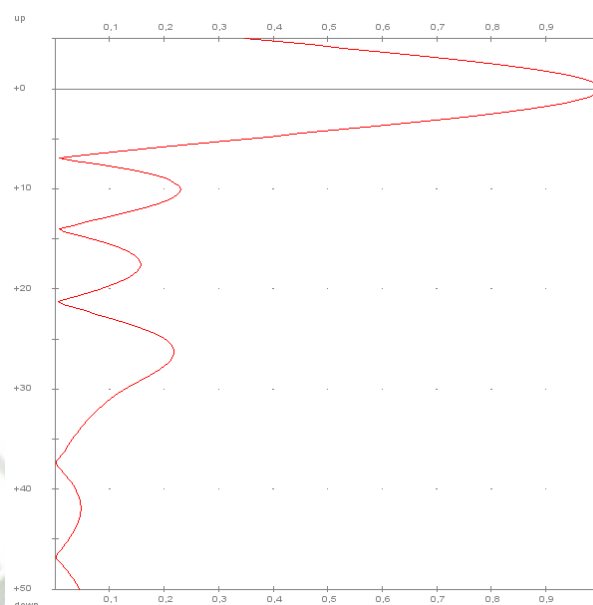


Figura 51 Diagrama Vertical sin NULLFILL

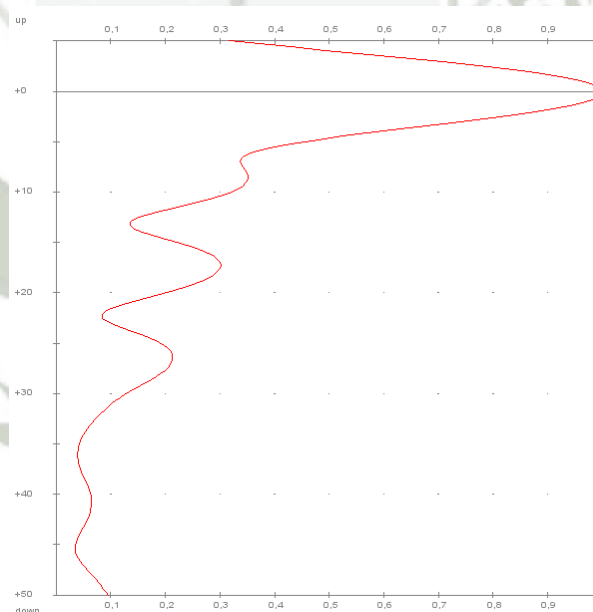


Figura 52 Diagrama Vertical con NULLFILL

VSWR – Relación Onda Estacionaria

Televisión analógica

- La señal es muy sensible al VSWR
- “Fantasma radiado“

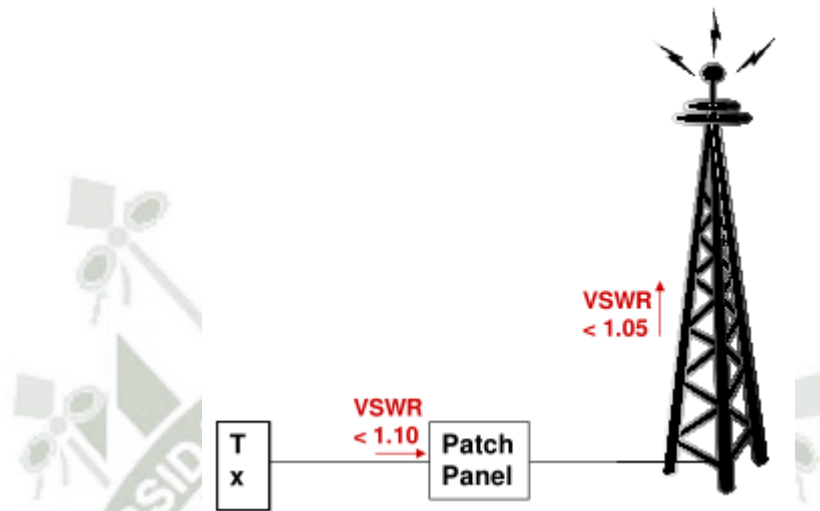


Figura 53 Optimización (hasta 3 canales análogos)

Televisión digital terrestre

- La señal tiene menor sensibilidad a la reflejada
- La señal reflejada puede perjudicar el transmisor.

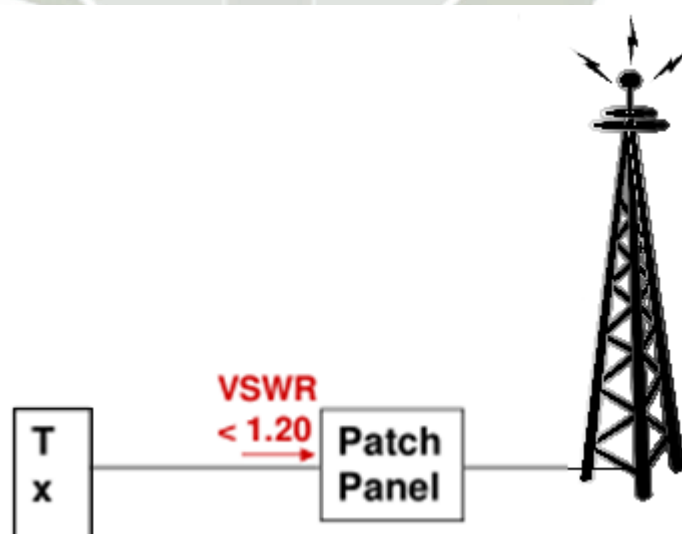


Figura 54 BROADBAND (hasta 9 canales)

Polarización

Polarización Horizontal

Asumimos que las ondas electromagnéticas reflejadas se ven afectadas en menor medida y también su atenuación es menor.



Figura 55 Antena en polarización Horizontal

Polarización Vertical

Se necesita debido a la ubicación de las antenas de dispositivos móviles y portátiles.



Figura 56 Antena Polarización Vertical

TV analógica:

- Debido a las señales reflejadas se producen imágenes fantasmas.
- Las estaciones televisivas de elevada potencia son mayormente polarizadas de manera horizontal.

TV digital terrestre:

- En la modulación digital no se perciben los inconvenientes de imágenes fantasmas.
- Permite el planeamiento de los servicios para su utilización en móviles o portátiles.

Ayudas computacionales

- Gratuito (Software Libre)
 - Radio mobile (se basa en el método de Longley-Rice)
 - P-map (creado por NHK, no se encuentra disponible lamentablemente)
- Propietarias
 - Pathloss (proporciona múltiples formas de cálculo)
 - Softwright (proporciona múltiples formas de cálculo)
 - Toolbox de Matlab
 - Los proporcionados por los mismos fabricantes de las antenas y transmisores (brindan una cobertura aproximada a sus usuarios, por ejemplo citamos algunos RFS, Rymsa y otros más).

Ejemplo de uso de software para la estimación de costos

PAGACION

er temas relevantes en todo el proce
obertura TDT.

recomiendan y respaldan los modelos d
es efectivas.

kumura Hata, Longley-Rice y el de la UIT
eralmente.

Figura 57 Ejemplo de uso de software para la estimación de cobertura

- 961
a, Longley-R

2.4.1 REVISIÓN DE CONCEPTOS DE LA PROPAGACIÓN DE ONDAS PARA UHF

• Las características de propagación impuestas para el caso transmitir de manera inalámbrica para televisión en banda UHF va a depender de los obstáculos que se atraviesen en el recorrido de propagación:

- Tipo del suelo (desértico, frondoso, con vegetación, etc.)
- Cerros, montañas, lomas, colinas.
- Rascacielos, edificios, etc.
- Sistemas de transporte subterráneo.

• Características eléctricas del terreno de la zona

- Conductividad.
- Constante dieléctrica.

• Condiciones meteorológicas de la zona

- Vapores, gases, smog.
- Lluvia, granizo, nieve, etc.

• Fenómenos físicos que evitan un ideal comportamiento:

- Dispersión, difracción y otros efectos que varían el recorrido de la señal
- El índice de refracción de la atmósfera y absorción atmosférica.

2.4.2 PROPAGACIÓN DE ESPACIO LIBRE

- En muy pocos casos resulta aplicable.
- En la propagación en ambientes reales, donde compromete situaciones complejas en la propagación, se comienza estudiando y observando condiciones ideales que tienen la simplicidad indispensable para orientarlo de forma analítica.

- En el caso de la propagación en espacio libre, asumimos condiciones donde, tanto el receptor como el transmisor se ubican en un espacio libre de obstáculos.

2.4.3 ANOMALÍAS EN LA PROPAGACIÓN

- La propagación se realiza a través de diferentes mecanismos que dependen de la frecuencia de la señal, además también el medio de transmisión inalámbrico muestra anomalías peculiares para cada caso, que se debe a que influye la atmosfera y la superficie por donde la atraviesa.
- Se analizara en principio en UHF debido a que en nuestro país se utiliza esta banda para la radiodifusión de la TDT.

Reflexión

- Es un fenómeno que sucede cuando la onda electromagnética choca sobre estructuras donde su tamaño es mayor que la de su longitud de onda.
- La onda que incide se divide en dos, una onda reflejada y una onda transmitida.

Banda	Mecanismo de Propagación	Efectos de la atmósfera y el terreno
UHF 300-3000 MHz	Propagación de difracción, visibilidad, reflexión y onda espacial (troposférica)	Se presenta efectos de refracción, multi trayectos y ductos (banda alta), difracción y obstrucciones por el relieve y la vegetación.

Difracción

- Debido al fenómeno de la difracción es que las ondas “doblan” las esquinas, o por otro lado atraviesan la ranura en una barrera.
- Las microondas, que poseen una longitud de onda de muchos centímetros, presentan los efectos de la difracción cuando impactan contra muros, cerros, picos de montañas y otras obstrucciones.
- Es debido a la obstrucción que produce que una onda modifique su curso y pueda doblar en las esquinas.

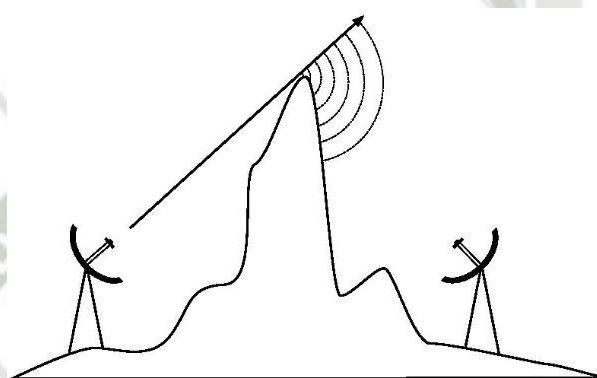


Figura 58 Ejemplo de la difracción

- Según la recomendación de propagación por difracción UIT-R P.526 nos detalla múltiples modelos matemáticos en los cuales se evalúan los efectos de la propagación en la magnitud de la señal que se recibe.
- Los cálculos dependen de la geometría y la clase de obstáculo usado como referencia para este caso.
- Para establecer una relación a la realidad del área de la tierra, la recomendación fija tres clases de terrenos donde va a actuar la difracción, y son los siguientes:
 - Terreno llano (difracción sobre tierra esférica).
 - Existencia de obstáculos apartados
 - Terreno ondulante.

- La difracción en terreno ondulante estima la existencia de pequeñas lomas sin alguna mayor obstrucción y se sugiere la utilización de la recomendación UIT-R: P.1546 para esta banda de frecuencia, como la más apropiada para la predicción del nivel de intensidad de campo, a pesar que éste en realidad no represente una forma de propagación por difracción.

Difracción sobre tierra esférica

- Puede considerarse liso el área terrestre en el caso que las irregularidades sean del orden de $0,1R$ o de menor valor, donde R equivale al máximo valor del radio de la 1ra zona de Fresnel en el recorrido de la propagación.

Difracción sobre obstáculos aislados

- Debido a la difracción se tiene los escenarios principales:
 - Un único obstáculo tipo filo de cuchillo.
 - Un único obstáculo de forma redondeada.
 - Difracción debido a varios obstáculos.
- Los cálculos implican algunas consideraciones matemáticas basadas en funciones jacobianas y de gráficos que podrían usarse para tal finalidad.

Obstrucciones debidas al relieve

- En áreas metropolitanas donde la señal llega a los receptores como la sumatoria de un grupo de elementos que han seguido diferentes vías de propagación, por ende definen amplitudes y fases aleatorias, originando una señal resultante que tendría una amplitud y fase variable en función de la amplitud y fase de las elementos que lo constituyen.
- La presencia de un desplazamiento temporal entre cada elemento dado a su distinto recorrido involucra que en el equipo receptor sea posible ejecutar una adición constructiva o destructiva que va a depender de la fase relativa en los componentes.

- En el caso de la recepción de TV digital este efecto es muy importante.
- Se usan modelos estadísticos para la descripción de la distribución y el comportamiento de tales efectos de multi trayecto, en función a algunas consideraciones del medio, ya que es casi imposible un riguroso análisis de la realidad.
- Para el análisis del planeamiento de redes de frecuencia única (SFN), es muy importante considerar el tema de los multi trayectos, que se utiliza en la estimación de probabilidades de la cobertura en la zona donde se asignará el servicio.
- Cuando existe un componente dominante o rayo directo, según indica el modelo estadístico de Rice, la resultante tiende a distribuirse.
- En cambio, en el caso que todas las componentes tengan similares valores de amplitud instantáneas, la resultante sería del tipo Rayleigh, que se produce comúnmente cuando no hay un rayo directo, porque se encuentra en una zona de sombra.

2.4.4 MÉTODOS DE PROPAGACIÓN

- Es importante para la planificación del servicio de radiodifusión la estimación de la pérdida ocasionado por la trayectoria.
- Cuando se conocen los mecanismos de propagación hay la posibilidad de evaluar esta pérdida, no obstante los servicios de radiodifusión son del tipo punto-multipunto (zonal), lo que significa una gran diversidad de perfiles de terreno, desde el transmisor a cada punto de recepción, teniendo en consideración los efectos de la curvatura de la tierra y/u otras obstrucciones aisladas que podrían surgir.
- Resulta para este caso, impráctico el cálculo de propagación para cada punto receptor
- Se desarrollaron métodos semiempíricos de estimación para el cálculo de la propagación con la meta de facilitar la planificación en estos casos.

- Las consecuencias provocadas en la señal debido a la transmisión inalámbrica se pueden dividir en dos tipos:
 - En la propagación de gran medida involucra la alteración de la potencia promedio de la señal que se recibe para el caso de distancias muy mayores a su longitud de onda.
 - En la de pequeña medida se ve involucrado el análisis de las fluctuaciones de potencia de la señal que se recibe en trayectos del orden de su longitud de onda
- En el estudio de los efectos de gran escala se encuentran los modelos de propagación que admiten la estimación de la potencia promedio de la señal en el receptor y su vez se posibilita el planeamiento de los servicios de radio-difusión.
- Los modelos de propagación surgieron a base de la recopilación de mediciones que han sido normalizadas y mostradas en tablas para su uso próximo.
- Fue debido al avance tecnológico en herramientas de software y la potencia de microprocesadores de computadoras que los modelos de predicción de propagación se volvieron más y más complejos.
- Los métodos están basados en mediciones de campo, los cuales son denominados métodos empíricos, y parten de la práctica.
- Estos procedimientos son sencillos de aplicar y son muy útiles, sin embargo no son muy exactos con los resultados, por tanto deberían de comprobarse con las mediciones en campo.
- Básicamente la experiencia en la utilización de los múltiples métodos en contraste con las mediciones nos ayudara a elegir el método más adecuado en un caso particular.

Métodos típicamente usados

- Log-distance
- Longley-Rice (Radio Mobile)
- UIT-R: P.1546
- Okomura-Hata
- Varnets-Vigant
- P-Map (NHK)
- Etc

Radio Mobile

- Utiliza el modelo de Longley-Rice, ITS o (Irregular Terrain Model)
- Su licencia es gratuita, y es muy divulgado en las universidades y entidades que disponen de cortos presupuestos para conseguir o crear software personalizado y especializado.
- El software original en un principio fue elaborado en FORTRAN y posteriormente trasladado a lenguaje C++.
- Se comprueba con mediciones para validar su exactitud. (con una tolerancia de +/- 5%)

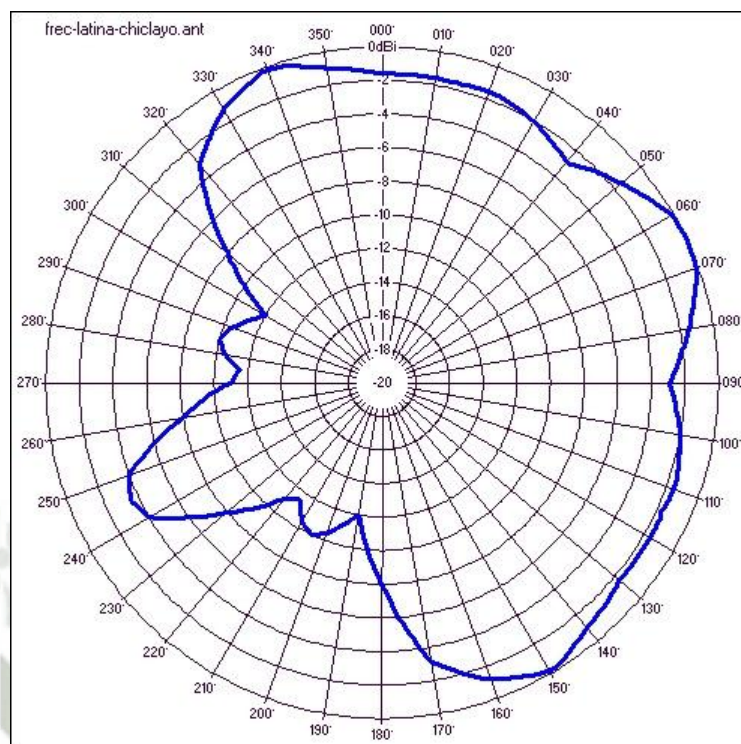


Figura 59 Patrón de radiación de la antena de transmisión (ejemplo)

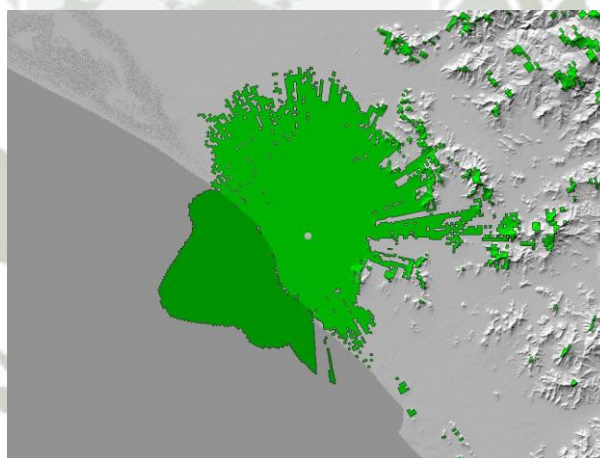


Figura 60 1 KW ERP

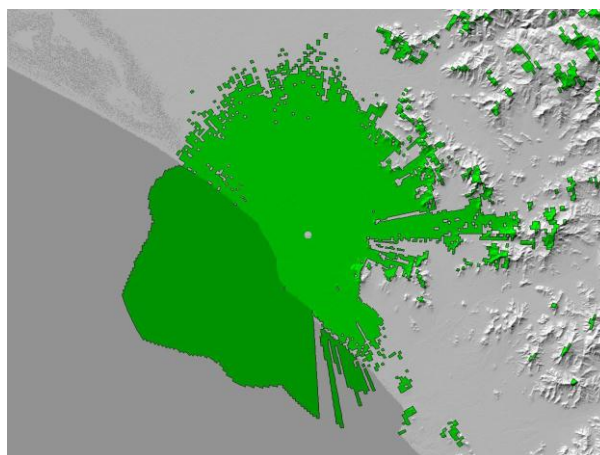


Figura 61 5 KW ERP

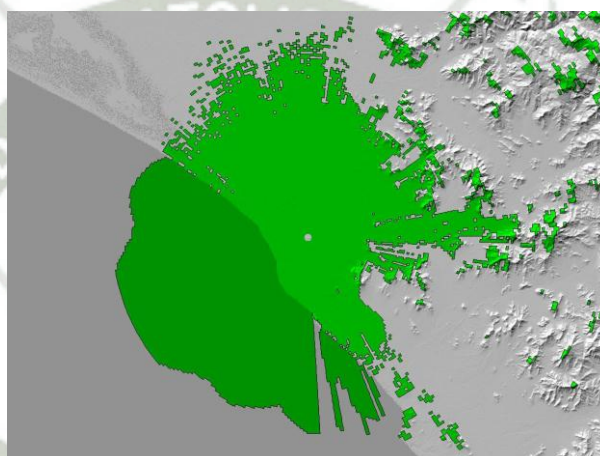


Figura 62 10 KW ERP

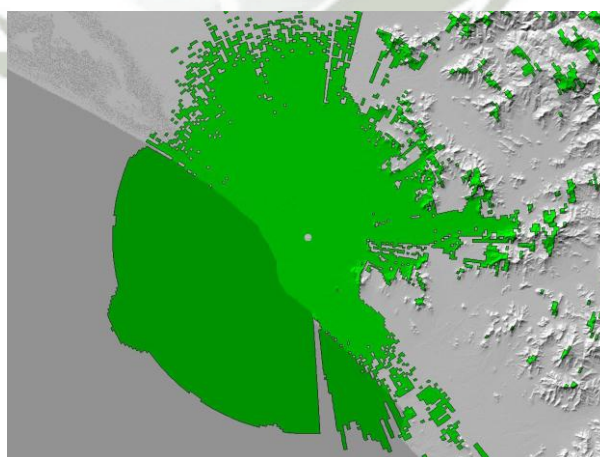


Figura 63 20 KW ERP

Okomura-Hata

- Este modelo estructura el modelo de estimación que presentó en 1968 el ingeniero japonés Y. Okumura.
- Okumura se encargó de desarrollar unas mediciones en la metrópoli de Tokio y lo estructuró en un grupo de curvas las cuales muestran valores de atenuación media de la señal aplicada a un área casi plana.
- Masahura Hata propone un modelo computacional mediante fórmulas para la pérdida de trayectoria basada en las curvas desarrolladas por Okumura,

UIT-R: P.1546

- Su naturaleza es de carácter empírico y producto de un acuerdo internacional y reemplaza a la Recomendación UIT-R P.370-7 (suprimida en Octubre del 2001).
- La UIT-R P.1546 expresa un grupo de curvas normalizadas que se usan para calcular el valor del campo eléctrico en enlaces de terreno punto a zona, en el rango de frecuencias que van de 30 a 3000MHz y distancias entre 1 a 1000km.
- En la actualidad se utiliza la versión P.1546-4 (Octubre 2009).

Log-distance

- Se tiene en cuenta la pérdida de la trayectoria depende de manera logarítmica de la distancia.
- Es importante señalar que este modelo puede usarse para una gran variedad de bandas ya que no depende de la frecuencia.
- La limitación de su validez va a depender del exponente de propagación n , donde las características de propagación que condicionan el canal van implícitas.

- En la tabla que se muestra a continuación se puede observar los valores característicos de los exponentes de propagación que se obtienen en entornos de recepción móviles

Exponentes de propagación para diferentes entornos

Entorno	Exponente de propagación (n)
Espacio Libre	2
Área urbana	2.7 a 3.5
Zona de sombra urbana	3 a 5
Línea de vista en edificios	1.6 a 1.8
Obstrucciones por construcciones	4 a 6
Obstrucciones por fábricas	2 a 3

Modelo Log-distance con regresión múltiple

- Célio Lucio (año 2009) en Brasil, utilizó los mismos fundamentos para el ajuste de un modelo de múltiples regresiones para el cálculo de la propagación de la TV digital en Curitiba, donde presentó adaptaciones de acuerdo a su peculiar entorno.
- Este se puede determinar como modelo log-distance bajo circunstancias de propagación diferenciadas en regiones separadas a partir de ciertas distancias específicas desde el transmisor, comúnmente denominados puntos de ruptura o "break point".
- Una rutina que se repite sobre los datos que se obtienen permitirá el reconocimiento de los valores adecuados para las variables que se desconocen, de tal forma que el modelo responda de una manera satisfactoria a las mediciones realizadas en campo.
- El determinar la ubicación denominada "punto de ruptura" es un parámetro importante en los resultados.

- Comúnmente el modelo de regresión doble brinda un mayor rendimiento frente al modelo simple de regresión log-distance de un segmento.
- Este punto tiene la posibilidad de relacionarse con la teoría de las zonas de Fresnel.
- De acuerdo a este principio al punto de ruptura es determinado como la distancia en la cual el terreno comienza a obstaculizar la primera zona de Fresnel.
- De este punto en adelante, la atenuación comienza a ser más grave que en el caso cuando existen condiciones sin obstrucción y por ende, el exponente de propagación se ve incrementado, dando lugar a un modelo de doble regresión lineal.
- Una de las forma alternativas para encontrar el punto de ruptura seria a través de iteraciones, de tal manera que la curva tenga un ajuste óptimo, lo cual llevaría a que presente un error cuadrático medio menor (MMSE).
- Se ejecuta una comparación de rendimiento de los ajustes para los dos casos, donde presenta un mayor rendimiento el de aproximar el punto de ruptura usando el criterio de menor error cuadrático medio (MMSE).
- Para ubicar esta misma distancia es posible utilizar el criterio de minimizar el error cuadrático medio.
- Es debido a la angosta relación que existe entre este modelo y las mediciones de campo, que permite conseguir resultados óptimos y satisfactorios.

2.5 SIMULACION DE COBERTURA Y PROPAGACION TDT EN RADIOMOBILE

Se realizaron simulaciones de cobertura TDT en la ciudad de Arequipa usando el software RADIOMOBILE, para comprobar que la señal llegue a los receptores correctamente.

2.5.1 UBICACIÓN DEL TRANSMISOR

Coordenadas de la ubicación del equipo transmisor en la Universidad Católica Santa María

Latitud	-16.4064
Longitud	-71.52446
Altitud	2363.5

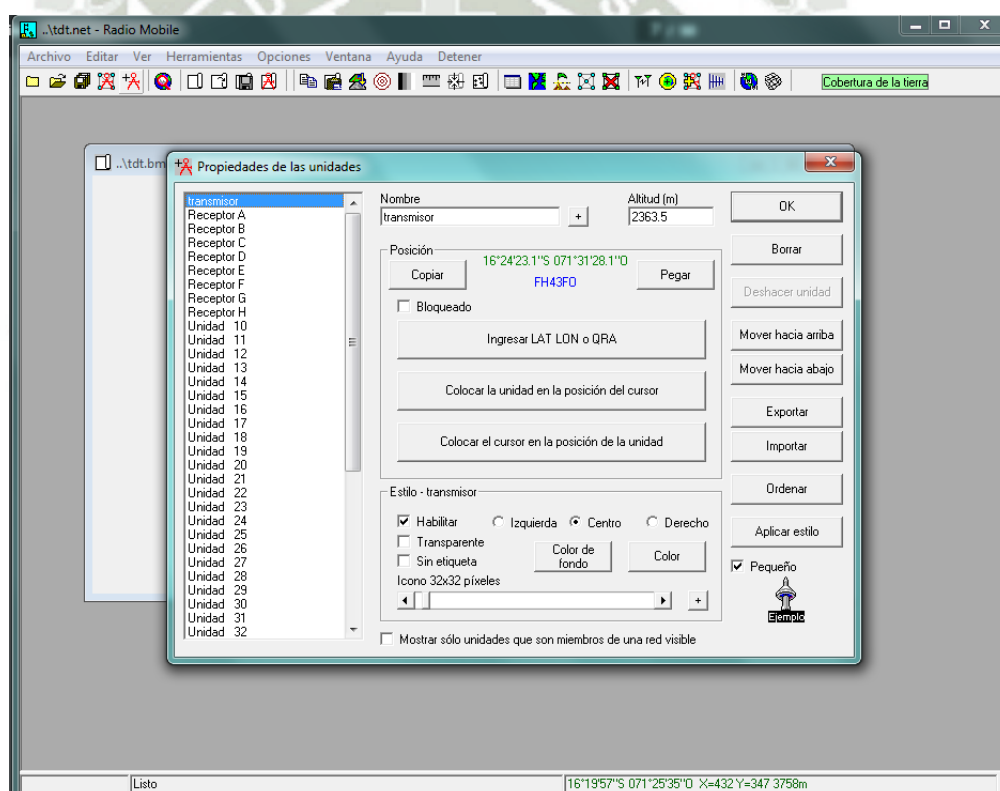


Figura 64 Configuración Unidad Transmisor

2.5.2 UBICACIÓN DE RECEPTORES

La siguiente tabla muestra las coordenadas de los receptores que recibirán la señal TDT, en varios distritos de la ciudad de Arequipa.

Receptores	Latitud	Longitud	Metros
Receptor A	-16.35	-71.57	2515.7
Receptor B	-16.40248	-71.447	2914.2
Receptor C	-16.42884	-71.45	2650.9
Receptor D	-16.48	-71.47	2522.7
Receptor E	-16.43737	-71.55476	2261.1
Receptor F	-16.36621	-71.52117	2521.8
Receptor G	-16.4184	-71.58972	2248.7
Receptor H	-16.46825	-71.52724	2325.5

2.5.3 CONFIGURACION DE LA RED TDT PARA AREQUIPA

Se agregaron los miembros (receptores) a la red TDT para su respectiva simulación de cobertura y propagación.

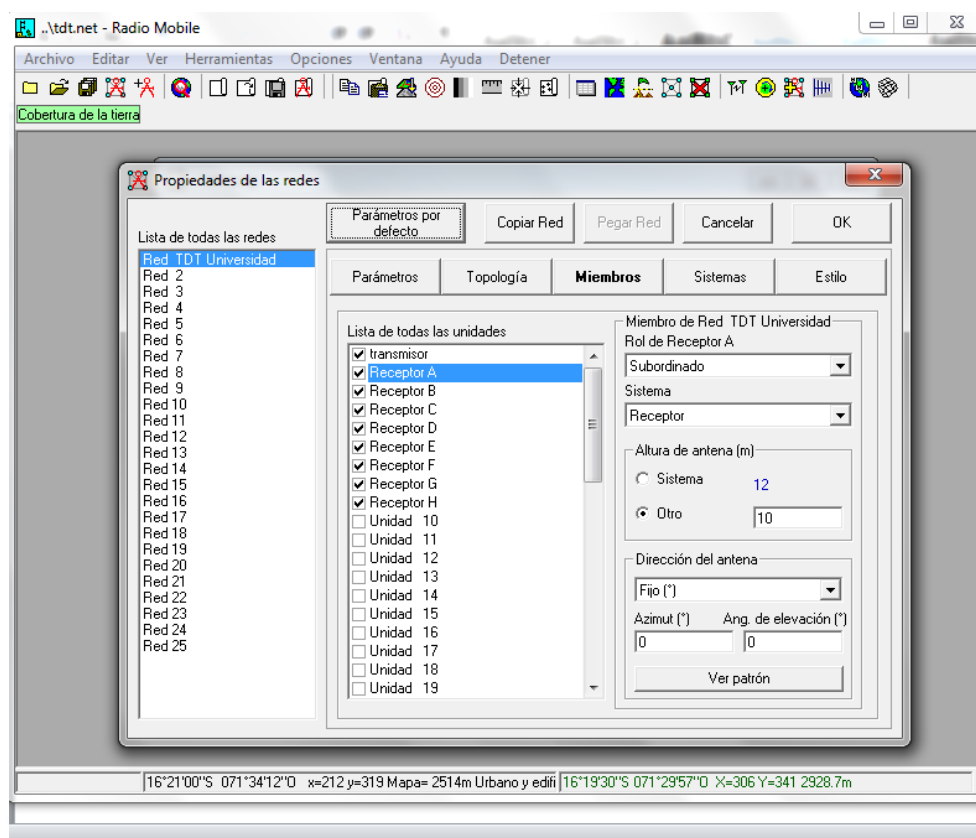


Figura 65 Configuración de RED TDT en Arequipa

2.5.4 CONFIGURACION DE PARAMETROS DEL TRANSMISOR

Se tomaron los siguientes parámetros:

- Potencia: 250W
- Umbral: 0.75uV
- Pérdida de la línea: 1.0 (cables, cavidades, conexiones, etc)
- Tipo de antena: Omnidireccional
- Altura de antena: 50m

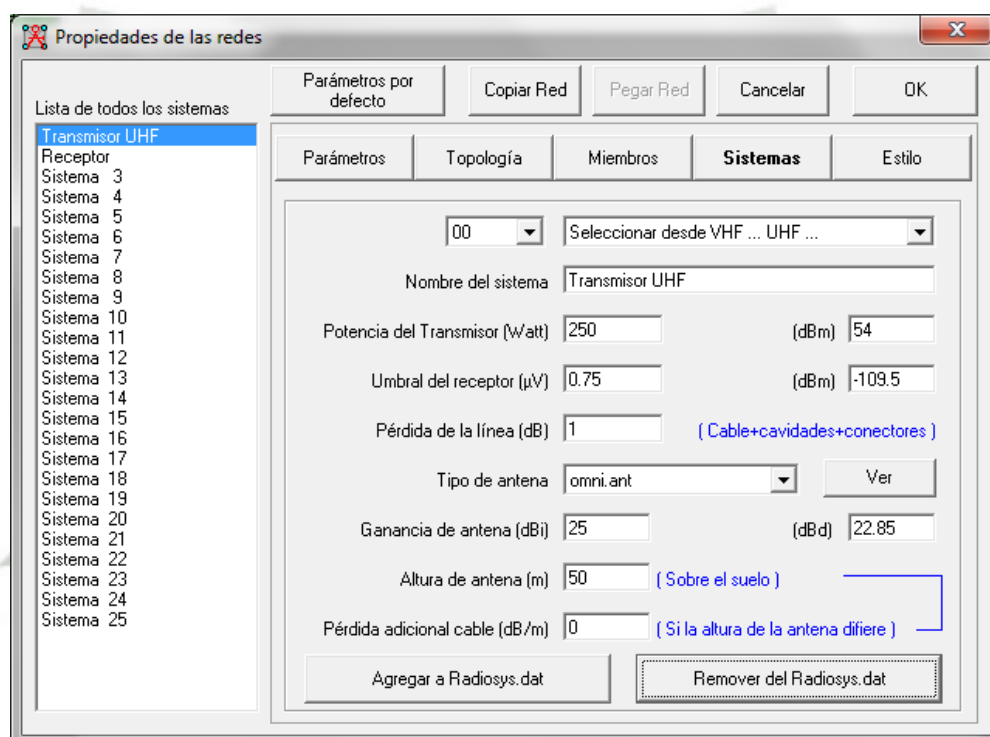


Figura 66 Configuración de Parámetros de Equipo Transmisor

2.5.5 CONFIGURACION DE PARAMETROS DE LOS RECEPTORES

Parámetros de los equipos receptores:

- Potencia: 0.3 W
- Umbral: 1uV
- Perdida de la línea: 1.48 (cables, cavidades, conexiones)
- Tipo de antena: Yagi
- Ganancia de la antena: 32 dBi
- Altura de la antena: 12m (desde el suelo)

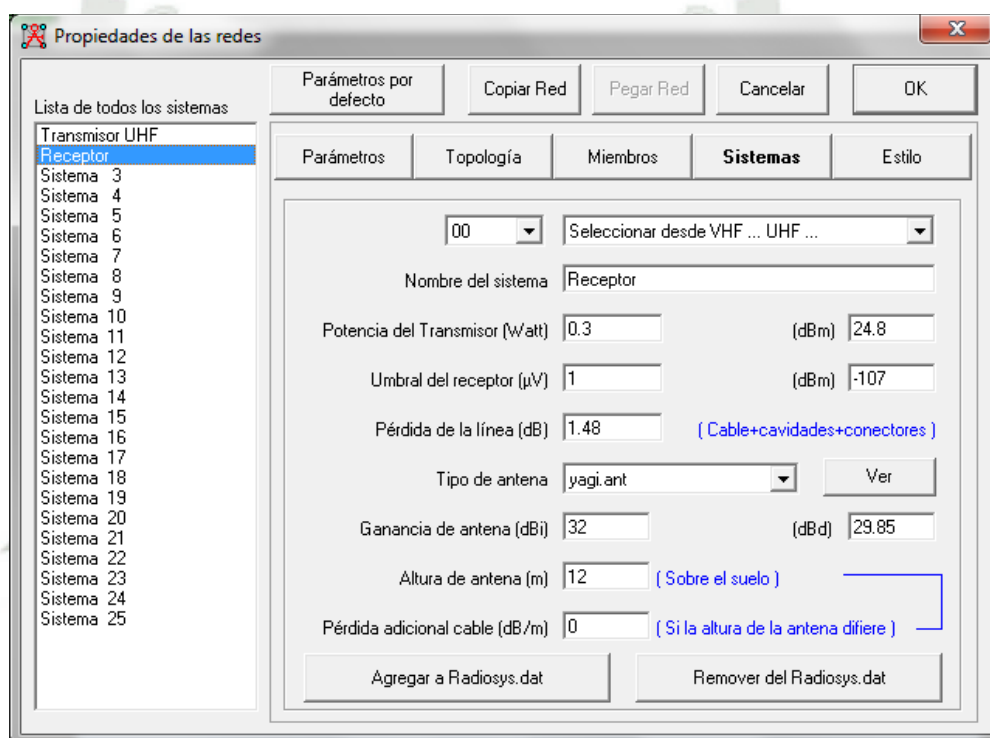


Figura 67 Configuración de Parámetros de Equipos Receptores

2.5.6 ASIGNACION DE RED TDT A RECEPTORES

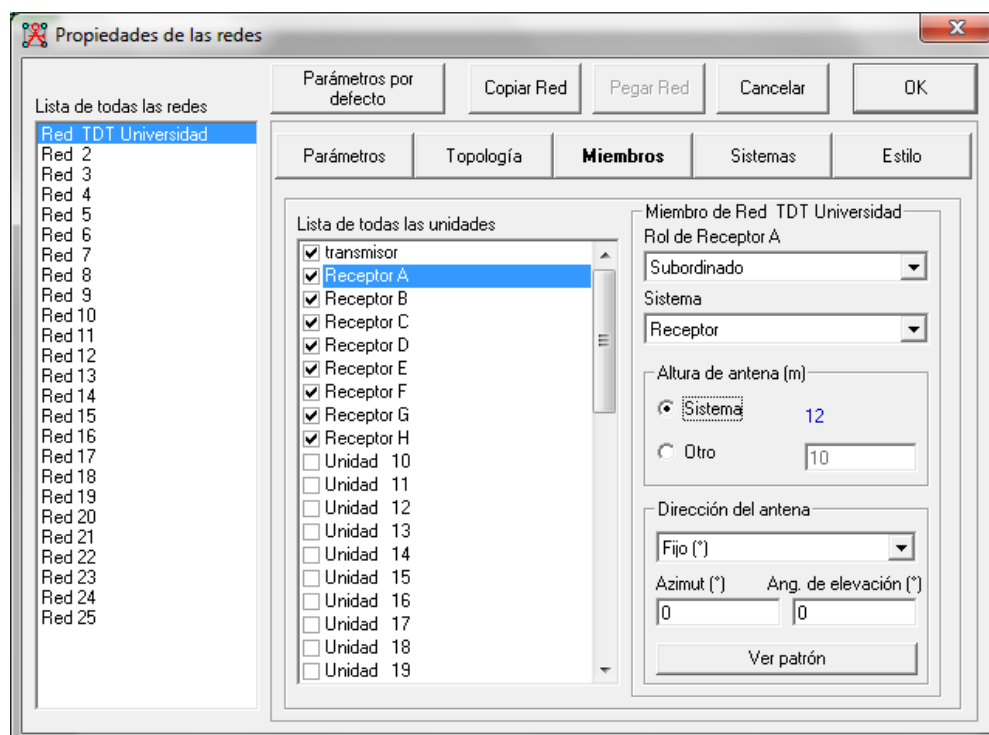


Figura 68 Asignación de equipos receptores a red TDT

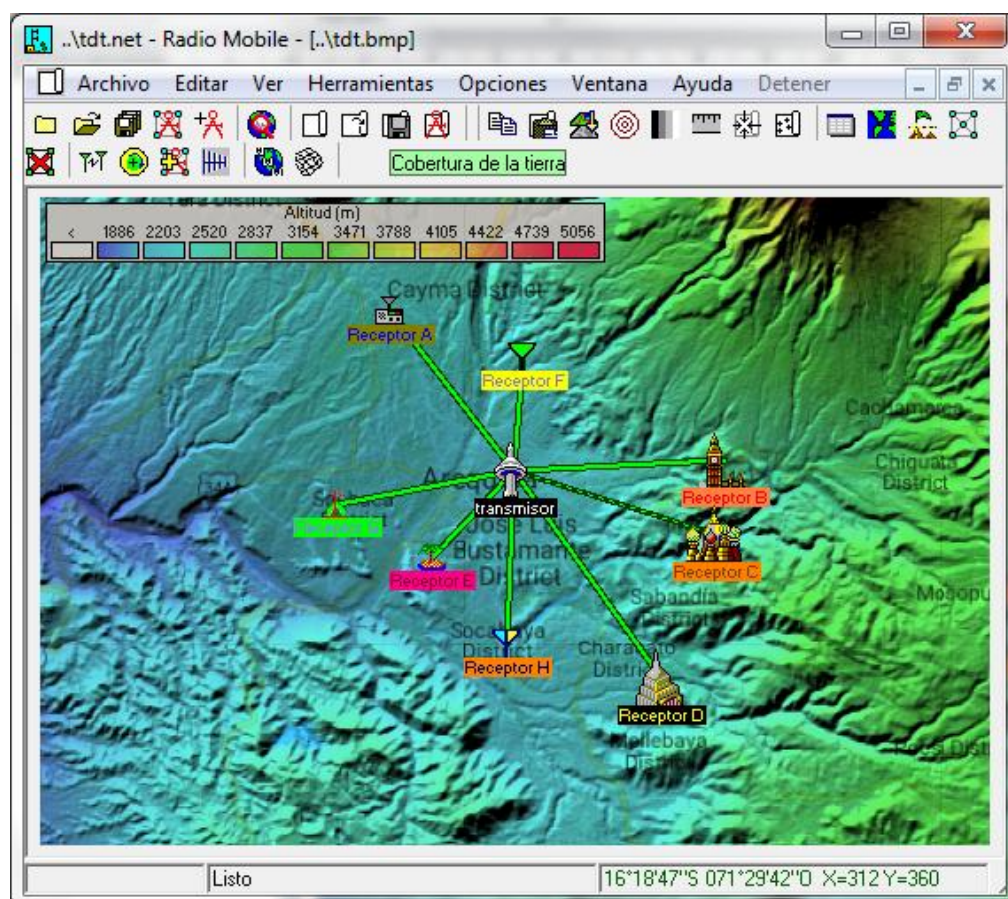


Figura 69 Mapa, ubicación de transmisor y receptores

2.5.7 ANALISIS DE ENLACE DE RADIO

Como se observa, no hay interferencias de ningún tipo, mantiene línea de vista, por tanto tiene buena señal

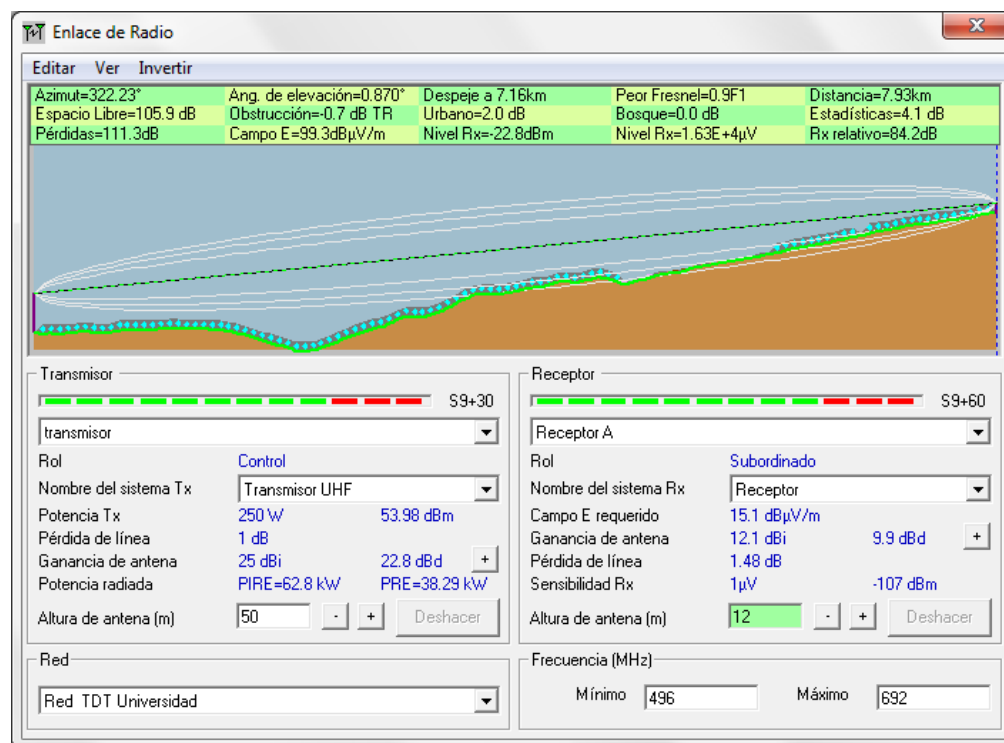


Figura 70 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor A

Para el receptor B, tener en cuenta altura de la antenna, para mejorar recepción.

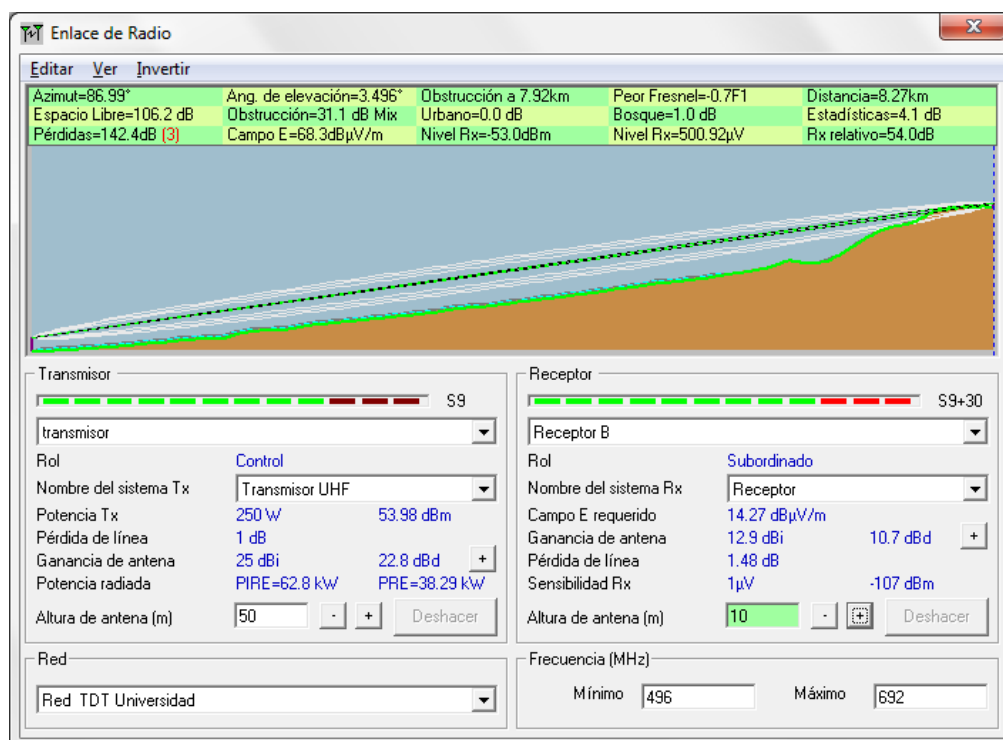


Figura 71 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor B

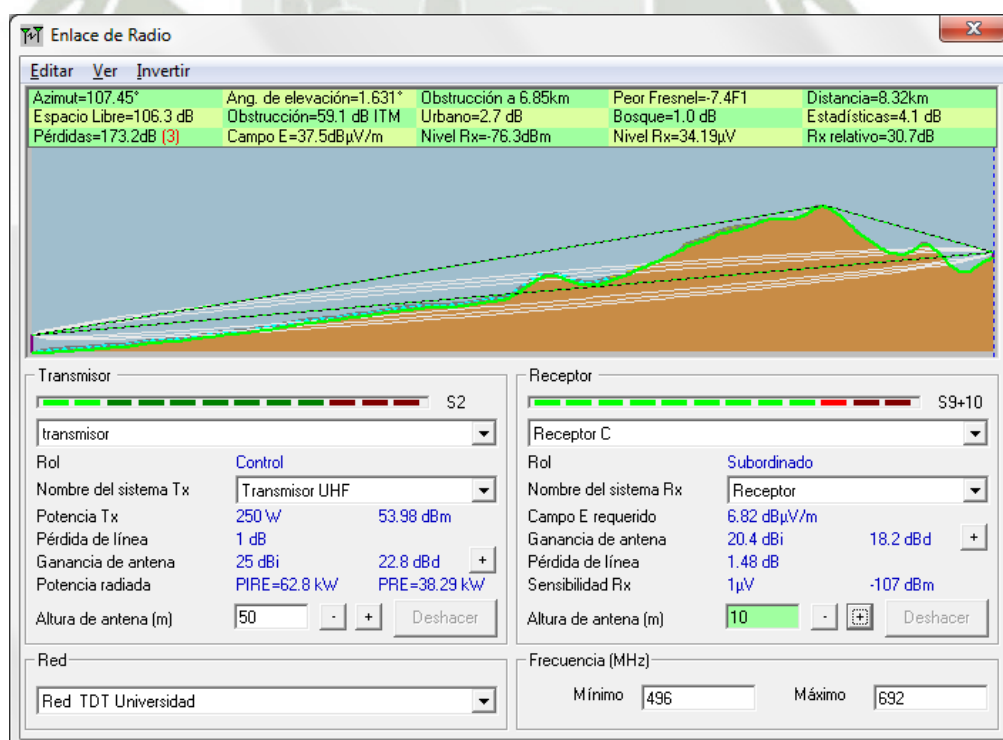


Figura 72 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor C

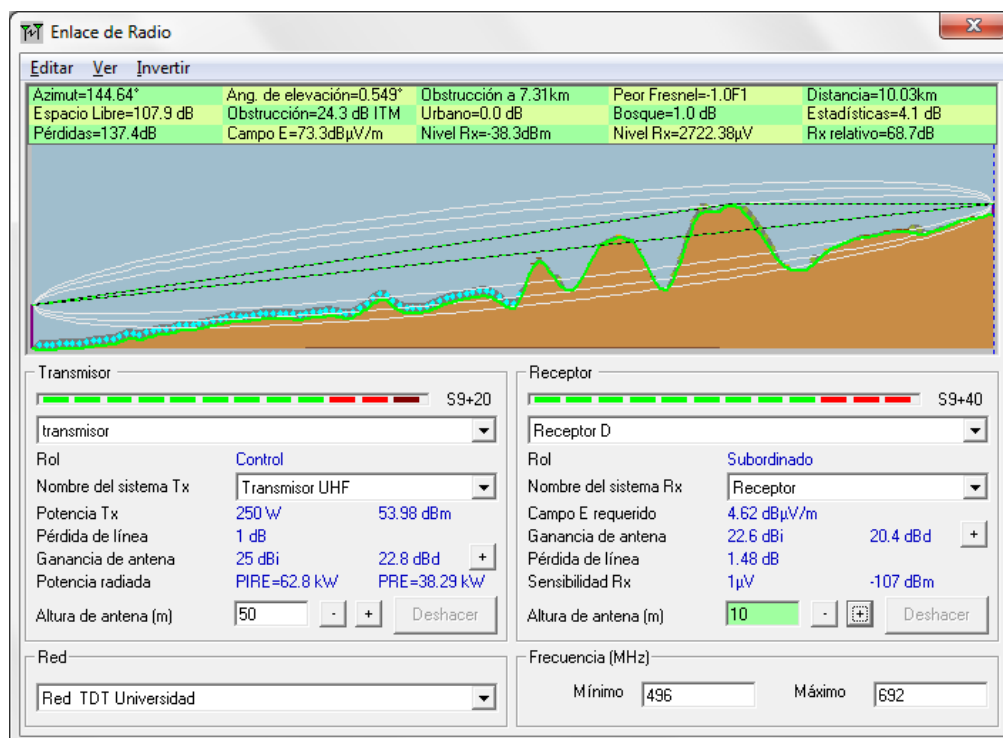


Figura 73 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor D

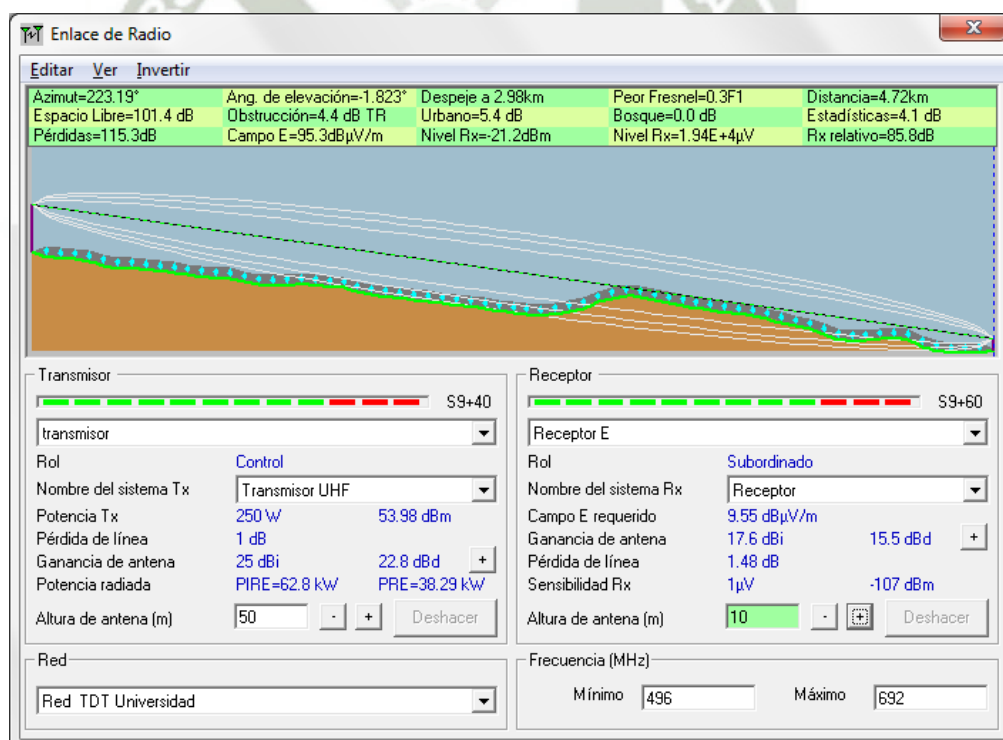


Figura 74 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor E

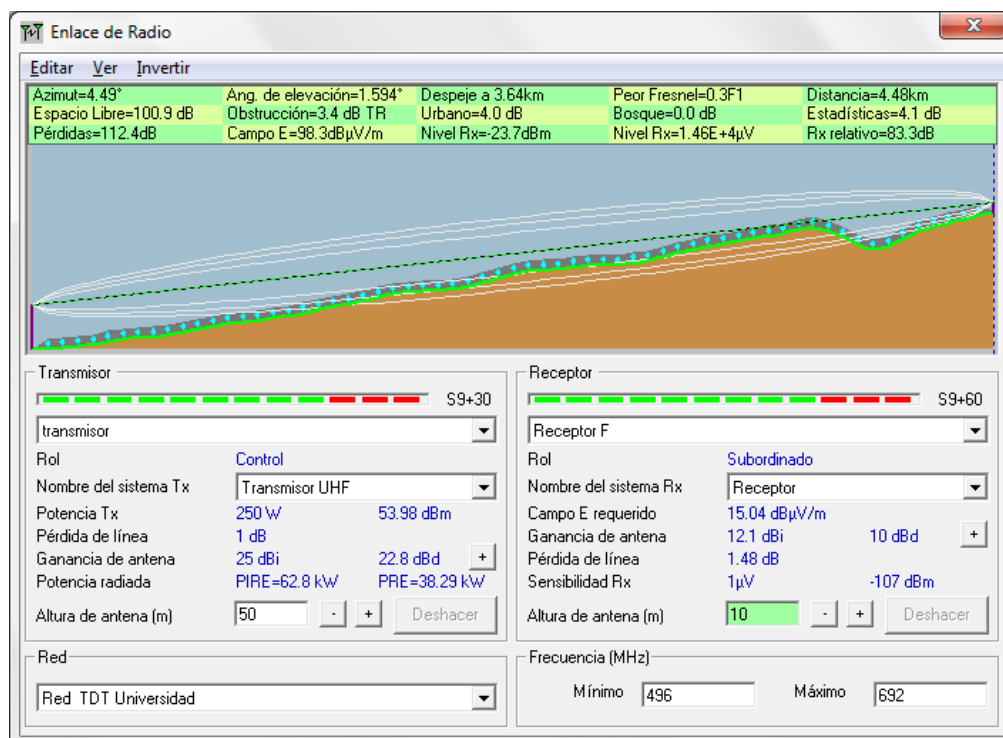


Figura 75 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor F

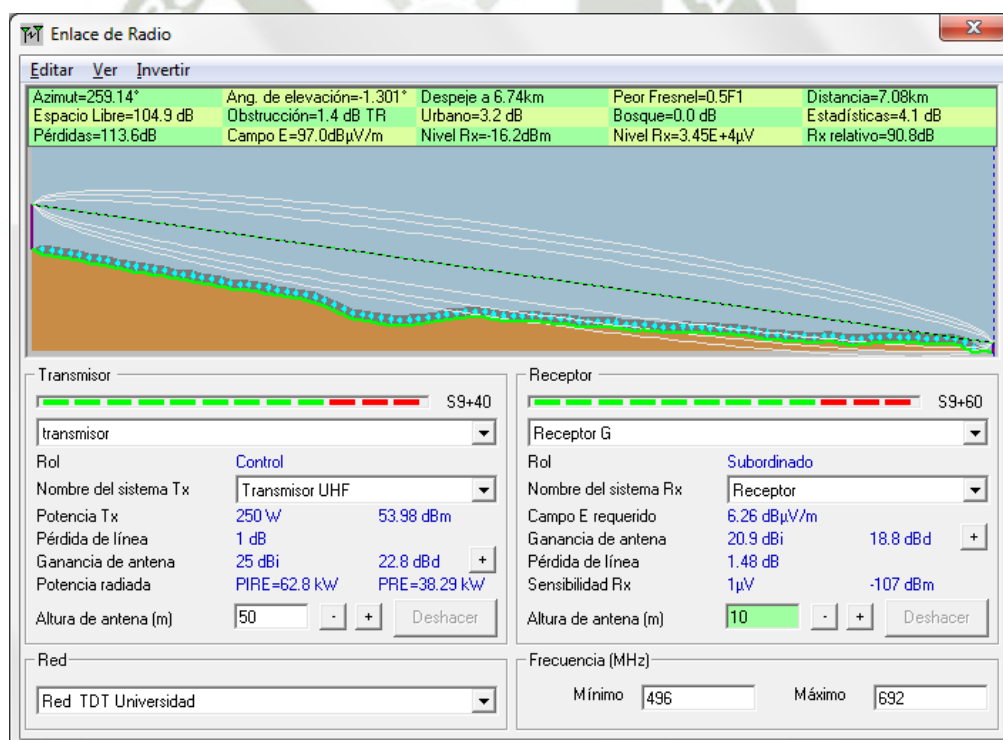


Figura 76 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor G

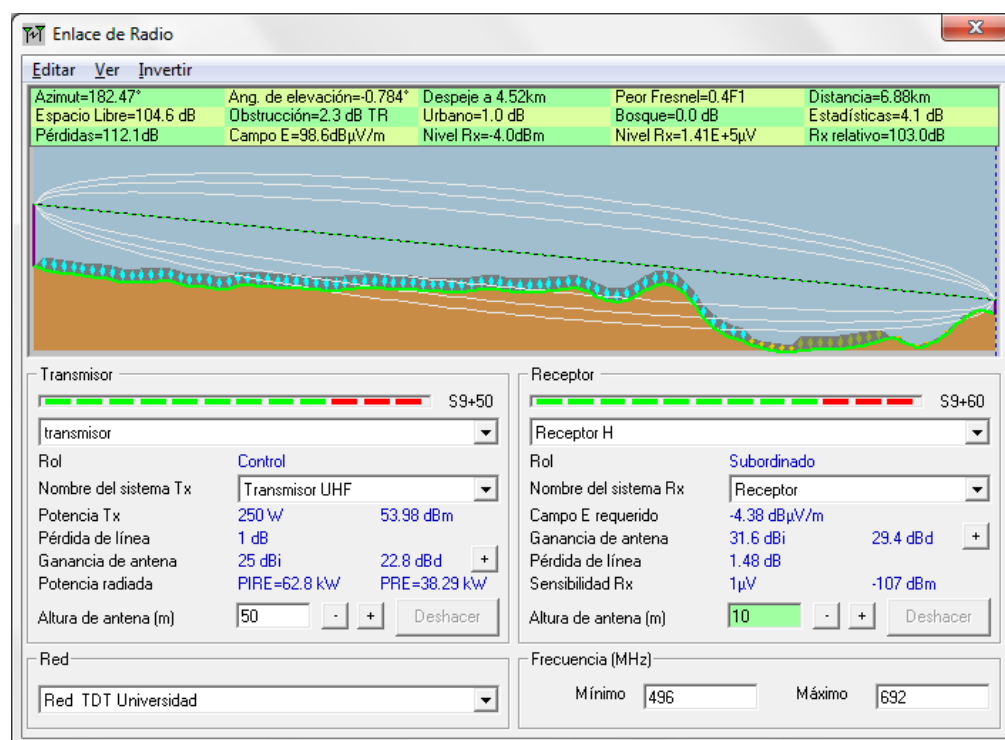


Figura 77 Análisis de Radio desde Transmisor a Receptor H

2.5.8 COBERTURA RADIO POLAR

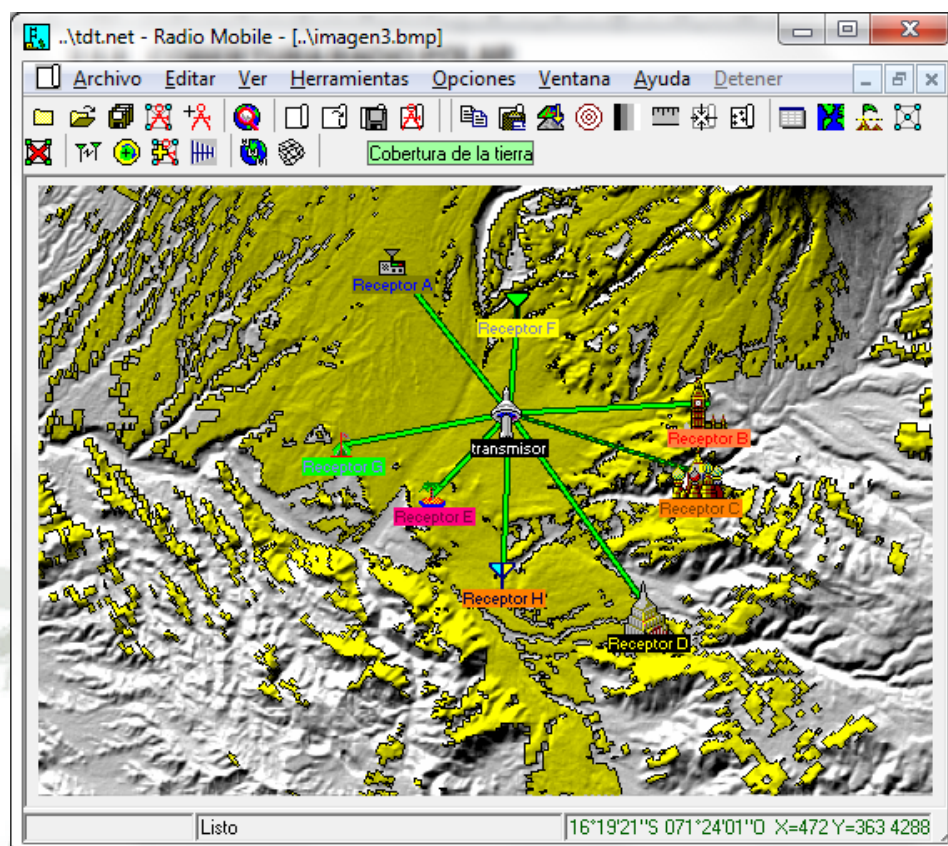


Figura 78 Cobertura Radio Polar de la red TDT

2.6 TELEVISION IP

IPTV o Internet Protocol Television), en español Televisión por Protocolo de Internet, es en estos días la denominación más típica que describe a sistemas de distribución por suscripción de señales de TV o vídeo utilizando conexiones de banda ancha sobre plataformas IP.

Por lo general este servicio se provee junto con una conexión a Internet, que es provisto por algún operador de banda ancha utilizando la infraestructura ya instalada pero reservando un ancho de banda.

En resumen se considera un servicio de TV de pago que envía la señal usando como medio de transmisión el cobre (ADSL) o de Fibra Óptica (FFTH), pero ésta lo realiza por medio de un circuito cerrado que es propiedad exclusiva de las operadoras. Uno de sus beneficios es que a comparación a la televisión en línea (online) esta no sufriría cortes ni congelamientos.

El sistema de uso es similar al de la televisión por cable o satélite de pago.

Para un desarrollo completo de la IPTV se requiere de un aumento de la velocidad de las conexiones que existen en la actualidad.

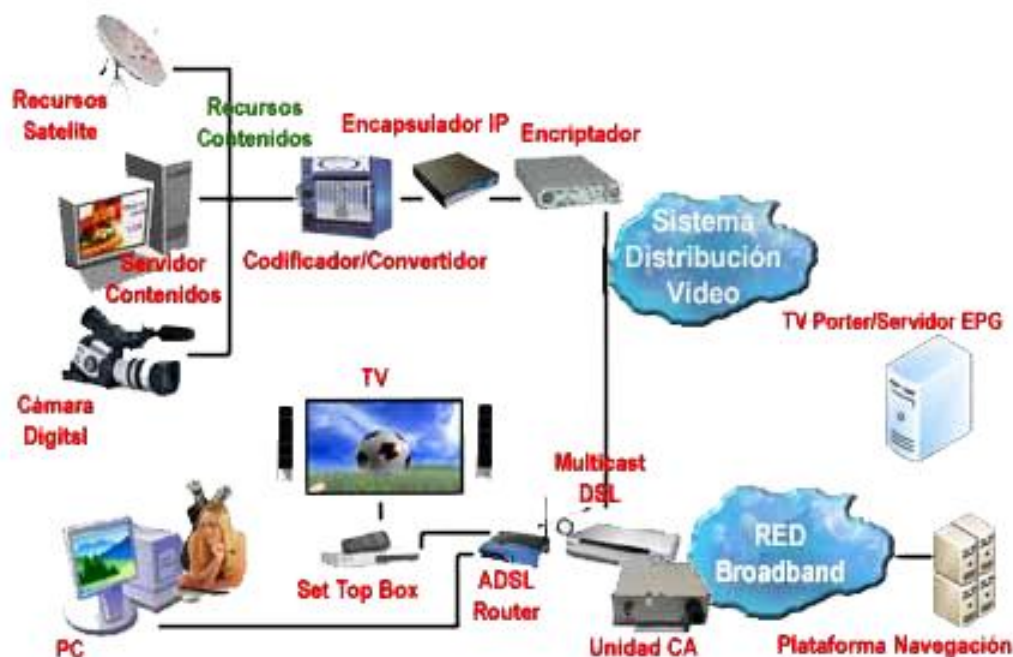


Figura 79 Disposición TVIP

Se diferencian concretamente dos clases de canal: SDTV (Definición Estándar) y HDTV (Alta Definición). En el caso de un canal de calidad estándar será necesario disponer de una velocidad de conexión de 1.5 Mbps, en cambio para un canal en alta definición se requiere de una velocidad de conexión de 8Mbps.

Puede darse el caso que utilicemos múltiples canales diferentes en simultáneo (debido a poseer varios receptores de TV) se necesitara un ancho de banda adicional.

Se requiere adicionar de un ancho de banda necesario para poder proveer el servicio de conexión de internet. Aproximadamente se requiere de 4.5 Mbps para dar soporte a 03 canales en formato SDTV y de 11 Mbps para 01 canal en formato HDTV y de 02 SDTV.

Se utilizó la compresión y decodificación de video en MPEG-4 para poder realizar los cálculos señalados anteriormente.

2.6.1 Partes de la Televisión IP

Hay un conjunto de áreas relacionadas entre sí para poder entregar IPTV. Estas son:

1. Adquisición de la señal de video
2. Almacenamiento y servidores de video
3. Distribución de contenido
4. Equipo de acceso y suscriptor
5. Software

2.6.1.1 Adquisición del contenido

La señal puede ser obtenida de internet o de algún suministrador de contenido o directamente de un distribuidor de señales de TV. Se utiliza unos equipos llamados codificadores, que sirven para la digitalización y compresión del video analógico. Este equipo

denominado encoder, realiza la compresión del video digital generalmente con cero perdida. En la codificación hay un tema de mucha importancia que es la selección del códec, debido a que es el componente que va a determinar la calidad del video final, el bitrate o tasa de bits que se envían, el retraso o delay por transmisión, la solidez en la recepción referente a pérdidas de datos y errores, , y otros parámetros.

2.6.1.2 Formatos de video utilizados

Los formatos empleados por IPTV más usualmente son:

- 1) H.261: Se utilizó para videoconferencia y video telefonía y sirve como base para otros.
- 2) MPEG-1: Logra calidad similar a VHS y además es compatible con todos los ordenadores y casi todos los DVD.
- 3) MPEG-2: Es el usado en los DVD y permite imagen a pantalla completa con buena calidad.
- 4) H.263: Permite bajas tasas con una calidad aceptable. Usado en especial para videoconferencia y videotelefonía.
- 5) MPEG-4 parte 2: Calidad mejorada respecto a MPEG-2
- 6) MPEG-4 parte 10: También llamado H264. Es el más usado actualmente por una gran variedad de aplicaciones.
- 7) WMV: Se utiliza tanto para video de poca calidad a través de internet con conexiones lentas, como para video de alta definición. Mientras que MPEG-4 está respaldado por JVT, el formato WMV es un formato de compresión de video propietario de Microsoft. (Elías Said Hung, 2009)

2.6.1.3 Servidores

Los servidores tienen muchas funcionalidades como:

1. Almacenamiento y respaldo de los datos y contenidos
2. Streaming de alta velocidad
3. Gestión del video bajo demanda

Se describen servidores IP que tengan la posibilidad de enviar diversos flujos de video al mismo tiempo. La infraestructura de red de transporte tiene que ser de alta disponibilidad y capacidad, para que permita un flujo continuo de datos de tipo bidireccional, además de controlar los datos de las sesiones, uso de middleware, controlar la facturación de los clientes, etc.

Cabe mencionar que un punto muy crucial es la alta capacidad en transferencia de datos para finalmente brindar una excelente calidad y estabilidad de señal a los clientes. En la infraestructura la red del proveedor del servicio de IPTV se utilizan estándares tales como Gigabit Ethernet o 10Gigabit Ethernet. Se denomina red de acceso al punto donde finaliza la red del proveedor y empieza el equipamiento del cliente.

Se utiliza un dispositivo que tiene la funcionalidad de decodificar la señal para poder verla de manera correcta en un televisor convencional. Es el software el encargado de entregar al usuario los servicios usando sistema estructurado de menús en la pantalla de la TV, la cual permite interactuar al usuario y al sistema.

2.6.1.4 Calidad de servicio

En términos de redes en internet se habla calidad de servicio o QoS (Quality Of Service), en vez de calidad del servicio sobre IPTV.

Para lograr que el servicio sea completamente óptimo se requiere utilizar el sistema QoS, para poder transmitir datos, voz y video de manera simultánea. De tal forma que la información expuesta sea válida para todos los servicios.

En la actualidad tenemos dos soluciones que cohabitan, y son IntServ y DiffServ, las cuales colaboran en el tema de QoS para IPTV, de las cuales se tienen sus respectivos beneficios y desventajas referentes a estas soluciones.

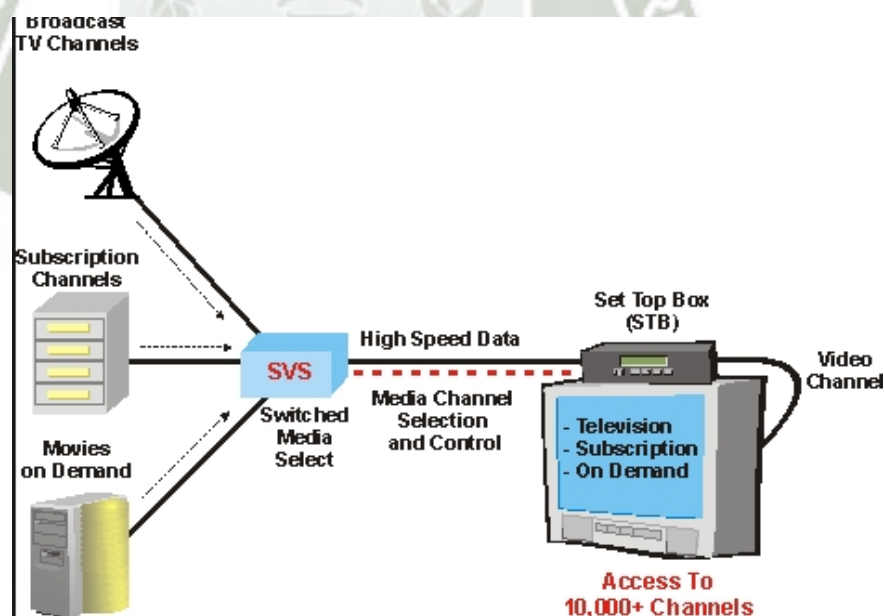


Figura 80 Un esquema de TV IP

IPTV posee una tecnología la cual permite que se utilice una red de banda ancha para emitir todos los servicios de televisión, de manera privada funcionando con el protocolo de Internet.

En contraste, **TV en línea (Internet TV) o la TV por Internet** es un servicio donde se transmite televisión usando la conexión a internet. Mayormente se cree que la televisión por IP equivale a la Televisión por Internet.

A pesar que ambos sistemas usan tecnologías similares de base, respecto a la emisión de video sobre IP, estas difieren del modo siguiente:

1. Alcance Geográfico

La televisión IP está basada frecuentemente en redes adquiridas y controladas por operadoras de telecomunicaciones, por tanto solo tienen un alcance de usuarios quienes puedan acceder al operador de la red.

En cambio, la TV por Internet está libre en todas partes del mundo donde se tenga acceso y disponibilidad de banda ancha.

2. Diferentes Plataformas

Se refiere a que la TV online incita a la Internet pública a emitir contenidos en video a sus televidentes finales.

La televisión por IP usa redes dedicadas y seguras para la emisión de los contenidos de video a los usuarios. Estos sistemas privados son administrados, dimensionados y operados por el que provee el servicio.

3. Calidad de Servicio

Básicamente cualquier servicio que funcione usando la conexión a Internet como por ejemplo la TV por Internet, están basados en

servicios que se ofrecen sobre una base de “mejor esfuerzo”, quiere decir que no sería posible garantizar la calidad del servicio de televisión.

Este fenómeno suele suceder debido que el flujo de los datos a través de internet podría sufrir pérdida de paquetes o dañarse en el camino donde sería imposible su interpretación.

Por otro lado, un servicio de IPTV, es usualmente propiedad del proveedor de servicio y es enviado por a través de una red de datos.

Ser el propietario de la infraestructura de red es un gran beneficio ya que sería posible que los operadores de telecomunicaciones puedan maniobrar sus sistemas para su respaldo en la entrega total y final del video de alta calidad.

4. Acceso al Servicio

Por lo general se usa un decodificador digital llamado comúnmente Set Top Box o STB, que se encarga de dar acceso y decodificación a los contenidos de video y audio que se emiten por IPTV, en cambio para el tema de acceso a servicios de Internet TV generalmente se utiliza una computadora.

Cabe la posibilidad también de requerirse de una certificación de administración de derechos digitales para no tener inconvenientes con el tema legal.

Referente a los servicios de televisión por IP, las normas sobre el derecho de reproducción de contenidos son acordadas en negociaciones del contrato entre el operador y la empresa de medios que es proveedora de material a transmitir como programas de televisión, películas, etc.

5. Tarifas para Usuarios

Actualmente una cantidad importante y significativa del contenido que se emite sobre la Internet pública se encuentra disponible de manera gratuita para los usuarios finales.

El servicio de IPTV se provee a cambio de una suscripción de pago generalmente mensual, donde es posible también la inclusión de otros paquetes, ofertas y funciones adicionales.

6. Contenido de Medios

Años atrás una parte de los contenidos televisivos en la TV online se generaban por los mismos usuarios. Actualmente, tal contenido es llamado Web TV, sin embargo la TV por internet es muy parecida a la forma clásica de transmisión solo que a través de Internet.

Tomando como ejemplo el servicio que brinda Movistar:

El servicio de IPTV que brinda Movistar, aprovecha su infraestructura de Fibra Óptica (FTTH) de acceso a banda ancha, para otorgar al usuario la mejor grilla de canales que existe en el mercado.

Provee un moderno y funcional listado de opciones, servicios de PVR para grabación y capacidad de visualizar en alta definición HD en los decodificadores de casa. También dispone a la aplicación de Movistar Play, y una diversidad de funcionalidades y aplicativos como Movistar Kids, TwiTv, Sucursal Virtual y Búsqueda Predictiva, etc.

Consideraciones

- Este servicio solo es accesible a clientes que dispongan de factibilidad técnica de Fibra Óptica e IPTV
- No es posible instalar en una misma casa el servicio estándar y el de fibra óptica simultáneamente.
- En este servicio la señal se transmite a través de la red de datos y mediante el conexionado de fibra óptica llega al hogar, por tanto no es requerida una instalación de antena.
- No es indispensable contratar servicio de Internet para obtener IPTV, ya que podría funcionar de manera independiente, no obstante, el servicio condiciona equipos y aplicativos que dependan de una conexión a la red.

Equipos - Instalación

Para tener acceso a los servicios de la TV con Fibra Óptica Movistar en el hogar, se debe realizar la instalación de lo siguiente:

- ❖ ONT, o Terminal de red óptica, es un dispositivo que recibe la fibra en el hogar. Es en este equipo donde son conectados los servicios de telefonía
- ❖ Router, se encarga de distribuir el tráfico de Internet y de IPTV
- ❖ Decodificador, se requiere uno por cada TV que requiera el servicio.



Figura 81 Equipos IPTV (Movistar)

2.7 TV SATELITAL

La televisión por satélite es una forma de transmitir televisión que consiste en la retransmisión de la señal de TV de un satélite de comunicaciones desde un punto de la Tierra, de tal manera que esta pueda tener cobertura en muchas partes del planeta.

Con esta tecnología se puede difundir la señal de TV a enormes extensiones de terreno, sin que dependa de sus condiciones orográficas.

Existen 3 tipos de TV por satélite: Recepción directa por el telespectador (DTH), recepción para las cabeceras de televisión por cable (para su posterior redistribución) y servicios entre afiliados de televisión local.

Los satélites usados para la transmisión de señales de televisión se ubican en la órbita geoestacionaria, quiere decir a 35786 kilómetros sobre el eje ecuatorial terrestre.

Los satélites orbitan a la misma velocidad y dirección que el giro de tierra, es por ello que se percibe que están estacionarios quiere decir que no se mueven.

Debido a esto es posible la utilización de un dispositivo receptor o emisor sin la necesidad de cambiarlo de posición mientras el satélite está en movimiento.

Como dato adicional se debe conocer que la cantidad de satélites que puede existir en la órbita geoestacionaria es limitada, ya que se requiere que no existan posibles interferencias que se generen entre ellos.

En banda C deben de tener una separación de 2 grados entre ellos, por tanto el número de satélites sería de $360/2$, un total de 180 satélites. En cambio en la banda Ku, tiene una separación más pequeña (1 grado), entonces se podría tener hasta $360/1$, quiere decir 360 satélites.

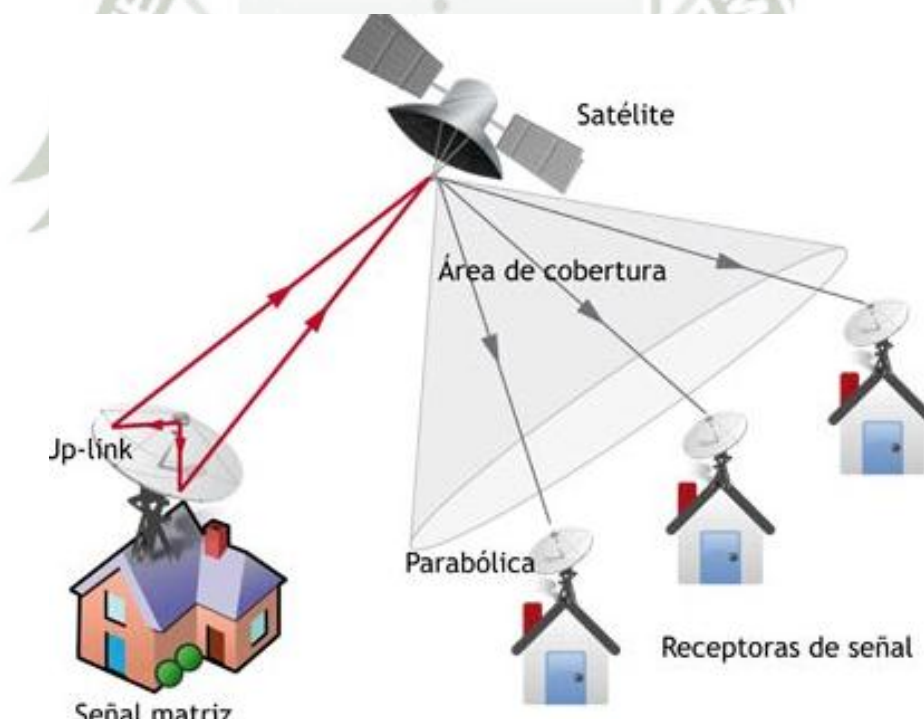


Figura 82 Sistema TV Satelital

Los satélites artificiales cuando cumplen su vida útil quedan orbitando como lo que se considera basura espacial o también se desintegran en caso que

regresen a la atmósfera, generalmente ocurre cuando su órbita tiene poca altura.

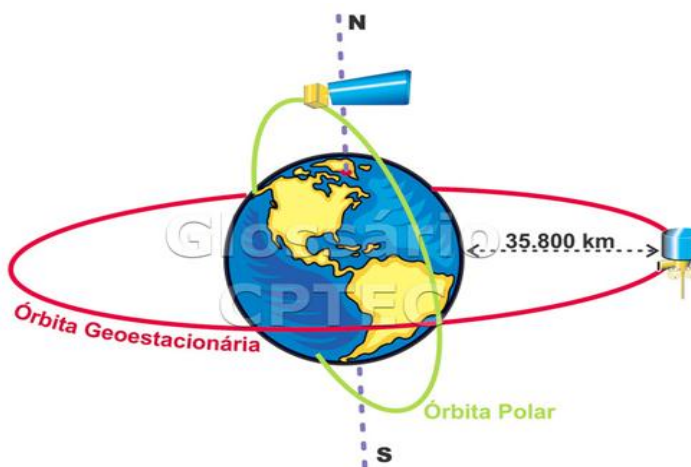


Figura 83 Satélite Geoestacionario usado en TV Satelital

La transmisión de televisión empieza desde que la emisora manda la señal a un satélite de comunicaciones, la cual es modulada de manera previa a una frecuencia determinada.

Para el envío de señal se necesita la utilización de antenas parabólicas de aproximadamente 9 a 12 metros de diámetro. La razón de esta utilización de antenas de grandes dimensiones permitiría aumentar la precisión en el enfoque del satélite, lo cual facilita que la señal se reciba con una potencia altamente elevada.

El satélite capta la señal recibida mediante sus transponders, que es sintonizado a la frecuencia que utiliza la emisora televisiva. Entonces un satélite tiene como máximo 32 transponders para banda Ku y 24 para banda C. El ancho de banda de los transponders generalmente está comprendido entre 27 y 50 MHz.

Enseguida el satélite realiza una retransmisión de la señal de regreso a la Tierra, y utiliza otra frecuencia, generalmente en banda Ku y C, para impedir algún tipo de interferencia con las señales que provienen de la emisora.

La señal recibida que está bastante débil por el motivo de la gran distancia de miles de kilómetros que debe transitar hasta llegar a su destino, se capta por una antena parabólica que se instala en el hogar del cliente final. La señal debilitada es reflejada y es concentrada en el punto focal de la antena donde se ubica el feedhorn. La función de este dispositivo es de la recepción de la señal y la lleva al LNB para realizar el proceso de conversión y amplificación. Para el tipo de antenas parabólicas para satélite de difusión directa se tiene un LNBF, que contiene el feedhorn y LNB como un conjunto.

El receptor satelital realiza la demodulación y conversión de la señal al formato necesario. Los canales abiertos son recibidos sin encriptación. Para el caso de Pay Per View y la TV por suscripción, la señal se recepciona cifrada y es descifrada a través de una Smart Card o tarjeta inteligente, de tal forma de obligar a los usuarios a contratar el servicio y que estos solamente puedan acceder a la programación que pagaron.

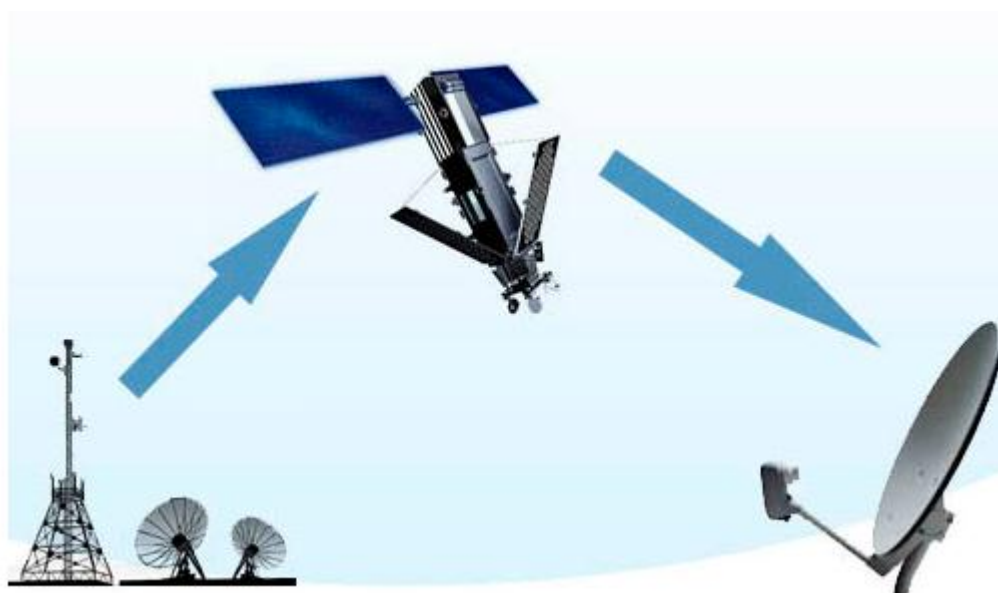


Figura 84 Como funciona la TV Satelital

La televisión satelital es una forma de recepción de señales de televisión de un modo más directo. Básicamente es un servicio de difusión que posibilita a

los televidentes la recepción de señales de TV mediante una unidad de recepción, comúnmente denominada como antena parabólica.

En un comienzo los usuarios de TV satelital recibían señales y programación que no estaba especificada en si para el público en general.

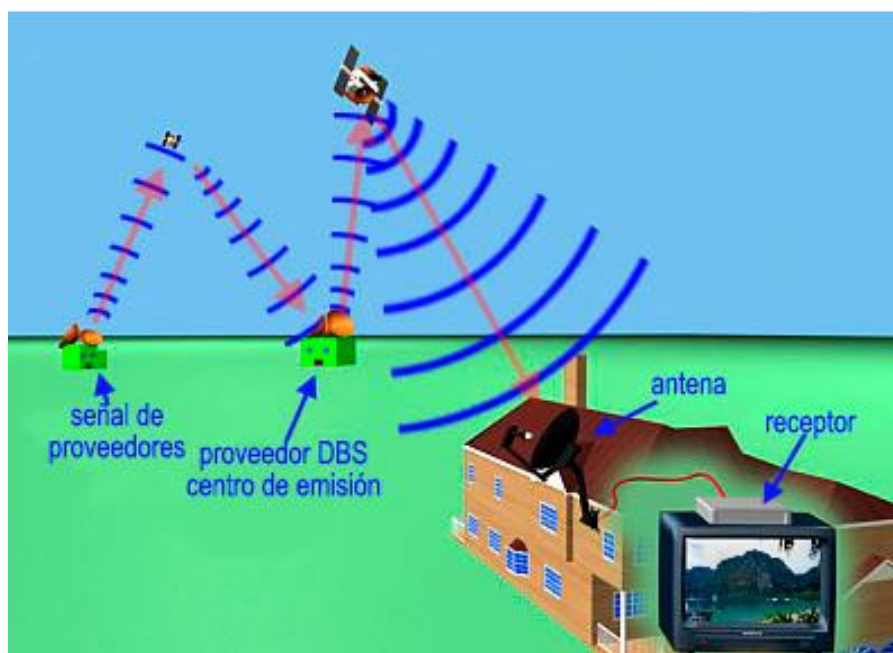


Figura 85 Componentes de la TV Satelital

La emisión satelital es digital, lo que implica una mayor calidad en audio y video. En sus comienzos se daba en la banda C, donde sus frecuencias van desde los 3.7 a los 6.4 GHz, y en banda Ku se emite la señal en frecuencias desde los 11.7 a los 14.5 GHz.

Componentes de la TV Satelital

Para el correcto funcionamiento de un sistema satelital se requiere de 5 componentes: Programación, Centro de Emisión, el Satélite, una Antena Parabólica y un Receptor.

- La Programación se refiere a los canales en sí, que se emiten. Los proveedores no son los que crean la programación sino pagan a otras empresas como ESPN, FOX, HBO, por los derechos de retransmisión vía

satelital. De tal forma que los proveedores vienen a ser al como distribuidores (brokers) entre el televidente y la programación. Las compañías cableras operan de modo similar.

- El Centro de Emisión viene a ser el componente central y principal del sistema. Aquí los proveedores de televisión receptiona todas las distintas señales y lo envían a transponders hasta los satélites geoestacionarios.
- Los satélites receptionan la señal que es transmitida por el centro de emisión y esta es re transmitida a la Tierra.
- La Antena Parabólica recibe las señales de los satélites y las envía a los receptores ubicados en el lado del usuario.
- Por último el Receptor realiza el proceso de decodificación y lo manda a un televisor.



Figura 86 Esquema de Funcionamiento TV Satelital

2.8 TELEVISION MMDS

El Servicio de Distribución Multipunto por Microondas o MMDS (del inglés Microwave Multipoint Distribution Service) es un término que identifica a una tecnología inalámbrica de telecomunicaciones, usada para el establecimiento de una red de banda ancha de uso general o, más comúnmente, como método alternativo de recepción de programación de televisión por cable.

Se utiliza generalmente en áreas rurales poco pobladas, en donde instalar redes de cable no es económicamente viable.

La banda de MMDS utiliza frecuencias microondas con rangos de 2 GHz a 3 GHz en Banda L. La recepción de las señales entregadas vía MMDS requiere una antena especial de microondas, y un decodificador que se conecta al receptor de televisión.

Las principales ventajas de MMDS son las siguientes:

- El ancho de banda es compartido, lo que permite dar servicio a más usuarios que si fuese ancho de banda dedicado.
- Soporta tanto video (TV) como datos.
- El ancho de banda se reduce con la distancia en menor medida que con las tecnologías xDSL.
- Al trabajar con frecuencias más bajas, las áreas de cobertura por estación son mucho mayores que con LMDS y es menos sensible a la lluvia, pero sufre una importante atenuación por los edificios, lo que requiere visibilidad directa en la mayoría de los casos. (ESACADEMIC, s.f.)

Este sistema también denominado “cable sin hilos”, es una red inalámbrica de telecomunicaciones, con tecnología utilizada para fines generales de banda ancha de redes, o como un método alternativo de televisión por cable.



Figura 87 TV MMDS Digital

El sistema MMDS en banda de 2,500 a 2,686 MHz se puede programar para la transmisión de más de 186 canales de televisión. Cada “canal” posee un ancho de banda de 6 MHz y este puede realizar una transmisión de hasta 6 programas de TV NTSC.

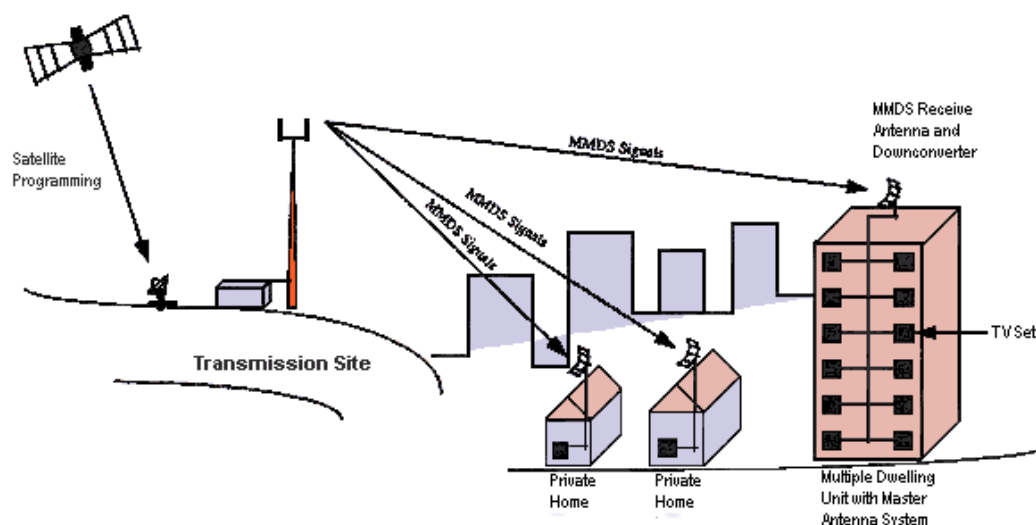


Figura 88 Típico Sistema MMDS



Figura 89 Red Esquemática MMDS

2.9 WILLAX TELEVISION

Willax TV, es un canal de Perú con contenido televisivo de tipo entretenimiento, novelas y programas de política, que es transmitido vía internet, cable a nivel nacional y además mediante señal TDT.

2.10 TV STREAMING

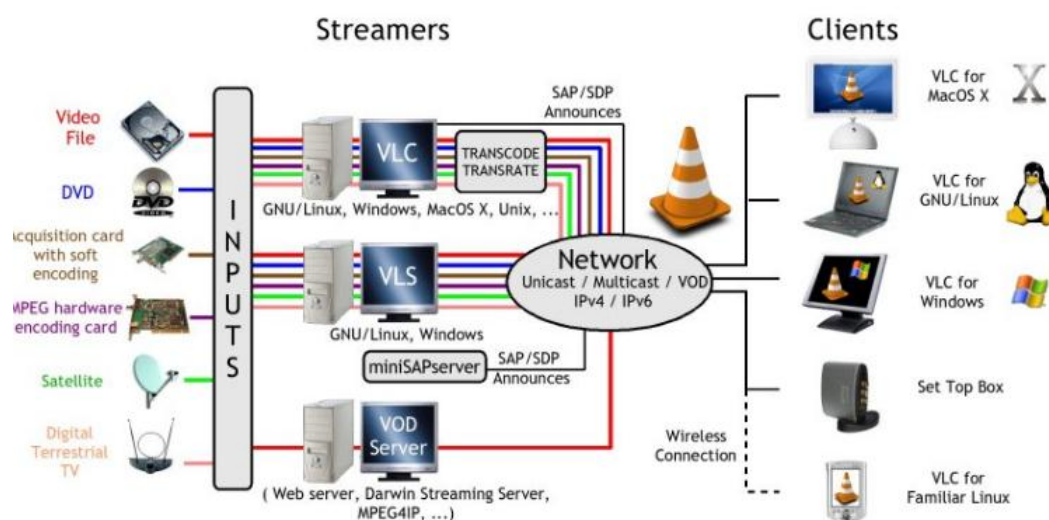


Figura 90 TV Streaming

Es una solución avanzada que consiste en difundir contenidos multimedia (vídeo y audio) utilizando como medio el Internet, que pueden ser señales en vivo o contenidos pre grabados también llamado streaming on demand (bajo demanda), IPTV, P2P y re difusión de contenidos usando tecnologías Windows Media, Streaming Flash, Quicktime, ShoutCAST, etc.

El streaming de TV emite sus eventos en vivo a través utilizando Internet. Existe una alternativa de difusión vía streaming que puede utilizar su propio equipo de producción y realización que integra las redes sociales Twitter, Facebook y YouTube, a las transmisiones en vivo. Apoyados con una campaña de social media, logrando que el evento sea masivo y con interacción de los usuarios en tiempo real.



3 CAPITULO 3: INGENIERIA DEL PROYECTO

En el presente trabajo se detallan los requisitos legales, técnicos y funcionales del grupo de instalaciones que requiere una emisora de televisión digital TDT, para su puesta en marcha, en el contexto específico de crear una emisora de TV (de ámbito local y posible adhesión a redes nacionales e internacionales).

El tiempo pronosticado en términos aproximados que será requerido para la creación y funcionamiento de la emisora, estará comprendido entre 2 y 3 años.

Entonces estamos lo proyectando para el futuro y no para el presente. Quiere decir que implica que el referente para el diseño irá guiado por las decisiones de la industria en el futuro más cercano.

Al referirse a una instalación que se crea a base de servicios y productos emergentes que ya existen en el mercado, es indispensable hacer una observación muy estricta sobre los modelos de acoplamiento e integración de los componentes, donde se debe de seleccionar los más adecuados de cada uno de los fabricantes y que garantice una mínima calidad del producto para cada uno de los componentes elementales que son seleccionados durante la creación del proyecto.

La metodología a aplicar en el presente proyecto consta de dos etapas.

En la primera etapa se desarrolla una aproximación ascendente, donde se identifica todos los servicios que pueden ser tema de la instalación y además del estudio de la tecnología con la que se verán implantados.

En una segunda fase se realiza una aproximación descendente para el desarrollo de cada una de las redes, con la finalidad de establecer orden, jerarquía y rigidez al diseño, que son indispensables en cualquier tipo de instalación de ingeniería donde su tiempo de vida media calcula en 25 años.

Las instalaciones del campus, en que se implementara la emisora es de propiedad de la Universidad Católica de Santa María y será utilizado por la misma institución, por ende su régimen de propiedad no es de Propiedad Horizontal y a efectos del Reglamento de Protección de datos, recae sobre la misma persona jurídica la

responsabilidad de preservar la confidencialidad y el nivel de seguridad en la transmisión por medios electrónicos de información sensible.

Quedan fuera del entorno de actuación del proyecto, los edificios en régimen de Propiedad para los que se aplicará, según la legislación vigente en nuestro país, la Infraestructura Común de Telecomunicaciones (MTTCC), sin perjuicio de que puedan resultar de aplicación los conceptos y criterios contenidos en el presente trabajo.

Como base de referencia para la legislación de aplicación, se va a considerar la legislación peruana

Para el funcionamiento de la infraestructura propuesta en este proyecto, es necesario implantar un conjunto mínimo de servicios.

Se consideran los siguientes:

- Servicios de voz: Se usa como la tecnología base una central telefónica, donde se van a implantar servicios de:
 - Inter comunicación interna al edificio sobre telefonía fija.
 - Comunicación interna/externa al edificio con telefonía fija.
 - Buscapersonas con telefonía inalámbrica DECT interna al edificio.
 - Pase/Espere en salas de espera sobre telefonía fija.
- Servicios de datos: Se usa como la tecnología base de conmutación de las tramas Ethernet a velocidad de cable y enrutamiento de paquetes IP a velocidad de cable. Se implantarán los servicios siguientes:
 - Comunicación de datos en todo el edificio y con el exterior
 - Transmisión de datos en todo el edificio
 - Seguridad en el acceso a los recursos desde dentro y fuera del edificio.
 - Gestión del tráfico dentro del edificio

- Servicio de TV en radio frecuencia: Se usa como la tecnología base una red de TV por cable, donde se implantarán los servicios siguientes:
 - Captación de canales de televisión terrestre que se transmitan en abierto.
 - Conexión mediante pasarela a una red de TV por cable, suministrada por un operador de servicios en régimen de pago por visión (PPV).
 - Generación de canales propios de la emisora basados en reproductores de vídeo o DVD con programas específicos.
 - Captación de canales de televisión por satélite de plataformas de pago y su transmisión en la banda de UHF mediante procesamiento de canales

- Servicio de control de accesos con vídeo vigilancia y control de presencia: Se usa una red de inteligencia distribuida, constituida por un sistema central y electrónica de control en los puntos a controlar, se van a implantar los servicios siguientes:
 - Control de accesos individualizado por puerta y persona con calendario y franja horaria.
 - Vídeo vigilancia en puertas perimetrales con control de accesos.
 - Control de presencia para el personal propio o de contratistas que trabaja en la emisora.

- Servicio de Audiovisuales en salón de actos, aulas de formación y aula de videoconferencia: Usando tecnología de voz, datos, audio, vídeo e iluminación, se implantará en toda la emisora:
 - Infraestructura de cableado, equipamiento de audio, vídeo, iluminación y conexión con las redes de voz y datos en el aula de videoconferencia.
 - Infraestructura de cableado, equipamiento de audio, vídeo, iluminación, traducción simultánea y conexión con las redes de voz, datos y TV en el salón de actos.
 - Infraestructura de cableado, equipamiento de audio, vídeo, iluminación y conexión con las redes de voz y datos en las aulas de formación.

- Servicio de sincronización horaria de cada una de las instalaciones: Utilizando un receptor de tiempo sincronizado con la red de satélites GPS, se asignará con protocolos NTP, SNTP y XNTP, señal de tiempo por la red para sincronización de todos los nodos conectados a la misma.

Por su singularidad, en el despliegue se tomará en cuenta para su implantación del servicio de:

- Servicio de gestión inmótica de las instalaciones (climatización, eléctrica y de ahorro de energía: energía solar, seguridad, entre otros.

OBJETIVOS

- Creación de un canal TDT.
- Comprender como se ejecuta el procedimiento para generar un canal TDT.
- Manipulación de las características y funcionalidades del canal generado.
- Gestionar el equipo mediante protocolo TCP/IP.

PLANIFICACIÓN

- Requerimientos de una televisora TDT
- Estudio del funcionamiento de los diferentes módulos.
- Ensamblaje y configuración de la emisora.
- Puesta en marcha de la emisora de TDT.

3.1 REQUERIMIENTOS DE UNA RED TDT

En cuanto a los requerimientos necesarios que debe cumplir el canal UCSM TV, para su futura implementación de la emisora de TV digital se ve conveniente analizarlos desde dos puntos de vista:

- Requerimientos Legales
- Requerimientos Técnicos

3.2 REQUERIMIENTOS LEGALES

Marco político y regulatorio

Durante los años 90, el gobierno peruano privatizó la prestación de servicios públicos de telecomunicaciones, limitando su acción a la regulación y vigilancia de las obligaciones que deben cumplir las empresas operadoras en base a los contratos de concesión. La política de apertura del mercado de telecomunicaciones en el Perú significó un cambio radical en las competencias y funciones de las entidades gubernamentales, modificando también la política de gestión del espectro radioeléctrico.

Marco político

El ente con competencia para organizar, supervisar y gestionar la administración del espectro radioeléctrico es el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC).

Dentro de este organismo, es el Viceministerio de Comunicaciones el encargado de "...promover el desarrollo sostenible de los servicios de comunicaciones y el acceso universal a los mismos; fomentar la innovación tecnológica y velar por la asignación racional y el uso eficiente de los recursos"

El Viceministerio de Comunicaciones es el órgano encargado de gestionar y normar servicios de radiodifusión y servicios privados de telecomunicaciones; por lo tanto, le compete directamente la gestión y administración del espectro radioeléctrico, el cual ha sido definido en la normativa peruana de la siguiente forma:

Recurso natural conformado por el conjunto de ondas electromagnéticas cuyas frecuencias se fijan convencionalmente desde 9 KHz hasta 300 GHz y que forma parte del patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento, correspondiendo su gestión, administración y control al Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El Viceministerio de Comunicaciones se subdivide en cuatro direcciones generales, las cuales cumplen diversas funciones relacionadas a la gestión del espectro radioeléctrico en el Perú. Las funciones de cada dirección se encuentran en el Reglamento de Organización y Funciones del MTC. (Espectro abierto para el desarrollo, Estudio de caso: Perú, 2001)

Plan nacional de atribución de frecuencias (PNAF)

El PNAF es el documento que indica cómo se distribuyen las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico en el Perú. La importancia del documento radica en que es la herramienta sobre la cual se organiza la distribución de las bandas. Este trabajo se realiza al interior del MTC con la participación de técnicos especialistas y en algunos casos con el OSIPTEL. El PNAF toma como principal referencia las recomendaciones hechas por la UIT y no necesariamente dialoga con la agenda de desarrollo del país.

Administración y otorgamiento de derechos sobre las frecuencias: concesiones, autorizaciones, licencias y permisos

Las concesiones y autorizaciones otorgadas por el ministerio a los operadores de telecomunicaciones se rigen bajo la normatividad relacionada al uso, administración y control del espectro. La dirección encargada de gestionar las autorizaciones, licencias y permisos es la Dirección de Autorizaciones del MTC.

La norma general para todos los servicios de telecomunicaciones está relacionada con el grado de disponibilidad y la atribución de la banda. En el caso en que la disponibilidad de frecuencias no sea un impedimento, las personas (naturales o jurídicas) pueden hacer una solicitud de parte al MTC e iniciar un proceso para la autorización. Esto siempre y cuando no se dictamine, mediante una resolución ministerial, que las bandas deben ser concesionadas por concurso.

De acuerdo con el PNAF, existen bandas cuyas concesiones y autorizaciones deben ser otorgadas a través de un concurso público, en ese caso el monto del derecho será definido por la Agencia de Promoción de la Inversión Privada (ProInversión). Asimismo, si el espectro está saturado y la cantidad

de frecuencias o porciones que se requieren es superior a la cantidad de demandantes, la ley dispone que esas frecuencias se otorguen mediante subasta o concurso público.

Los derechos de uso sobre las frecuencias de espectro radioeléctrico tienen una duración máxima de 20 años en servicios públicos de telecomunicación, 10 años en servicios de radiodifusión y cinco años para servicios privados.

Las figuras legales que configuran los tipos de derechos que se tienen sobre las frecuencias de espectro son 44:

- **Concesión:** facultad que otorga el Estado a un privado para que brinde los servicios de telecomunicación. La concesión se perfecciona mediante contrato escrito de concesión, aprobado por resolución del titular del sector.
- **Autorización:** facultad que otorga el Estado a personas naturales o jurídicas para establecer un servicio de telecomunicaciones, que no requiera de concesión para instalar y operar equipos de radiocomunicaciones.
- **Permiso:** facultad que otorga el Estado a personas naturales o jurídicas para instalar en un lugar determinado, equipos de radiocomunicación.
- **Licencia/Registro:** autorización que el Estado le da al privado para que brinde el servicio que ha elegido y registrado.

Canon por uso de espectro

Las concesiones de frecuencia están sujetas al pago de un derecho por única vez. Al mismo tiempo existe un pago de una tasa anual (canon) por la explotación comercial del espectro.

El pago del canon para servicios de telecomunicaciones está reglamentado en la Ley de Telecomunicaciones y para servicios de radiodifusión en la Ley de radio y televisión. El MTC tiene la facultad de reglamentar de forma distinta el canon de algún servicio, por ejemplo en el caso de la telefonía celular se ha desarrollado un reglamento especial que permita la expansión de móviles.

El control de los impuestos y canon relacionados al espectro se maneja desde el MTC y lo recaudado se dirige a un fondo ministerial, desde el cual se destinan recursos a las diferentes acciones del MTC.

Las fórmulas de cálculo se publican con carácter de norma y son establecidas sobre la base de los estándares internacionales y las recomendaciones de la UIT. Por ejemplo, para el caso de servicios de radiodifusión el canon se calcula de la siguiente manera:

$$C = (CAB \times CA \times CP \times CSE \times CCE \times CPB \times CPZ \times CPX) \times h \times UIT$$

- C: Canon anual por el uso del espectro radioeléctrico.
- CAB: Coeficiente ancho de banda.
- CA: Coeficiente de área.
- CP: Coeficiente de potencia.
- CSE: Coeficiente de ponderación por servicio.
- CCE: Coeficiente de congestión espectral.
- CPB: Coeficiente de ponderación por banda.
- CPZ: Coeficiente de ponderación por zona.
- CPX: Coeficiente por no exclusividad de bandas y frecuencias.
- h: Factor de ajuste.
- UIT: Unidad impositiva tributaria. (Espectro abierto para el desarrollo, Estudio de caso: Perú, 2001) (Ver Anexo3)

La TV terrestre analógica en nuestro país tiene un límite de tiempo de funcionamiento. Será sustituida por la TV digital terrestre. Utiliza el estándar

ISDB-T, lo que supone una mejora de calidad tanto de sonido como de imagen, así como la recepción en terminales móviles, interactividad, televisión a la carta, servicios multimedia, etc., aspectos ampliamente explicados en el Estado de Arte.

En este trabajo se realiza un estudio de la señal de difusión de la TV digital, cuyo estándar ISDB-T está basado en el uso de la modulación multi portadora OFDM. Para poder conseguir esta señal se ejecutan los siguientes pasos: conversión digital, codificación MPEG-2 o MPEG-4, generación de la trama de transporte, codificación de canal y modulación OFDM.

La información queda codificada de forma que queda protegida contra ráfagas de errores y ecos (propagación multicamino).

Se procede al análisis de la difusión de la información con las dos tipologías que podrían ser aplicadas, como son las de multi frecuencia o MFN y las de frecuencia única o SFN, tomando una atención especial a estas últimas.

Los métodos para el transporte que se usan son mediante radioenlace, recepción satelital y/o reemisores.

Aplicando de manera practica la teoría explicada, se termina con la instalación de un nuevo centro emisor utilizando "gapfillers" o re-emisores, con el cual se da solución a un caso real donde haga falta dar cobertura a una zona geográfica específica. La instalación tiene los puntos siguientes:

- Consideraciones previas
- Ubicación de torre y caseta
- Decisión sobre la transmisión y recepción. Gapfillers o Re-emisores
- Medidas de cobertura
- Generación de coberturas utilizando ICS Telecom
- Equipos a instalar
- Puesta en marcha (servicio)
- Comparación con los resultados teóricos

Se realiza el análisis del impacto medioambiental como una consecuencia de la instalación de los equipos transmisores y de una nueva torre de telecomunicaciones.

Finalmente se muestran las posibilidades futuras de la TV digital: TDT de acceso condicional, alta definición (HD), TV para dispositivos móviles y TDT-2.

El proyecto Técnico, se ajusta a la regulación, estructura y modo que marca la normatividad y regulación de UIT y MTTCC. Tiene que estar estructurado de la siguiente forma:

- i. Memoria
- ii. Planos
- iii. Pliego de condiciones técnicas
- iv. Presupuesto
- v. Anexos

3.3 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS

En la realización del presente tema, se han tomado como punto de partida los informes y primeras resoluciones del MTC, en donde no se tiene aún definida la reglamentación o norma técnica final, pero se tratará de estar dentro de algunos de los parámetros expuestos en los primeros informes del Grupo de Aspectos Técnicos Regulatorios.

Con el fin de lograr un mayor entendimiento, se ha dividido la estructura técnica genérica de un canal de televisión en dos grandes grupos que se especifican a continuación:

Sala de control

En esta zona encontramos los siguientes elementos:

- ❖ Mezclador de video (switcher): permite seleccionar, mezclar y manipular diferentes fuentes de video.
- ❖ Magnetoscopio (o VTR independiente de la cámara): que es un equipo que se utiliza para capturar imágenes en movimiento en una cinta magnética.
- ❖ Generador de sincronismos
- ❖ Monitores de vídeo
- ❖ Terminal remoto de magnetoscopios
- ❖ Matriz de conmutación
- ❖ Amplificador
- ❖ Mesa para la edición de video
- ❖ Mesa de edición de audio
- ❖ Computadoras para la edición de video
- ❖ Tituladora
- ❖ Servidor de video en web

Área de producción (Estructura Técnica Interna)

- ❖ Control de audio.
- ❖ Control de video.
- ❖ Control máster.
- ❖ Servidores y Racks.

Área de Transmisión (Estructura Técnica Externa)

- ❖ Entrada.
- ❖ Codificación del canal.
- ❖ Bloques de modulación.
- ❖ Etapa final de conversión de la frecuencia, su amplificación de potencia y de filtrado.

A continuación se detallan cada uno de los elementos de la producción y transmisión.

Área de producción

Dentro de este grupo recaen equipos de producción, edición y set o estudio de televisión así como también la sala de controles o conocido también como control máster.

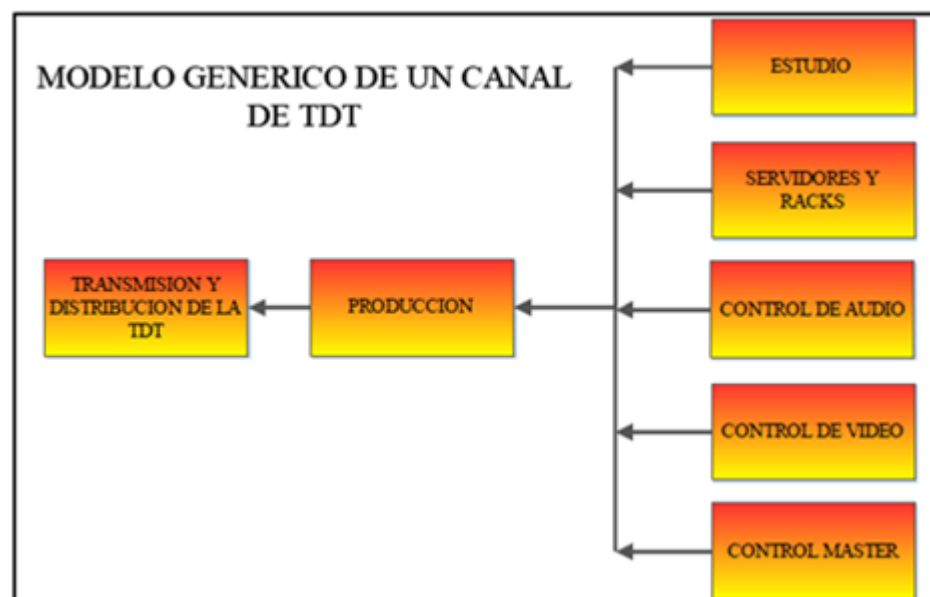


Figura 91 Modelo Genérico de un canal de TDT

Producción.

En este departamento se realizan actividades administrativas y de coordinación de los recursos de forma que en el momento de la transmisión todo se encuentre dentro de lo previsto, desde aquí se dan órdenes y disposiciones a los camarógrafos para obtener los encuadres precisos de manera que se garantice una óptima calidad al momento de emitir o reproducir una señal ya sea en vivo o pregrabada.

En este departamento se diferencian dos etapas claras y concisas. La primera es la de Postproducción que hace referencia a tomar imágenes y sonidos grabados desde otras fuentes, procesarlos mediante la fase de

edición en donde se podría alterar las imágenes y agregar sonidos de ser necesario para luego ser puesto en espera hasta que el producto final sea transmitido.

La segunda etapa se refiere a la de creación de la señal en vivo en donde el audio de los programas se registra al mismo tiempo que se está realizando la grabación, todo esto se lo realiza en una mezcladora de sonidos que fusionan el audio de los micrófonos del estudio con la música y efectos que añaden en los controles.

Entre los equipos que son necesarios citaremos los siguientes:

- Switcher de Producción en vivo
- Monitor
- Generador de Caracteres
- Corrector de Base de Tiempos
- Grabador Digital
- Monitor Multipantalla

Estudio

Hace referencia al lugar en donde se realizan programas que pueden ser previamente grabados o a su vez ser transmitidos en vivo, aquí encontramos equipos como:

- Cámaras
- Focos de Iluminación Profesional
- Monitores
- Teleprompter
- Micrófonos de 3 tipos: Inalámbricos, De Clip o Corbateros y Boom o Cañón
- Intercom
- Auriculares



Figura 92 Estudio de Televisora

Control de Audio

Estos equipos son los que se encargan del procesamiento y control del audio del canal de televisión ya sea de producción pregrabada o en vivo.

- Consola
- Ecualizador
- Amplificador



Figura 93 Ejemplo de control de audio

Control de Video

Esta sección hace referencia al manejo de equipos que ayuden a llevar un adecuado control de la calidad de la señal de video que se emite desde un canal de televisión digital, con el fin de respetar todos los parámetros que el estándar adoptado demanda en nuestro medio.

- Monitor Multivista
- Analizador de Señales
- Software de Monitoreo Multivista



Figura 94 Control de Video

Control máster.

Es el departamento encargado de realizar los últimos pasos antes de emitir una señal hacia la etapa de transmisión, es decir es el encargado de finalizar el procesamiento del audio y el video, además aquí se monitorea toda la programación del canal de televisión.

- Monitor
- Switcher Máster
- Generador de Caracteres
- Corrector de Base

Servidores y Racks

Al hablar de servidores vamos a englobar los que serán utilizados para interconectar dispositivos de área local de la de la estructura interna del canal de televisión, así como también de los servidores de audio y video, que permitan el manejo de respaldos en este aspecto.

- Servidor de Audio y Video
- Switch
- Router
- Unidad de Back Up de datos
- Patch Panel
- Racks

Estructura Técnica Externa (Transmisión).

Para realizar un análisis sobre la etapa de transmisión se expone la siguiente figura.

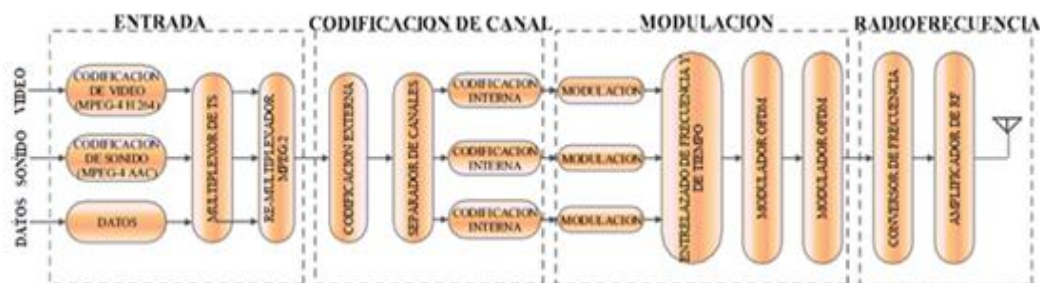


Figura 95 Diagrama en bloques de un Sistema de Transmisión ISDB-Tb

En el diagrama se señala cada uno de los bloques que constituyen un sistema de transmisión. Se puede diferenciar cuatro bloques definidos.

- Entrada
- Codificación de Canal
- Bloques de Modulación
- Etapa final de conversión de frecuencia amplificación de potencia y de filtrado



Figura 96 Planta Transmisora

La iniciación de la etapa de transmisión se realiza en la codificación del video y audio, donde son utilizados codificadores MPEG-4, desde los mismos se obtiene como resultado un video elementary stream y un audio elementary stream, basados en las tasas de transmisión de datos.

Después de ejecutar este paso se forman un Audio PES y un Video PES como un resultante de los elementary streams antes obtenidos para luego ser multiplexados. De los paquetes PES se realiza la extracción de las secciones que se necesiten para formar los 184 bytes de longitud, de manera adicional se le agregan 4 bytes que serán utilizados para la cabecera, de esta manera se obtiene paquetes con una longitud de 188 bytes (transport streams packets), los mismos que después serán remultiplexados.

El Transport Stream (TS) continúa su recorrido a través del Outer Coder (Reed Solomon) y se convierte en una trama de datos con una longitud de 204 bytes, donde adicionalmente se agrega una trama de 16 bytes que sirve

para la protección contra errores. Finalmente de esta forma se conforma la trama OFDM, la cual que contiene 204 bytes y además garantiza una corrección contra errores de hasta 8 bytes; y es el encargado de repartir los TS de todos los programas en un stream de datos MPEG-2 el cual es llamado como stream total, cada paquete de TS es designado para actuar en capas de hasta tres jerarquías.

Desde el bloque de modulación se desarrollan funciones como mapeo de bits, combinaciones entre las tres capas jerárquicas, entrelazados tanto en tiempo como en frecuencia, armado del cuadro OFDM, generación de OFDM a través IFFT (Inverse Fast Fourier Transform) e inserción de intervalo de guarda.

Para la ejecución de lo anteriormente dicho son necesarios algunos dispositivos que realicen estas funciones, a continuación se expone los elementos necesarios para la transmisión y difusión de la TDT.

Elementos necesarios para la Difusión de Televisión Digital Terrestre

La finalidad de la difusión de TDT es el trasportar un conjunto de imágenes que se encuentran en movimiento y el sonido asociado a dichas imágenes mediante una señal digital, la cual se transmitirá por una o varias estaciones repetidoras situadas en diferentes lugares escogidos de manera estratégica con el fin de abarcar una determinada cobertura.

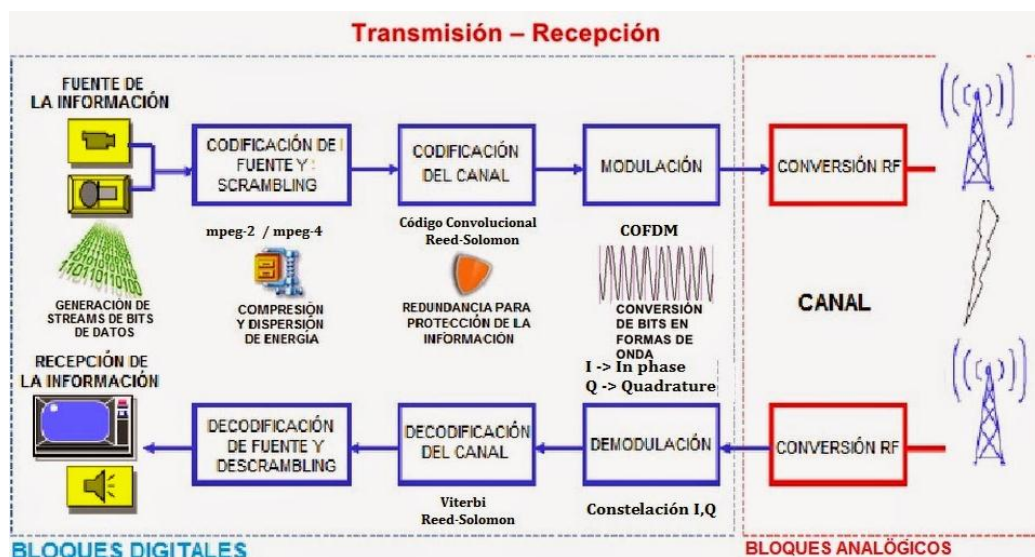


Figura 97 Elementos para difusión de TV Digital

Los principales elementos para la distribución de TDT son:

- Estación matriz.
- Estación transmisora.
- Estación repetidora.
- Enlace auxiliar microondas estudio-transmisor.
- Enlaces auxiliares microondas - repetidoras.
- Equipos para enlace de microondas.
- Antenas necesarias.
- Sistema radiante.

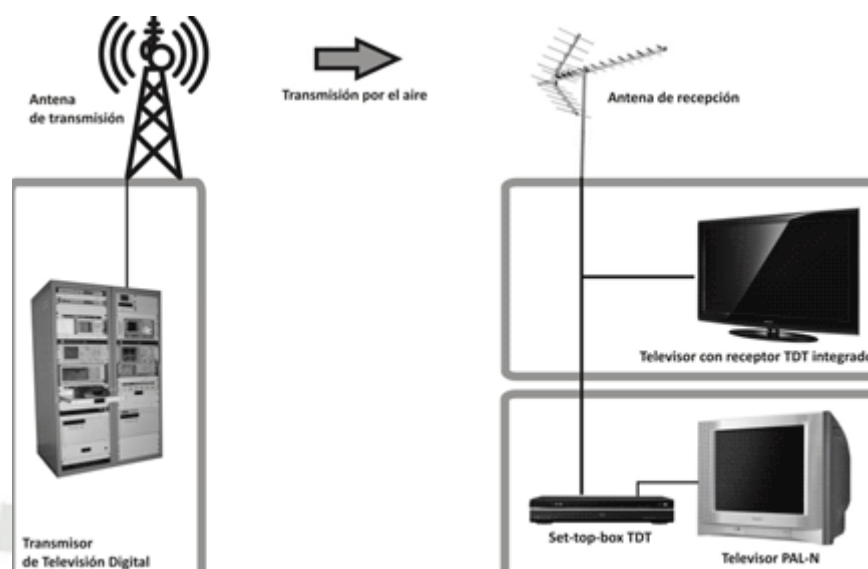


Figura 98 Disposición del Transmisor

En el Receptor

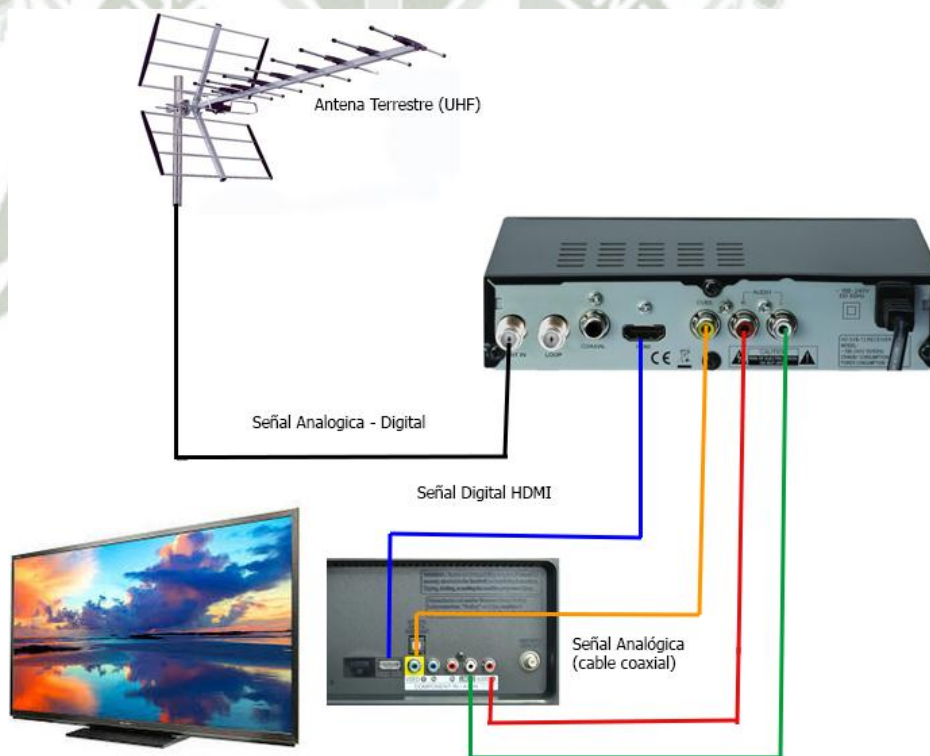


Figura 99 Disposición del Receptor

A continuación un detalle más profundo de estos elementos.

Estación Matriz

Es la estación en donde se genera y a la vez emite la señal digital de un canal de TDT, por lo general están situadas en el mismo edificio en donde es el estudio de TV. La señal antes de ser enviada debe ser procesada para garantizar que cumpla con los parámetros que el estándar ISDBT-Tb exija.

Estación Transmisora

Es la que recibe la señal desde el estudio y a su vez la transmite hacia las estaciones repetidoras, por lo general están ubicadas en los cerros más predominantes de una determinada zona.

Estación Repetidora

Es la que recibe la señal desde la estación transmisora y la reparte mediante un sistema radiante a una determinada área.

Enlace Auxiliar microondas estudio – transmisor

Se trata de un enlace de microonda digital que transporta la señal desde la matriz hasta la estación de transmisión, para este tipo de enlace se utilizan frecuencias auxiliares asignadas en diferentes rangos en el PNF (Plan Nacional de Frecuencias).

Enlaces Auxiliares microondas – repetidoras

Se trata de un enlace de microonda digital que transporta la señal desde la estación de transmisión hasta una estación repetidora, para este tipo de enlace se utilizan frecuencias auxiliares asignadas en diferentes rangos en el PNF.

Equipos para enlace de microondas

- Sistema Modulador/Demodulador Digital: hace referencia al sistema encargado de modular la señal a ser enviada en una portadora única de manera que se pueda obtener una mayor tasa de transmisión.
- Transmisor de Microondas: son los equipos encargados de llevar la señal generada en la matriz hacia los lugares designados para la transmisión.
- Antenas Necesarias: Se utilizarán antenas de tipo parabólicas compatibles con microondas digitales tanto para el enlace estudio – estación transmisora así como para los enlaces desde la estación transmisora – estaciones repetidoras.
- Sistema Radiante: Se refiere a la difusión de la señal que se transmite al usuario final, están ubicados en los cerros repetidores al igual que en el cerro de transmisión con el fin de cubrir diversas áreas, para su implementación se utilizan antenas de tipo panel UHF.

A continuación se presentan los equipos más relevantes que se utilizan en la difusión de un canal de TDT.

- Codificador MPEG4
- Modulador
- Transmisor ISDB-Tb
- Antenas Parabólicas y Tipo Panel UHF
- Microondas
- Multiplexor

3.4 PROPUESTA DE LA ARQUITECTURA PARA LA RED DE TDT DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Un canal de televisión está conformado por dos elementos básicos:

- Estudio
- Estaciones Transmisoras y repetidoras

Arquitectura de producción

En el estudio se realiza la creación y edición de audio y video, desde aquí se envía la señal a las estaciones transmisoras y repetidoras para que estas distribuyan la señal a los televidentes

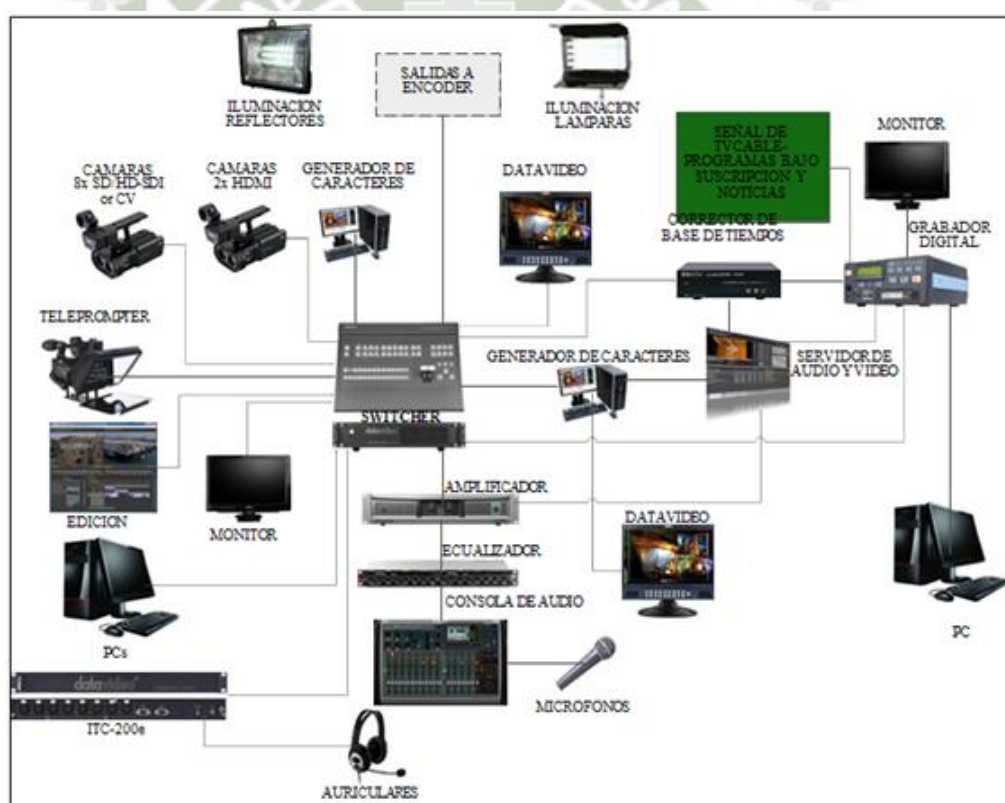


Figura 100 Arquitectura General de la propuesta de la Red Interna

En la imagen se muestra el esquema de conexión de los equipos que se instalarán en el estudio del canal. Estos servirán tanto para la creación y

emisión de programas en vivo, así como para los programas pregrabados y bajo suscripción.

A continuación se explica cómo se realizara el proceso de creación de audio y video digital en el estudio a implementarse.

Programas en vivo

La emisión de un programa en vivo se realizara de la siguiente manera:

El switcher recibe directamente la imagen y el sonido desde las cámaras y micrófonos. Las imágenes recibidas de las diferentes cámaras pueden ser visualizadas en el Datavideo.

En el generador de caracteres, el encargado de la producción en vivo insertara los textos y logos necesarios.

En la mayoría de programas en vivo hace uso del teleprompter como un tipo de ayuda para el presentador, debido a que tiene una cámara incorporada también tiene conexión directa con el switcher.

Al tener la imagen, el sonido, los textos y logos necesarios, el productor puede controlarlas desde el switcher, siendo este el que controlara las imágenes y sonidos que se mostraran en las pantallas de los televisores.

Desde el switcher se envía la señal al encoder, luego a la estación transmisora y repetidores, para la emisión a los televidentes.

Programas Pregrabados

Para retransmitir varios programas, para la emisión de estos programas la señal es captada desde el cable operador, tomando el video directamente del canal de televisión con el cual se realizó un convenio esta señal ingresa al Grabador Digital el cual realiza la grabación completa de todos los programas con los que el canal tiene convenio.

El Grabador Digital realiza la grabación de los programas en forma automática, ya que tiene una previa configuración de los horarios en los que debe ejecutar las grabaciones.

Luego de grabado el programa se realizara su edición con la ayuda del software Adobe Premiere Pro 6.0.

El video ya editado está disponible para enviarlo al switcher desde donde se emite la programación.

Respaldos de programas en vivo

En el caso de los programas en vivo que se volverán a transmitir en otro horario, será necesario hacer una grabación del mismo.

La señal tomada de cámaras y micrófonos, luego de enviarse al switcher puede ser respaldada de dos formas:

- Grabación directa para su futura edición.
- Edición previa antes de grabación.

Para grabarse directamente, la señal de video que tenemos en el switcher deberá ser enviada al corrector de base de tiempos y está directamente hacia el Grabador Digital.

Para tener un respaldo editado la señal de video que se tiene en el switcher debe pasar primero por el generador de caracteres, luego al servidor de audio y video, para finalmente ser grabada.

3.5 ARQUITECTURA DE LA TRANSMISIÓN DE TDT

La transmisión de señal de Televisión Digital Terrestre funciona de forma muy parecida a la de la televisión convencional analógica, o sea, se utiliza la técnica de difusión, donde se envía la señal desde un punto específico para que todos aquellos interesados en ella puedan recibirla.

La transmisión vía radio se realiza utilizando una antena omnidireccional ubicada en el origen de la señal de la transmisión. Se instalan varios repetidores entre la central y los potenciales televidentes para poder contrarrestar la pérdida de potencia de señal debido a la distancia, orografía del terreno o las condiciones climatológicas adversas

En el despliegue de la televisión digital terrestre, se tienen 2 tipos de arquitecturas diferentes de redes de distribución. Cada una de ellas tiene consecuencias importantes en el tema del aprovechamiento del espectro, costos de los despliegues y el servicio que ofrece. A continuación citamos algunas de sus características:

- Red de Frecuencia o Múltiple Frequency Network (nivel nacional). En este tipo de red de frecuencia múltiple cada uno de los transmisores tiene sus radiofrecuencias individualizadas (donde transmiten a una diferente frecuencia), no es necesario sincronizar los distintos centros emisores, lo que es una ventaja a la hora de abaratar costos en el despliegue), y es posible la realización de desconexiones de la programación a distintos niveles, en función de los intereses del editor de contenidos. Si se elige esta clase de redes, hay que tomar en cuenta que se necesitara más recursos de frecuencias.
- Red de Frecuencia Simple o Single Frequency Network (nivel autónomo, local o provincial). En este tipo de redes SFN todos los transmisores del área de cobertura transmiten en la misma frecuencia

y todas las emisiones tienen que estar moduladas con la misma señal, donde todos los transmisores deben estar sincronizados. No es posible hacer desconexiones, ya que la señal debe ser la misma para cada uno de los equipos transmisores ubicados del área de cobertura. Por otro lado, la planificación es más sencilla en el mejor aprovechamiento de los recursos del espectro. Es debido a los propios ecos que se obtienen durante la transmisión que en la recepción se generan ganancias de señal.

La transmisión de LA UCSM TV se efectuará como se muestra en las figuras, estación transmisora y estación repetidora.

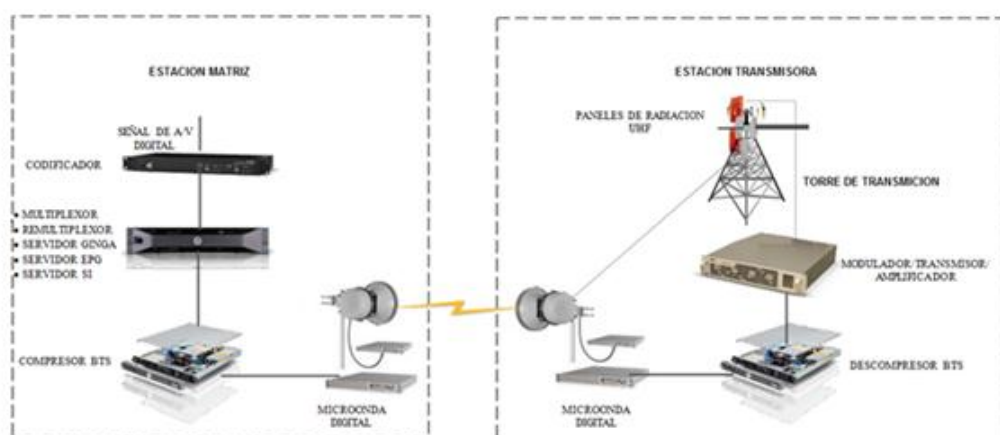


Figura 101 Arquitectura del estudio y la estación transmisora

Las antenas para los enlaces y radiación de señal UHF se ubicarán con ayuda del programa Radio Mobile.

La frecuencia a la que se transmiten los enlaces microondas entre las diferentes estaciones, es a 7.1 GHz (Frecuencia Auxiliar) con una potencia de 27dbm.

El área de cobertura con la TDT deberá respetar las estipulaciones de la concesión que tiene el canal.

Utilizando la información de localización (latitud, longitud y azimuts) de las antenas de radiación UHF, así como sus características técnicas (Antena Panel OBM) y el valor de intensidad de campo mínimo de 54 dBuV/m que debe cumplir a un nivel de 10 m. sobre el suelo y en los bordes de las áreas de cobertura, utilizando Radio Mobile se obtiene las zonas de cobertura de las estaciones de la UCSM.

Localidad de Arequipa

Mediante Resolución Viceministerial N° 285-2011-MTC/03, se modificó la Resolución Viceministerial N° 208-2004-MTC/03, ratificada mediante Resolución Viceministerial N° 746-2008-MTC/03, a fin de modificar el plan de canalización y asignación de frecuencias del servicio de radiodifusión por televisión en UHF de la localidad de Arequipa, incluyendo los canales disponibles para televisión digital terrestre en la banda 470 MHz a 608 MHz.

Condiciones Técnicas

- Las plantas de transmisión de las estaciones autorizadas en la banda de banda 470 MHz a 608 MHz deben ubicarse en la zona denominada Alto Cayma, previo cumplimiento del marco normativo aplicable. Asimismo, para la construcción de nuevas torres en dicha zona se deberá contar con el permiso correspondiente de la Dirección General de Aeronáutica Civil.
- Las estaciones de televisión digital terrestre (ISDB-T) deberán cumplir con las especificaciones de la Máscara Crítica, definida en el numeral 7.5.1 (Característica de la máscara del espectro de transmisión) de la Norma ABTN NBR 15601
- La máxima e.r.p. para las estaciones de televisión digital terrestre (ISDB-T) es de 20 KW.

- La máxima e.r.p. para las estaciones de televisión analógica (NTSC-M) es de 40 KW. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2011)
- Las plantas TX de los canales:
 - a) 29, 30 y 31 deben ubicarse en Alto Cayma.
 - b) 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 33, 34, 35 y 36 deben ubicarse a menos de 1 km de distancia del cruce de la Av. Cayma con la calle Mariano Melgar.
 - c) 43, 44, 45, 46 y 47 deben ubicarse a menos de 1 km de distancia del Parque María Auxiliadora.
 - d) 38, 39, 49, 50 y 51 deben ubicarse a menos de 1 km de distancia de las Coordenadas Geográficas LS 16° 23' 43" y LO 71° 29' 58".

Los canales que transmitan con tecnología digital deben cumplir con las especificaciones de la Máscara Crítica (Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2013)

Canalización UHF Arequipa

Artículo 4º.- Modificar el artículo 1º de la Resolución Viceministerial N° 208-2004-MTC/03, que aprueban los Planes de Canalización y Asignación de Frecuencias del Servicio de Radiodifusión por Televisión en UHF para diversas localidades del departamento de Arequipa, a fin de modificar el plan de canalización y asignación de frecuencias del servicio de radiodifusión por televisión en UHF de las localidades de AREQUIPA, CAMANA por CAMANA - EL CARDO-LA PAMPA - SAN GREGORIO - SAN JOSE, EL PEDREGAL - MAJES por EL PEDREGAL MAJES - SAN JUAN DE SIGUAS – VITOR - LA JOYA, MOLLENDY y PUNTA DE BOMBON - LA CURVA COCACHACRA por MOLLENDY –ISLAY – MEJIA - PUNTA DE BOMBON - LA CURVA - COCACHACRA, incluyendo los canales disponibles para televisión digital terrestre, conforme se indica a continuación.

Localidad: AREQUIPA

Plan de Canalización y Asignación de Frecuencias

Canal	Frec. Inicial (MHz)	Frec. Final (MHz)	Frec. Central (MHz)
15	476	482	476+1/7+1/7
16	482	488	482+1/7+1/7
17	488	494	488+1/7+1/7
18	494	500	494+1/7+1/7
19	500	506	500+1/7+1/7
20	506	512	506+1/7+1/7
21	512	518	512+1/7+1/7
23	524	530	524+1/7+1/7
25	536	542	536+1/7+1/7
27	548	554	548+1/7+1/7
29	560	566	560+1/7+1/7
30	566	572	566+1/7+1/7
31	572	578	572+1/7+1/7
33	584	590	584+1/7+1/7
34	590	596	590+1/7+1/7
35	596	602	596+1/7+1/7
36	602	608	602+1/7+1/7
38	614	620	614+1/7+1/7
39	620	626	620+1/7+1/7
41	632	638	632+1/7+1/7
43	644	650	644+1/7+1/7
44	650	656	650+1/7+1/7
45	656	662	656+1/7+1/7
46	662	668	662+1/7+1/7
47	668	674	668+1/7+1/7
49	680	686	680+1/7+1/7
50	686	692	686+1/7+1/7
51	692	698	692+1/7+1/7

Figura 102 Plan de Canalización y Asignación de frecuencias

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2013)

3.6 ANALISIS DE PERFIL ECONOMICO DE LA PROPUESTA

El análisis económico hace referencia a visualizar la rentabilidad económica y factibilidad de implementación de la propuesta, en base a aspectos relacionados con los costos e ingresos previstos en la elaboración del proyecto, su beneficio económico y posibles fuentes de financiamiento tomando en cuenta cada uno de los criterios que se expuso en los capítulos

anteriores, de esta manera se podrá emitir un criterio económico y técnico acorde a la ejecución o descarte del proyecto.

Inversión fija

En la realización de la tesis se desarrolla un detalle para la puesta en funcionamiento del proyecto donde se considera los equipos requeridos para el funcionamiento de la nueva red, en donde constan los precios de los equipos útiles para la digitalización de la producción del canal, así como también la lista de los equipos de transmisión que se proponen para la digitalización de la etapa de transmisión, con sus respectivos valores con los que se presentan en el mercado.

3.7 SERVICIOS ESPECÍFICOS DEL CANAL DE TELEVISIÓN TV CATOLICA

- Servicios de voz: Comunicación interna y externa al edificio con telefonía inalámbrica o fija. Así mismo radiocomunicación Tetra Troncalizado, Interna al edificio y su entorno.
- Servicios de datos: Se usa como tecnología base la conmutación de tramas Ethernet y enrutamiento de paquetes IP. Transmisión de datos en todo el edificio y con el exterior.
- Seguridad en el acceso a los recursos desde dentro y fuera del edificio.

Servicio de TV en radio frecuencia:

- Captación de canales de televisión terrestre y satelital, y que tengan emisión en abierto.
- Generación de programación propia de la emisora, en vivo y se basan en reproductores de vídeo o DVD con programas específicos y con soporte de software de última generación.
- Conexión mediante pasarela a una red de televisión por cable, proporcionada por una operadora de servicios en régimen Pay Per View (pago por visualización)

- Captación de canales de televisión por satélite de plataformas de pago y se transmite en la banda de UHF a través del procesamiento de canales.
- Generación de la señal de programación mediante MMDS. Microondas terrestre.

Servicio de control de accesos con vídeo vigilancia, supervisión y control de presencia:

Utilizando una red de inteligencia distribuida, constituida por un sistema central y electrónica e IP, de control en los puntos a controlar, se implantará los servicios de:

- Control de presencia para el personal propio o de contratas que trabaja en la emisora.
- Control de accesos individualizado por puerta y persona con calendario y franja horaria.
- Vídeo vigilancia en puertas perimetrales con control de accesos.

Audiovisuales en auditorios, aulas de formación especializada y data center o aula de videoconferencia:

Se usa tecnología de datos, vídeo, audio, voz e iluminación, infraestructura del cableado, equipamiento de vídeo, audio, iluminación, traducción en simultáneo y conexión con las redes de datos, voz y televisión portables en los auditorios y data center.

- C/N mínimo requerido para 6 MHz
- Canal Rayleigh: 19 dB

Se decide trabajar con el canal Rayleigh, debido a que permite darles igual importancia a todas las trayectorias generadas en la transmisión y describe de manera adecuada los entornos urbanos densos.

- Niveles de intensidad de campo (Canal Rayleigh)
 - Recepción Fija 70%: 46 dBuV/m
 - Recepción Fija 90%: 52 dBuV/m
 - Recepción Portable Outdoor 70%: 65 dBuV/m

- Recepción Portable Outdoor 95%: 71 dBuV/m
- Recepción Portable Indoor 70%: 73 dBuV/m
- Recepción Portable Indoor 95%: 83 dBuV/m
- Modo de transmisión
8K (6817 Portadoras)
- Patrón de radiación
Horizontal, utilizando un arreglo de antenas de tres paneles, el patrón se muestra a continuación:

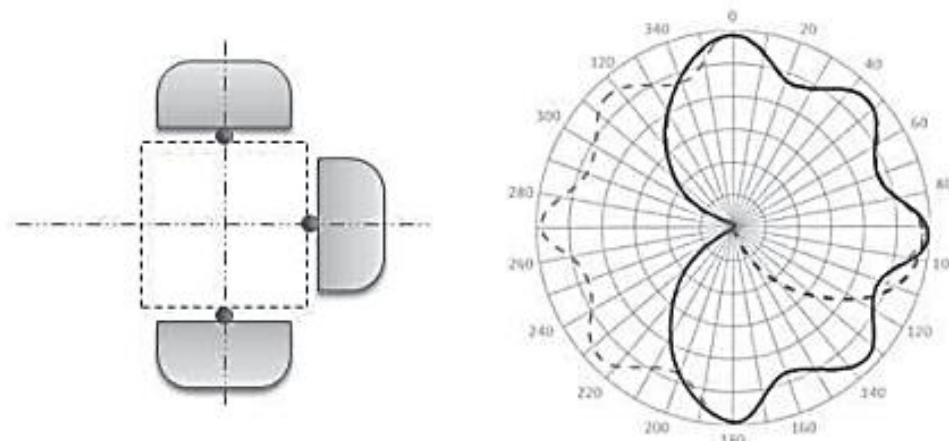


Figura 103 Patrón de radiación horizontal haciendo uso de tres paneles

Se hace uso de este patrón de radiación pues es el que mejor desempeño presenta al cubrir el área en estudio.

Aunque normalmente para el diseño y la implementación de redes ISDB-T se hace uso de antenas omnidireccionales. Para mejores resultados, se utiliza una combinación de varios modelos de propagación: Modelo determinístico: ITU-R 525/526, considera una línea de vista directa entre el receptor y el transmisor. Modelo de pérdidas por difracción: ITU-R. 526 Deygout, cuantifica la atenuación debida a la obstrucción por infinitos obstáculos en la línea de vista entre el receptor y el transmisor. Modelo de pérdidas por multitrayecto: ITU-R. 526, apropiado cuando se presentan efectos de multitrayectoria debidos a numerosas reflexiones por la obstrucción parcial de la zona de Fresnel.

También, se prestará servicios de

Televisión Abierta UHF

- UHF (Ultra High Frequency), consiste en una banda del espectro electromagnético la cual es ocupada en el rango de frecuencias comprendido entre 300 MHz y 3 GHz.
- Se transmite en los canales del 14 al 83



Figura 104 Torre soportante y arreglos de antenas UHF

3.8 TELEVISIÓN POR CABLE O MMDS PARA TV CATOLICA

MMDS que significa Distribución Multipunto por Microondas, en inglés Microwave Multipoint Distribution Service, es una tecnología inalámbrica de telecomunicaciones, utilizada para el establecimiento de una red de banda ancha de televisión y uso general o, típicamente es un método alternativo para recibir contenido o programación de TV por cable.

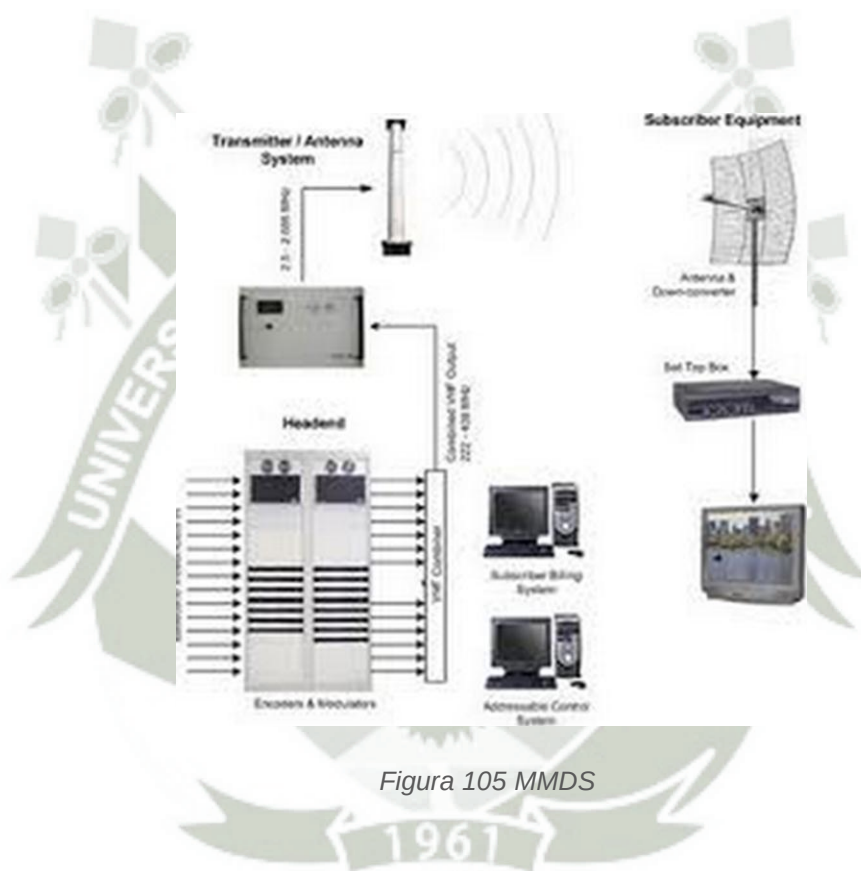


Figura 105 MMDS

La banda de frecuencia microondas que utiliza la tecnología MMDS está comprendida en un rango de 2GHz a 3GHz, ubicados en la Banda L.

Para hacer posible la recepción de las señales enviadas vía MMDS se necesita de una antena especial de microondas, además de un equipo descodificador que es conectado al receptor de TV.

Servicio de Televisión Terrestre Digital TDT

La televisión digital terrestre hace posible que por cada canal de 6 MHz del espectro electromagnético, permita transmitir hasta 08 señales o contenidos en calidad estándar, sumado a uno más de señal para equipos receptores portátiles como tabletas, PDS, celulares, etc.

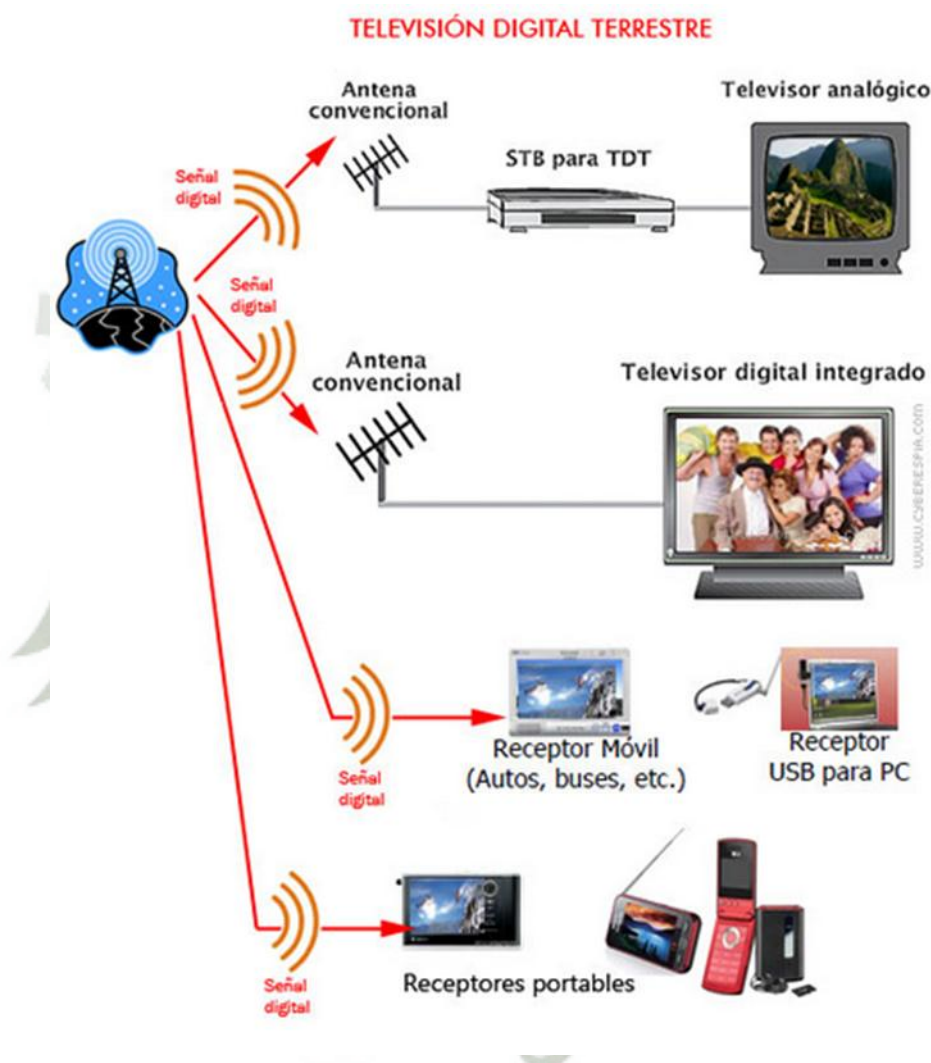


Figura 106 Televisión Digital Terrestre

Servicio de Televisión IP

Es un servicio de TV mediante suscripción donde es posible disfrutar de un conjunto de canales de todo tipo tanto como nacionales, como internacionales y radio, utilizando el internet.

Estructura del contenido del proyecto

- Planteamiento inicial de las necesidades a cubrir de la instalación.
- Elecciones de las soluciones más viables y adecuadas a las necesidades planteadas.
- Diseño de cada una de las redes para los distintos servicios (voz, datos, TV...) y por tanto las primeras pruebas para la ejecución de las mismas.
- Desarrollo de las funcionalidades y sentencias a la hora de ejecutar los criterios generales para implantar los servicios.
- Pruebas finales y optimización con el consiguiente testeo o verificación de las instalaciones montadas para cada red desarrollada en cada uno de los servicios implantados.

Localización Ubicación

Donde se quiere hacer – El espacio

Los requerimientos mínimos de espacio, planteados, en una primera etapa, son los siguientes:

Un ambiente para fuentes de alimentación, repartidores, bandejas, cableado, acometidas de energía, señales y puesta de tierra; PBX, troncales de telefonía y de antenas, terminales y enrutamientos, cabeceras de cobre, Fibra Óptica y Microondas, supervisión y vigilancia, distribuidores de señal y alimentación

- Un ambiente para recepción, comercialización, contabilidad, intercomunicación interna y externa,
- Un ambiente amplio para sets portátiles, divisorios, movibles, transformables para noticieros y diferentes programas en vivo
- Un ambiente para los switchings, consolas, equipos de monitoreo, grabación, emisión, producción, edición, dirección
- Un Data Center o Aula Especializada, equipada con los últimos equipos multimedia para realización de conferencias, cursos, reuniones
- TODOS ESTOS LOCALES CON LA DEBIDA IMPLEMENTACION DE ILUMINACION ESPECIAL, AUDIO, VIDEO Y DATA
- Es decir, se requieren de 4 o 5 ambientes, con las debidas conexiones especializadas de iluminación, audio, data, puesta a tierra, seguridad.
- Por consideraciones de irradiación el ambiente más conveniente sería el último piso del edificio nuevo.

Actividades y Tareas – Como se va a hacer

A quienes va dirigido.

Comunidad Arequipeña en General y expandida por Internet a nivel nacional e internacional.

Comunidad Universitaria: alumnos, docentes, egresados, administrativos.

Estudiantes de los últimos ciclos de las carreras de Comunicación Social, Electrónica, Telecomunicaciones y Sistemas para prácticas de pregrado y pre profesionales

Recursos Humanos

Recursos Materiales - Con que se va a hacer

La Universidad tendría que invertir en un inicio, en la adecuación de los ambientes en sus conexiones, instalaciones mínimas necesarias: instalaciones de energía, seguridad, cableado, división de ambientes, mobiliario

Luego, se buscarían convenios con empresas e instituciones internacionales que han apoyado a otras universidades, como la Universidad de Chile, Universidad Ricardo Palma,



CONCLUSIONES

Primera.- Se ha demostrado la hipótesis planteada.

Segunda.- Se ha dimensionado los sistemas de televisión planteados, para la Universidad Católica de Santa María de Arequipa.

Tercera.- La Televisión Digital es inminente de aplicación en nuestro país y región, por lo que urge planificar un tipo de teledifusora digital para nuestra universidad.

Cuarta.- Se han desarrollado los objetivos de analizar, sintetizar y evaluar la optimización de recursos para la implementación de un sistema de televisión digital en un escenario de despliegue real.

Quinta.- Se ha puesto de manifiesto la extraordinaria complejidad asociada al dimensionado de estos sistemas.

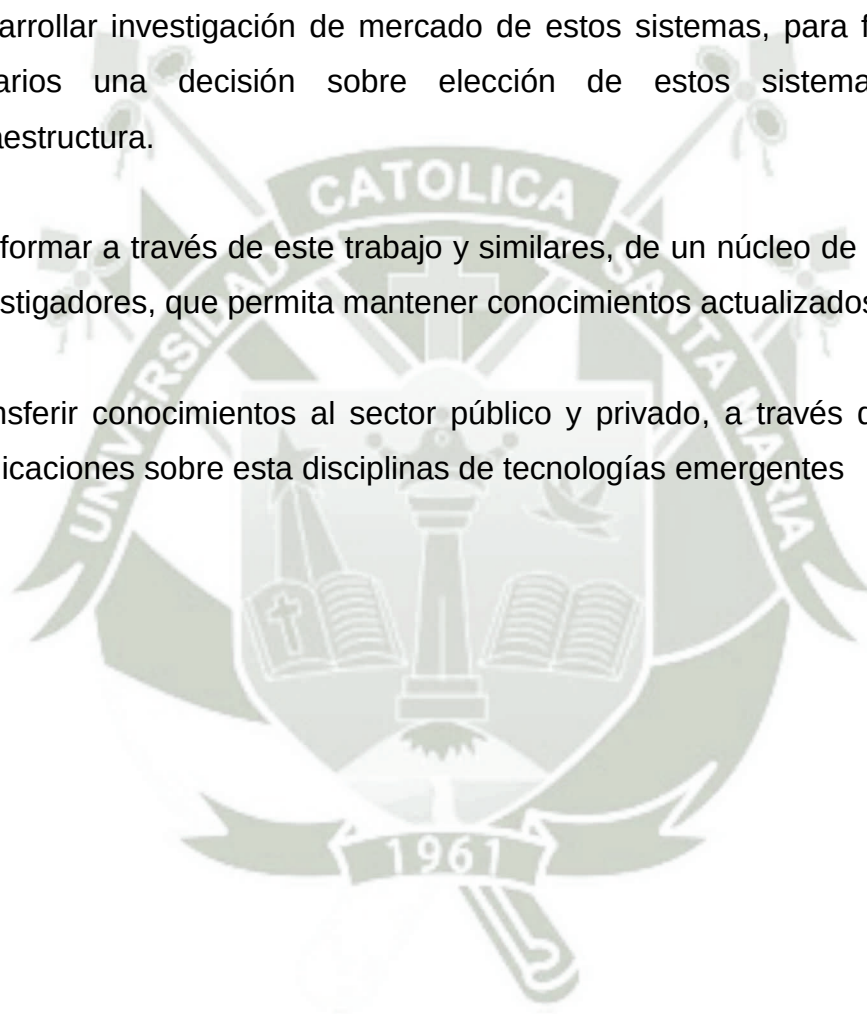
Sexta.- Se ha demostrado el importante ahorro de costes y demás recursos, optimizando el sistema

Séptima.- Los sistemas propuestos, proporcionan flexibilidad para futuras extensiones en un aumento de integración y colaboración de servicios de televisión digital.

Octava.- Ante los avances tecnológicos de la televisión digital, se hace imprescindible la necesidad de formar sociedades tecnológicas de la televisión en transmisión y producción con especialistas y profesionales

RECOMENDACIONES

- Estudiar, Analizar y Diseñar, por parte de los profesionales de la Ingeniería en Telecomunicaciones y Electrónica, y sus socios tecnológicos de la Producción, infraestructuras de gestión, que incorporen integración de redes, dispositivos, equipos, y servicios, soportados en la televisión digital, que se apoye en protocolos tecnológicos emergentes.
- Desarrollar investigación de mercado de estos sistemas, para facilitar a los usuarios una decisión sobre elección de estos sistemas para su infraestructura.
- Conformar a través de este trabajo y similares, de un núcleo de estudiosos e investigadores, que permita mantener conocimientos actualizados.
- Transferir conocimientos al sector público y privado, a través de eventos y publicaciones sobre esta disciplinas de tecnologías emergentes



BIBLIOGRAFIA

Bustamante Quiroz, L. (2013). El impacto de la implementación de la televisión digital en la industria televisiva chilena. Disponible en <http://www.repositorio.uchile.cl/handle/2250/114164>

Televisión digital. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 02 de Septiembre de 2017 de https://es.wikipedia.org/wiki/Televisi%C3%B3n_digital

ENACOM, Ente Nacional de Comunicaciones (s.f.). TV Digital Terrestre de la República Argentina. Disponible en https://www.enacom.gob.ar/tv-digital_p568

Multiplexación por división de frecuencias ortogonales. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 28 de Abril de 2017 de https://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci%C3%B3n_por_divisi%C3%B3n_de_frecuencias_ortogonales

Luis Alberto Venegas Picón (2012), Generación de una trama Broadcast Transport Stream (BTS) usando el software libre Opencaster (tesis de pregrado), Pontificia Universidad Católica Del Perú, Lima, Perú

Hiroyuki Hiroyuki Furuta (NHK) (2009). Tecnologías de transmisión del ISDB-T sus ventajas y aplicaciones, Disponible en https://www.dibeg.org/news/2009/0907Bolivia_ISDB-T_seminar/presentation3.pdf

Elías Said Hung (2009), Transformaciones comunicativas en la era digital. Hacia el apagón analógico de la televisión, (1ra Edición), Colombia: Ediciones Uninorte.

ESACADEMIC (s.f.) MMDS, Disponible en <http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/757248>

Maicu Alvarado y Gabriela Perona (2011), Espectro abierto para el desarrollo, Estudio de caso: Perú, Disponible en https://www.apc.org/sites/default/files/Espectro_Peru.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, (2011), INFORME ANUAL DE EVALUACIÓN DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT) EN EL PERÚ. Disponible en

<https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/radiodifusion/documentos/1/Extracto%20informe%20anual%20TDT.pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, (2013), INFORME ANUAL DE EVALUACIÓN DEL PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN DE LA TELEVISIÓN DIGITAL TERRESTRE (TDT) EN EL PERÚ. 2013. Disponible en

<https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/radiodifusion/documentos/1/prueba%20de%20extracto%202013.pdf>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, (2013), Canalización en UHF. Disponible en

<https://www.mtc.gob.pe/comunicaciones/autorizaciones/radiodifusion/documentos/RVM%202014-2013%20MTC%2003%20UHF.pdf>

José Simonetta (2006), Televisión digital avanzada, 1ra Edición, Estados Unidos, Ediciones: Intertel

Tomás Perales Benito (2006), Radio y televisión digitales/ Radio and Televisión Digital: Tecnología de los sistemas DAB, DVB, IBUC y ATSC, (1ra Edición), México, Editorial Limusa S.A. De C.V

B. B. Business Bureau, Matas Guardiola, Sebastián Dours (2015), TDT (Televisión Digital Terrestre) 2015: TDT en Latinoamérica, (1ra Edición), Editorial: CreateSpace Independent Publishing Platform

ANEXOS

ANEXO 1

Hojas de datos Transmisor ISDB-T MTX D 200/U



MTX Compact Series

MTX D 200/U

**MTX SERIES: MULTISTANDARD MULTIMODE
DIGITAL & ANALOG TERRESTRIAL TV TRANSMITTER LINE**

CONFIGURATION EXAMPLE:

200W UHF DIGITAL TV TRANSMITTER - COMPACT SERIES



MTX D 200/U



Double, partially redundant,
power supplies, hot pluggable
from the rear panel

The "MTX" is a Software Defined Radio Transmitter /Transposer Series easily configurable or re-configurable as analog or digital multistandard unit.

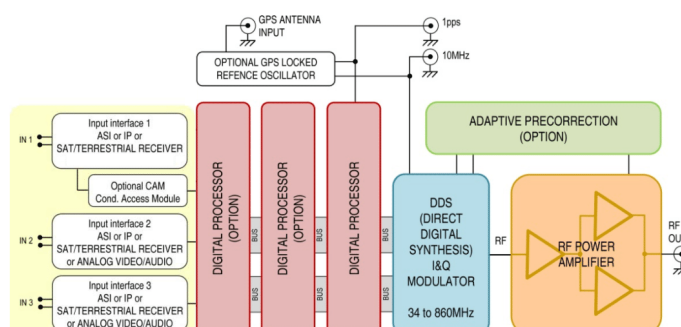
ANALOG - DVB-T/H - DVB-T2 - ISDB-T/Tb - ATSC



www.abe.it



MTX D 200/U BLOCK DIAGRAM



MTX D 200/U Standard specification

For standard specifications and general description,
please refer to “MTX Compact Series” brochure

ADDITIONAL SPECIFIC CHARACTERISTICS

Output frequency range:	UHF 470 to 860MHz in 1Hz steps
Output Power (before output filter):	200Wrms (tol. +0/-1dB - Note: full output power warranted up to 800MHz output frequency)
Output connector:	*N" female
MER:	≥ 35dB
Shoulders attenuation (before output filter):	≥ 38dB
Housing:	Rack drawer 19" 3U; dimension: (depth 475mm - connectors and handles excluded)
Power consumption:	≤ 1,000W
Power supply:	Double, partially redundant, power supplies hot pluggable from the rear panel (-6dB RF output power with a single power module) 185 to 264Vac 47/63Hz single phase (different power supplies and tolerances available on request)

All specifications contained in this document may be changed without prior notice.

ABE ELETTRONICA

Via Leonardo da Vinci, 224 24043 Caravaggio (BG) Italy Tel. +39 0363 35 10 07 - Fax +39 0363 50 756 mail@abe.it - www.abe.it

Hoja de Datos Transmisor ISDB-T LIECOM TRUD500



TRANSMISORES TV DIGITAL

- AVANZADO DISEÑO MODULAR
- ÓPTIMA RELACIÓN PRECIO CALIDAD
- TELECONTROL Y TELESEÑALIZACIÓN (Opcional)

NORMAS
ISDB-TB
DVB-T/H
ATSC

UHF
TRUD70
TRUD120
TRUD250
TRUD500



L.I.E. Laboratorio de Ingeniería Electrónica S.R.L.
Sargento Romero 1532 CP:5010
Córdoba - Argentina
TEL +54 351 4667312
info@liecom.com
www.liecom.com

POTENCIA DIGITAL
70 120 250 500
Wrms

TRANSMISORES TV DIGITAL ISDB-Tb

Modelos: TRUD70 TRUD120
TRUD250 TRUD500

- Totalmente estado sólido
- Los mas avanzados LDMOS
- Tecnología SMD
- Sistemas de Control y Supervisión
- Fuentes conmutadas para máxima eficiencia
- Máxima confiabilidad con Módulos Amplificadores en paralelo
- Doble excitación opcional

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Estándar
ABNT NBRR 15601:2007

MPEG – BTS
2 Entradas ASI – Conectores BNC
Formato 204 y 188 bytes – 80 Mps maxi.
Entrada Transport Stream Package desde MUX
Gerenciamiento IIP package para operación SFN
Conmutación Automática para redundancia

Salida RF
Selección de canales: 14 al 69
Rango de frecuencia: 470 a 806 MHz
Ancho de Banda: 6 MHz
Potencia de Salida: 70 Wrms
120 Wrms
250 Wrms
500 Wrms
Mascara crítica con filtro externo
Conector de salida N h

Modulación
Modulación jerárquica en 3 Capas
FEC: 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, o 7/8
Intervalo de Guarda: 1/4, 1/8, 1/16 o 1/32
Time interleaving de 0 a 16
Separación de Portadoras: 4 KHz, 2KHz o 1 KHz
Redes MFN y SFN
MER: mejor 32 dB

Clock y Sincronización
Clock interno de alta calidad
10 MHz y 1PPS salidas TOD
Manejo redundante del Clock y time
Opcional onboard GPS

Pre-corrección Digital (opcional)
Dinámica 9 dB
DAP Digital Adaptive Pre-correction circuits
DAP lineal: amplitud +/- 3 dB, retardo 3us
DAP no lineal: fase 180°
Reducción del Factor de Cresta y Protección hard clipping
Modo de operación flexible

Control y Monitoreo
Panel con configuración local o remoto

General
Alimentación: 220 VAC 50/60 hz

Hoja de datos del Transmisor ISDB-T UBS DTX-2500U



DTX 2500U
Indoor 250W UHF-Band
ISDB-T/T_B Transmitter
Instruction Manual

56983-01-ISDBT-M01, Rev. 03B
March 2012

**RESTRICTIONS ON USE, DUPLICATION OR DISCLOSURE
OF PROPRIETARY INFORMATION**

This document contains information proprietary to Unique Broadband Systems Ltd., to its affiliates or to a third party to which Unique Broadband Systems Ltd., may have a legal obligation to protect such information from unauthorized disclosure, use or duplication. Any disclosure, use or duplication of this document or any of the information herein for other than the specific purpose for which it was disclosed by Unique Broadband Systems Ltd., is expressly prohibited, except as Unique Broadband Systems Ltd., may otherwise agree in writing. Recipient by accepting this document agrees to the above stated conditional use of this document and this information disclosed herein.

Copyright © 2012, Unique Broadband Systems, Ltd.

400 Spinnaker Way, Vaughan, Ontario, Canada L4K 5Y9, Tel: (905) 669-8533, Fax: (905) 669-8516, Internet: www.uniquesys.com

DTX 2500U 250W UHF-Band ISDB-T/Ts Transmitter Instruction Manual
56983 -01-ISDBT-M01, Rev. 03B

Revision History

Rev	FPGA Version	Application Version	UPC SW Version
03B	3432	1835	5.80

1 Introduction

1.1 Manual Overview

This manual contains a description of the DTX 2500U, as well as installation, setup and operating instruction.

1.2 Product Safety

For your protection, please read and observe all safety instructions carefully. Save these instructions for future reference.

1. **Read Instructions** – All safety and operating instructions should be read before the product is operated.
2. **Follow Instructions** – All operating and user instructions should be followed.
3. **Retain Instructions** – The safety and operating instructions should be retained for future use.
4. **Heed Warnings** – All warnings on the product and in the operating instructions should be adhered to.
5. **Mounting Equipment and Accessories** – Do not place the product on an unstable cart, stand, bracket or table as the product could fall, causing serious damage. The product should be used only with a cart, stand, bracket or table that is recommended by UBS.
6. **Ventilation** – To ensure reliable operation and to protect the product from overheating, the product should be positioned so that proper ventilation is not obstructed. The product should not be placed near or over radiators, stoves or other appliances that produce heat.
7. **Power Sources** – The product should only be operated from the type of power source indicated on the unit or in this document.
8. **Cleaning** – Unplug or otherwise disconnect all power from the product before cleaning. Do not use liquid cleaners or aerosol cleaners. Use only a damp cloth for cleaning.
9. **Servicing** – The user should not attempt to service the product beyond those means described in the operating instructions. Refer all servicing to qualified service personnel.
10. **Damage Requiring Service** – Unplug the product from its power source and refer to service personnel under the following conditions:
 - a. When the power supply cord or plug is damaged.
 - b. If liquid has been spilled or objects have fallen into the product.
 - c. If the product does not operate normally, adjust only those controls that are covered by this document. Improper adjustment of any other controls may result in damage and will often require extensive work by a qualified technician to restore the product to its normal operation.
 - d. When the product exhibits a distinct change in performance. Such a significant change indicates need of service.
11. **Replacement Parts** – When replacement parts are required, ensure that parts are specified by UBS. Unauthorized substitutions could result in improper operation or other hazards and will invalidate the warranty.
12. **Keep Away from Live Circuits** – Service personnel must at all times observe safety regulations. Do not replace components or make adjustments at all. All repairs are to be performed at UBS factory.

1.3 Warning

Specific warning and caution statements, where applicable, are found throughout this manual. Note that warning and caution statements and/or symbols are marked on the transmitter as well.

1.3.1 Safety Symbols

Symbol	Meaning	Explanation
	Caution	To prevent damage to the product, the user must refer to all operating instructions in the manual.
	Danger	Dangerous voltages.
	Attention	Presence of electrostatic discharges (ESD).
	Ground	Protective ground terminal.
	AC	Alternating Current

1.3.2 Safety Notices

WARNING! – Denotes potential hazard, if not correctly performed or adhered to, could result in injury or loss of life.

CAUTION! – Denotes potential hazard, if not correctly performed or adhered to, could result in damage to the equipment.

NOTES – Provides supplementary information for the user.

1.3.3 Electrostatic Sensitive Devices

This product contains ESD (Electrostatic Discharge) sensitive devices.

Attention!



When repairing, proper ESD equipment should be used to prevent damage to the product. Use an ESD wrist strap when handling ESD-sensitive devices.

1.3.4 Lithium Battery

CAUTION!



Danger of explosion if battery is incorrectly replaced. Replace only with the same or equivalent type, as recommended by the equipment manufacturer. Dispose of used batteries according to the manufacturer's instructions.

1.4 Warranty and Service Information

UBS' standard warranty is one (1) year from the date of delivery, provided that the warranty labels have not been broken. Opening the product without the expressed, written consent of UBS will automatically void the warranty.

UBS' liability for a warranty failure applies only to the equipment provided by UBS and excludes all other remedies, including, without limitation, incidental consequential damages. UBS is not responsible for any lost data, revenue, or any other consequential damages associated with a warranty or non-warranty failure.

In the event of a defect in/ or failure of the UBS product, the customer shall contact UBS regarding the warranty claim. UBS warrants to rework or repair the product at the UBS facility in Vaughan, Ontario once it has been properly returned by the customer.

To process a warranty claim or to obtain technical support, please contact UBS' Customer Service at either one of the following numbers:

Telephone Number: 905-669-8533

Fax Number: 905-669-8516

1.5 Liability

The statements, specifications and instructions in this publication are believed to be correct to the best knowledge of Unique Broadband Systems Ltd. and its employees at the time of printing this manual. Unique Broadband Systems Ltd. will reserve the right to make changes to the content in this publication that reflects changes in equipment specifications and design. No liability is assumed for statements, results, or lack thereof from the use of information in this publication and for any direct or consequential damages, personal loss or injury and that all statements made herein are strictly to be used or relied on at the user's risk.

This document has been prepared for professional and properly trained personnel and the customer assumes all responsibility when using this document. UBS welcomes customer comments as part of the process of continual development and improvement of the documentation in the best way possible from the user's viewpoint. Please submit your comments to your UBS sales representative at the following address:

Unique Broadband Systems Ltd.

400 Spinnaker Way
Vaughan, Ontario, Canada
L4K 5Y9

Tel: (905) 669-8533

Fax: (905) 669-8516

Email: sales@uniquesys.com

Website: www.uniquesys.com.

2 Product Description

2.1 Product Overview



Figure 2-1 250W ISDB-T/Ts Transmitter

The indoor 250 Watt ISDB-T/Ts UHF-Band transmitter is fully compliant with ISDB-T/Ts standards and is designed for an operating frequency range of 470 MHz to 860 MHz. The transmitter transport stream input may be an ISDB-T/Ts multiplexed transport stream.

The compact design is a complete ISDB-T/Ts transmitter system. Included in the 3RU chassis is an ISDB-T/Ts Modulator, GPS Receiver, High Power Amplifier (HPA) and System Controller. The System Controller is responsible for transmitter operation, configuration, management and status reporting with support for a SNMP based Network Management System.

Key highlights of the transmitter include:

- ISDB-T/Ts compliant
- Operating frequency range of 470 MHz - 860 MHz
- High Performance 250W LDMOS Power Amplifier
- RF overdrive, high VSWR and over-temperature protection
- ISDB-T/Ts Modulator with internal GPS Receiver and System Controller
- SFN and MFN Support
- Adaptive Non-linear Pre-correction
- Manual Linear and Non-linear Digital Pre-correction
- Touch Screen LCD for rear time user interface
- Web interface for remote control and monitoring
- SNMP for network management of the Transmitter
- Compact, light weight chassis with forced air cooling system

2.2.1 ISDB-T/T_B Modulator

- The module performs ISDB-T/T_B signal encoding, OFDM waveform generation and synchronization to provide Single Frequency Network (SFN) operation.
- The module performs the frequency conversion of the OFDM signal into the required RF channel frequency, to drive the High Power Amplifier (HPA).
- The Adaptive Non-linear Pre-corrector compensates for HPA non-linearities. Manual Digital Linear and Non-linear Pre-correctors provide compensation for the group delay introduced by the HPA output filter and the non-linear distortions produced by HPA.

The ISDB-T/T_B modulator converts an ISDB-T/T_B multiplexed transport stream, made up of one or more TS inputs, to a COFDM modulated RF signal. A direct conversion process provides a single analog RF output from 470 MHz to 860 MHz, suitable for amplification in the High Power Amplifier (HPA).

The modulator can support MFN, Hierarchical and SFN Hierarchical network modes as well as Partial Reception.

Power Amplifier performance can be improved significantly by enabling the Adaptive or Manual Pre-correctors. Adaptive Non-linear Pre-correction compensates for HPA non-linearities including AM/AM and AM/PM distortion and protects against IMD and spectral regrowth while maximizing EVM performance. Manual Digital Non-linear Pre-correction compensates for HPA non-linearity and is able to provide separate adjustment for low and high frequency shoulders. Manual Digital Linear Pre-correction compensates for group delay created by an output filter.

2.2.2 GPS Receiver

The internal GPS receiver provides 10 MHz and 1PPS reference signals to the modulator board for SFN operation (transmitter synchronization) and has the capability to track 12 satellites.

The user has the option to set the Max GPS Holdover time, updated the system clock from the GPS and set the time zone.

Following a loss of signal lock (to the GPS satellite network), the Max GPS Holdover time is the maximum length of time the system will continue to operate in a free-running mode before an alarm is issued, leading to a possible transmitter shutdown condition. It is imperative for all transmitters in a SFN Hierarchical network to be synchronized to a GPS at all times.

2.2.3 Transmitter System Controller

- Provides all primary system control and management functionality.
- Manages all control interfaces of the transmitter.

The modulator board serves as the main System Controller responsible for configuration and management of the entire transmitter and interfaces. The modulator board and HPA are linked by a RS-485 serial cable for control and monitoring - see [Figure 2-2](#). The system controller supports transmitter operation, configuration, management and status reporting. System control includes power up, power down, RF control processes, control commands for status requests and operating parameters, etc. The transmitter identity (name, password, local IP address, SNMP, etc.) can be configured remotely or locally. Remote upgrade of the transmitter software is also supported.

2.2.4 High Power Amplifier (HPA)

- The module provides RF signal amplification up to the required 223 Watts output power level at the transmitter RF output.
- The output power level is maintained via an ALC loop.
- The output forward and reverse power levels are measured by the integrated output coupler and reported to the system controller.

The HPA module is designed to operate as a final amplification stage for the terrestrial UHF-band transmitter. Employing highly efficient LDMOS technology, the HPA amplifies the modulated UHF-Band terrestrial signal to a power level of 223 Watts, while maintaining its linear characteristics. The HPA module includes an integrated AC/DC power supply, controller and two fans for forced air cooling.

The HPA architecture is based on a solid state design operating in the Class A/AB linear mode over a frequency range from 470 MHz to 860 MHz. The amplifier is fully protected against input overdrive, overheating and output load VSWR conditions.

The HPA incorporates an internal automatic self-levelling loop to maintain a constant output power level. The automatic level control (ALC) circuit will compensate for the input signal level variations and the gain variations caused by changes in temperature as well as for the gain changes due to devices aging.

The HPA main drive-chain signal is split to feed two individual LDMOS power modules. The output of each power module is combined and fed into the combiner/coupler which includes RF detectors that measure forward and reflected power levels as well as a RF monitoring port. The HPA controller monitors the operation parameters of the HPA, provides protection against abnormal operation conditions and communicates with the main system controller via a RS-485 serial interface. Though highly linear, the HPA output shoulders are further enhanced by the pre-corrector circuit housed on the modulator board.

The HPA has two output power modules in a parallel configuration. The rated output power level of the HPA during normal operation is 53.5 dBm (223W). In the event of a failure, the HPA is capable of operating with one output module at a reduced output power level of 48.3 dBm (67.7 Watts).

2.2.4.1 HPA Enhanced Features and Design Concepts

The HPA utilizes several innovative features designed to enhance its performance and reliability of the amplifier.

- Enhanced heat sink design
- Thermally enhanced power transistors

The HPA employs a heat sink design that permits more equal heat distribution across the heat sink, thus reducing the maximum operating temperature. Distribution of the main heat source elements within the HPA is optimized in order to utilize the maximum thermal efficiency of the heat sink, also resulting in lower operating temperatures.

The HPA design incorporates the latest generation high power LDMOS transistors which employ a thermally enhanced package. The significant reduction in thermal resistance will allow these new generation power devices to operate with a lower junction temperature thus improving overall amplifier reliability.

2.2.4.2 HPA Controller

The embedded HPA controller monitors all operating parameters and provides amplifier protection and control. It communicates with the main System Controller via a RS485 serial interface and reports the following parameter values and corresponding alarms:

- HPA Forward Power
- HPA Reflected Power
- HPA Input Power
- HPA Temperature
- HPA PA Voltage and Current
- HPA Diver Voltage
- HPA Pre-driver Voltage
- HPA Shutdown
- HPA Communication

The following HPA control commands are set via the RS 485 serial interface:

- Power Supply ON/OFF
- DC Bias ON/OFF
- RF Output ON/OFF

The HPA is a constant gain block which is individually calibrated in order to maintain its RF performance while operating in various conditions. The calibration is performed on the forward power sensor, reflected power sensor and input power sensor. A calibration table is stored in the HPA controller internal EEPROM.

The HPA controller reports alarms to the system controller and maintains an internal alarm log. Each alarm entry in this log contains the alarm ID itself along with monitored parameters prior to an alarm. This alarm log is saved in an internal EEPROM.

2.2.1 Adaptive Pre-corrector

The adaptive pre-corrector compensates for the HPA non-linearities, including AM/AM and AM/PM distortion, spectral re-growth and error vector magnitude (EVM). The complex signal processing is done in the RF domain. This pre-corrector supports a fully adaptive operation: the feedback signal (HPA output) is compared to the modulator's RF output signal (HPA input) in order to optimize the correction, which will improve the shoulders of the RF output. The Pre-corrector function can be switched on and off from the Web GUI, CLI or front panel.

2.2.2 Manual Digital Linear and Non-linear Pre-correctors

The non-linear pre-corrector compensates for power amplifier non-linearity and is able to provide a separate adjustment for the low and high frequency shoulders of the wide channel spectrum. Additionally, the non-linear pre-corrector may serve as peak limiter in order to control peak to average power ratios. The Linear pre-corrector compensates for the group delay created by an output filter. The Pre-corrector function can be switched on and off from the Web GUI, CLI or front panel.

2.2.3 Control Interfaces

The physical interface for system management is the Ethernet port which supports Web GUI, SNMP v3 (secure SNMP) and Telnet. A touch screen LCD provides a real time user interface and the USB port can be used to access the Command Line Interface (CLI).

The Web GUI is an intuitive interface allowing the user to access the current transmitter status and configure the operational parameters. The Web interface uses a simple hierarchical menu structure which provides access to all transmitter parameters. The touch screen LCD and CLI offer the same hierarchical menu structure which provides access to all transmitter parameters.

The transmitter SNMP interface provides the means for remote management of the transmitter and to accept alarm traps. The notification options can be configured on a per-alarm basis. The user may decide to mask certain alarms, increase/decrease integration time to declare an alarm, etc. Alarm logs are available via the SNMP interface and are stored in Non Volatile Memory.

2.2.4 Remote Upgrades

The main software components in the transmitter are remotely upgradeable via the Ethernet management interface.

3 Installation

3.1 Unpacking and Inspection

Each DTX 2500U transmitter is completely assembled, tested and shipped in the appropriate packaging.

Carefully unpack the unit and examine all shipping containers and contents for physical damage that might have occurred during shipment. If damage occurred during shipment please notify your freight carrier immediately.

Missing or damaged equipment not caused by the freight carrier should be directed to UBS Ltd., in order to facilitate the replacement or repair of the equipment.

Be sure to check the package contents carefully for important documents and materials.

NOTE:



Retain all shipping containers for storage or re-shipment purposes. All materials returned under warranty must be packed in their original shipping containers.

3.2 Environmental

The transmitter is designed for the following environmental conditions:

- Indoor use
- Operating temperatures between 0°C and +50°C (+32°F and +122°F)
- Storage temperatures between -30°C and +70°C (-22°F and +158°F)
- Maximum relative humidity of 95%, non-condensing

3.3 Mounting

This transmitter is delivered in a 19" rack mountable chassis. If several chassis are mounted in a 19" rack, special attention must be paid to the temperature inside the rack.

The transmitter is equipped with forced air cooling fans on the front panel. If the transmitter is mounted between other instruments with a high surface temperature, this method of cooling may not be sufficient. Under these circumstances, it is recommended to make space between the instruments, and to establish additional forced air circulation (cooling) in the rack.

3.4 Grounding

Before any other connection is made, the transmitter must be connected to a protective earth conductor via the three-core mains cable and the protective earth terminal marked: 

The service panel protective earth lead (ground bar) must be verified to be functioning properly before the unit can be connected to the service panel mains.

CAUTION!



Ensure that the DTX 2500U is properly grounded before turning on the power.

WARNING!

Any interruption of the ground conductor inside or outside the unit, or disconnection from the protective earth terminal is likely to make the product dangerous. Intentional interruption is prohibited.

3.5 Power Supply

3.5.1 Mains AC Power Connection

The transmitter is equipped with a tap-less switch mode power supply that covers most nominal voltage ranges in use. This avoids the need to adapt the unit to the local mains voltage.

- Mains AC Voltage: 100 – 240 VAC RMS
- Frequency: 50/60 Hz

3.5.2 Fuse Replacement

The mains fuse-holder is located on the rear panel of the transmitter.

DANGER!



The DTX 2500U must be disconnected from all voltage sources when replacing a fuse.

- **Fuse Rating @ 240 VAC:** 10 A; 250 V, Fast acting, type Littelfuse **217010P** or equivalent.
- **Fuse Rating @ 110 VAC:** 15 A; 250 V, Fast acting, type Littelfuse **217015P** or equivalent.

If the mains fuse has to be replaced, please proceed as follows:

1. Remove the power cable.
2. Lift the plastic cover (fuse-holder) by means of a small screwdriver.
3. Insert the new fuse into the top of the fuse-holder.
4. Re-insert the cover (fuse-holder).

CAUTION!



Ensure that only fuses of the required rating, voltage, and of the specified type are used for replacement. Fuses must only be replaced by a qualified person who is aware of the hazards involved

The use of repaired (jumped) fuses and/or the short-circuiting of the fuse holder are prohibited.

3.6 Input and Output Connections

In addition to the AC power connection, several other transmitter connections can be made during the installation.



Figure 3-1 Transmitter Rear Panel

Port	Function	Type	Impedance
GPS ANT	Antenna input for GPS receiver	F-type (F)	75 ohms
DVB-ASI IN A	ISDB-T/T _B multiplexed transport stream input	BNC (F)	75 ohms
DVB-ASI IN B	ISDB-T/T _B multiplexed transport stream input	BNC (F)	75 ohms
DVB-ASI OUT A	ISDB-T/T _B multiplexed transport stream output	BNC (F)	75 ohms
DVB-ASI OUT B	ISDB-T/T _B multiplexed transport stream output	BNC (F)	75 ohms
10 MHz	10 MHz reference output	BNC (F)	1k ohms
1 PPS	1 PPS reference output	BNC (F)	1k ohms
RF OUT	RF output	7/16" DIN (F)	50 ohms
HPA RF MONITOR	Transmitter RF output monitoring port	SMA (F)	50 ohms
RF MONITOR	Modulator RF output monitoring port	SMA (F)	50 ohms
HPA FB	RF feedback input for Adaptive Pre-corrector	SMA (F)	50 ohms
Ethernet	Interface for Web GUI, Telnet (CLI), SNMP and M2M	RJ45	N/A
USB	Interface for CLI	USB Type-B	N/A
RS232	Alarm Relays	9-pin SUB-D (M)	N/A
RS485	HPA communication with system controller	9-pin SUB-D (F)	N/A
HPA RS485	HPA communication with system controller	9-pin SUB-D (F)	N/A

Table 3-1 External Connections

3.6.1 GPS Antenna

A GPS antenna must be connected to the transmitter GPS ANT connector, as specified in [Section 11.8](#).

The transmitter does not provide lightning protection therefore the operator must use the appropriate external protection device. Since the transmitters is intended for indoor use, a surge protector (lightning arresstor) is most effective when mounted to a large copper grounding plate located at the building entry point.

A PTC-F02 Gas Tube surge protector from Nextek is available as an option.

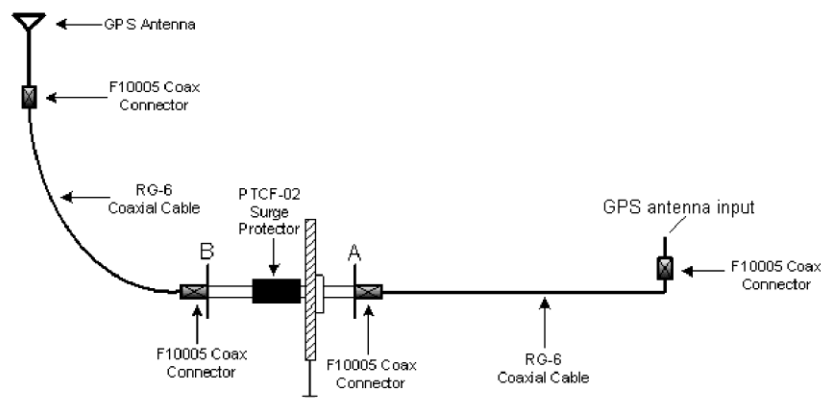


Figure 3-2 GPS Antenna Connection

3.6.2 ISDB-T/T_B Multiplexed Transport Stream Input

Two (2) ASI inputs (IN A and IN B) are provided for the ISDB-T/T_B multiplexed transport stream. The ASI inputs can be automatically selected or configured by the user.

3.6.3 ISDB-T/T_B Multiplexed Transport Stream Monitoring Output

Two (2) ASI outputs (OUT A and OUT B) are provided for monitoring the input ISDB-T/T_B multiplexed transport stream.

3.6.4 10 MHz Reference Output

One (1) output provides a 10 MHz reference from the GPS receiver.

3.6.5 1 PPS Reference Output

One (1) output provides a 1 PPS reference from the GPS receiver.

3.6.6 RF Output

The transmitter RF output provides a 223 W RMS, ISDB-T/T_B modulated signal with a frequency range of 470 MHz to 860 MHz. Note: the transmitter RF output must be connected to a properly rated antenna or load.

3.6.7 HPA RF Output Monitoring Port

One (1) port is provided for monitoring of the transmitter RF output, 53 dB below the selected transmitter RF output level. The connector is pre-connected to the HPA FB input for the Adaptive Pre-corrector.

3.6.8 Modulator RF Output Monitoring Port

One (1) port is provided for monitoring of the modulator RF output, 30 dB below the selected RF output level.

3.6.9 Adaptive Pre-corrector Feedback Input

One (1) port is provided for the Adaptive Pre-corrector FB input, which is connected to the HPA RF monitoring port.

3.6.10 USB Port

One (1) USB port is provided for access to the CLI (Command Line Interface).

3.6.11 Ethernet Port

Two (2) Ethernet ports are provided for network access. Connector A is always active; optionally connector B can be activated.

Once the modulator has been configured with the correct network settings, the user can access the modulator via the Web GUI, CLI (via Telnet) and SNMP. The Ethernet connector(s) can also be configured for Machine-to-Machine communication.

Note: *It is recommended to install a ferrite clamp, such as Wurth Elektronik model 742 712 22 or equivalent, on the network cable, with two loops, in order to comply with the Radiated emissions requirements.*

3.6.12 RS232 Serial Port

The RS232 serial port can configured to provide two (2) Alarm Relays.

Pin No	Function
1	Relay 1 contact
2	RxD
3	TxD
4	Relay 2 contact
5	GND
6	Relay 1 contact
7	RTS
8	CTS
9	Relay 2 contact

Table 3-2 RS232 Connector Pin-out

3.6.12.1 RS232 Settings

Baud rate: 9600, 8 data bits, no parity, 1 stop bit, no flow control.

3.6.12.2 RS232 Alarm Relays

Two (2) alarm relays are available on the RS232 serial port. The alarm relay contacts are normally open and close on alarm; when the modulator is turned off the contacts are normally closed. Each relay is software controlled and can be set to trigger on a specific alarm.

3.6.13 RS485 Serial Port

The RS485 port is used for communication (Machine to Machine) with the HPA via the HPA-RS485 Interface. An external serial cable is used to connect the ports and is provided with the transmitter.

Pin No	Function
1	Relay 1 contact
2	Ground
3	External Reset
4	Rx-
5	Tx+
6	Relay 1 contact
7	Ground
8	Rx+
9	Tx-

Table 3-3 RS485 Connector Pin-out

3.6.14 HPA RS485 Serial Port

The HPA RS485 Serial port is used for communication (Machine to Machine) with the modulator via the RS485 Interface. An external serial cable is used to connect the ports and is provided with the transmitter.

Pin No	Function
1	NC
2	GND
3	NC
4	Tx-
5	Rx+
6	NC
7	NC
8	Tx+
9	Rx-

Table 3-4 HPA RS485 Connector Pin-out

4 Operating Instructions

4.1 Introduction

This section outlines the initial turn on procedure and addresses processes for monitoring and control of the DTX 2500U Transmitter.

4.2 Initial Turn-On Procedure

Once the DTX 2500U is installed and all input, output and AC connections are made, the transmitter is ready to be turned on. Ensure that the output of the transmitter is connected to a sufficiently rated broadcast antenna or load before turning the unit on.

1. Turn on the AC power switch.
2. Once the transmitter has finished its boot up process, which takes approximately 90 seconds, configure it for access to the local network. This can be done using the transmitter front panel touch screen LCD. Navigate to Status window "e" and press the enter  button. This will take the user to a System parameters sub-menu where the Network parameters can be configured.
3. Using a PC, open a Web browser and logon to the transmitter Web GUI.
4. Check the Status screen for active alarms. The only alarm present should be GPS Quality Low. The GPS Quality Low alarm will take up to 10 minutes to clear as satellites are acquired.
5. During the initial on-site turn on, it is recommended to set the output level to 45 dBm via the Web GUI before the transmitter RF is turned on. This will ensure that the effects of a transmission line or antenna fault are minimized when the RF is turned on. Go to Config – HPA Transmitter and set the output power level to 45 dBm.
6. For SFN operation, check the Status screen to ensure that the GPS Quality Low alarm has cleared. Once the alarm has cleared, the transmitter can be placed in Broadcast mode. For MFN operation, the GPS is not required to be locked.
7. The transmitter front panel display can be used to monitor the transmitter forward and reflected power levels.
8. If the forward and reflected power levels are acceptable, increase the transmitter output level by 3 db and continue to monitor the forward and reflected power levels.
9. Continue to increase the transmitter output level by 3 dB, until the desired output level is reached (max of 53.5 dBm).

Note: The default password for the CLI and Web GUI is "admin"

4.3 Control and Communication

The transmitter can be controlled and monitored locally (on-site), or remotely from a Network Management System (NMS).

4.3.1 Control and Communication Interfaces

There are two interface ports provided for control and communication:

- Ethernet Port (RJ-45) – used for local control with a laptop PC and remote access through a LAN. Web GUI, SNMP and CLI (Telnet and HyperTerminal) protocols are supported.
- USB Port (Type B) – used for local control, initial setup, status information and troubleshooting with a laptop PC. A Command Line Interface (CLI) is the supported protocol.

4.3.1.1 Web GUI

The transmitter hosts an internal web interface (Web GUI) accessible through its Ethernet port. The Web GUI is an intuitive interface allowing the user to access the current status and configure the operational parameters of the transmitter. The Web interface uses a simple hierarchical menu structure which provides access to all transmitter parameters. For a detailed description of the Web GUI interface refer to Section 5 - [Web GUI Interface](#).

4.3.1.2 SNMP

The transmitter SNMP interface provides the means for remote management of the unit and to accept alarm traps. The notification options can be configured on a per-alarm basis. The user may decide to mask certain alarms, increase/decrease integration time to declare an alarm, etc. Alarm and event logs are available via the SNMP interface and are stored in Non Volatile Memory.

4.3.1.3 CLI

The CLI allows the user to access the current status and configure the operational parameters of the transmitter. The CLI uses a simple hierarchical menu structure which provides access to all transmitter parameters. For a detailed description of the CLI interface refer to Section 6 - [CLI \(Command Line Interface\)](#).

4.3.1.4 Front Panel Interface

The DTX 2500U can also be configured using the front panel touch screen LCD. For a detailed description of the Front Panel interface refer to Section 7 - [Front Panel Interface](#).

4.3.2 Local Access

The transmitter can be controlled and monitored locally (on site) through the Ethernet Port and/or the USB port with a laptop PC. The front panel touch screen LCD can also be used for local access.

The Ethernet port provides access to the Web GUI and CLI through Telnet. The USB port provides access to the CLI, which allows the operator to perform initial setup/troubleshooting when network connectivity is not available or desired.

4.3.3 Remote Access

The Network Management System (NMS) operator can control and monitor the transmitter remotely through the Ethernet port and LAN using the Web GUI and/or SNMP interfaces.

To facilitate the remote control of several units, each transmitter may be individually named (16 characters). This "name" is available on the control interfaces.

4.3.4 Network Parameters

The network parameters need to be configured properly in order to communicate with the transmitter on an IP network. This is required to access the Web GUI, Telnet (CLI) and SNMP, as well as for upgrading the main software components.

If the default network settings are not known, they can be found by navigating to Status Display window "e" on the front panel touch screen LCD.

If the default network settings are known and want to be changed, the user can do so via the Web GUI. See [Figure 5-31 Network Parameters Configuration](#) for details.

4.4 Modes of Operation

There are two main parameter groups which determine the operating mode: the HPA Transmitter parameter group and the Modulator Mode parameter group.

4.4.1 HPA Transmitter Operating Modes

The transmitter supports Broadcast, Standby and Manual operating modes. If the transmitter experiences an AC power interruption under normal, no fault conditions, the transmitter's AC power-up algorithm will restore the mode of operation that was active prior to the AC power interruption, once power is restored.

4.4.1.1 Broadcast Mode

The transmitter normally operates in broadcast mode, allowing it to transmit a broadcast signal and run all protection loops and ALC. It receives a transport stream signal, or generates an internal test signal and transmits an OFDM signal for the terrestrial broadcast. In this mode all transmitter functions are automatically maintained by the system controller.

To operate in broadcast mode, the following conditions must be met for SFN Hierarchical operation:

- The transmitter must be receiving an input signal and be locked to the input stream (if the modulator is in test mode, the input signal presence is ignored)
- The system must have a GPS signal lock with no alarms (if the modulator is in test mode, the GPS signal presence is ignored)
- The ALC loop must be running
- There must be no transmitter alarms

To operate in broadcast mode, the following conditions must be met for MFN operation:

- The modulator output must be unmuted (see note)
- The ALC loop must be running
- There must be no HPA alarms

Note: The modulator will generate a COFDM output signal in MFN mode even if certain alarms are present and the modulator output is unmuted. See [Section 9](#) for a full description of alarms.

4.4.1.2 Standby Mode

In this mode the transmitter output is muted by disabling the HPA DC power supply and muting the modulator board output. ALC is also turned off.

The operating conditions in Standby Mode are:

- AC power is supplied to the transmitter (modulator and amplifier)
- The HPA DC power supply is disabled
- The HPA TX (DC bias) switch is off
- The HPA RF switch is off
- The modulator output is muted

4.4.1.3 Manual Mode

Manual Mode is used for factory testing and troubleshooting purposes only. It is highly recommended that this mode is not used by the customer.

4.4.2 Modulator Modes

The modulator supports three modes of operation: MFN, Hierarchical and SFN Hierarchical.

4.4.2.1 MFN Mode

MFN Mode allows the user to configure the transmission (modulation) parameters for a single layer (A) from any of the transmitter interfaces – see [Figure 5-2](#).

4.4.2.2 Hierarchical Mode

When the modulator is set to Hierarchical Mode, the transmission (modulation) parameters are set by the multiplexer IIP control configuration information and cannot be changed from any of the modulator interfaces. Layer A, Layer B and Layer C modulation parameters will be displayed by the modulator.

Note: The multiplexer and modulator must both be synchronized to a 10 MHz reference source to ensure that the bit rate of each device is identical.

4.4.2.3 SFN Hierarchical Mode

When the modulator is set to SFN Hierarchical Mode, the transmission (modulation) parameters are set by the multiplexer IIP control configuration information and cannot be changed from any of the modulator interfaces. Layer A, Layer B and Layer C modulation parameters will be displayed by the modulator – see [Figure 5-3](#).

10 MHz and 1 PPS reference signals are obtained from the internal GPS receiver for timing synchronization with multiplexer IIP network synchronization information.

The delay parameters used in the SFN Hierarchical mode are:

- SFN Max. delay - specified in the IIP packet
- IIP Delay offset - specified in the IIP packet
- Input Network Delay - this parameter is reported only
- Local Delay Offset - delay set by the user

The final result is: ***Adjusted SFN Delay = SFN Max. delay + IIP delay + Local Delay offset***

4.4.3 Test Modes

The modulator supports three test modes:

- CW Signal
- Null First Symbol: the first symbol of the frame is set to zero. This feature is used to measure the delay between multiple modulators in SFN Mode.
- Carrier Removal: the operator can select the number of carriers removed from the center of the spectrum.

Note: The Test Mode must be set to "None" for normal operation.

4.5 Partial Reception

One segment (One-Seg) partial reception uses a dedicated segment, which is positioned as the central segment among the 13 OFDM segments. By limiting the range of frequency interleaving within the segment, it can be decoded independently of the other 12 segments. In this mode, one layer (Layer A) is reserved for the single center segment and must be configured accordingly.

4.6 Modulation

The modulator board converts the ASI input streams into an OFDM waveform and creates a single analog RF output. The data coding and modulation is in accordance with the ISDB-T/Tb standards and can be configured by the user. The 6 MHz transmission spectrum is divided into 13 OFDM segments.

4.7 ASI Inputs

The DTX 2500U is provided with two serial ASI inputs that accept an ISDB-T/T_B multiplex transport stream.

The ASI input can be automatically selected, or assigned by the user. The automatic switching provides near seamless switching to a secondary transport stream if the primary transport stream source fails.

4.8 RF Output

The RF output covers a frequency range of 470 MHz to 860 MHz in 1 Hz steps. A preconfigured UHF channel grid with 8 MHz carrier spacing is available, as well as a user configurable channel grid. The carrier bandwidth/channel spacing is user selectable for manual frequency setting and the user configurable channel grid.

The output power level is adjustable from 41 dBm to 53.5 dBm in 0.1 dB steps. The user can also set the polarity of the spectrum to Inverted or Non-inverted as required.

4.9 Windowing (Window Enabled)

The windowing function is a raised cosine window that reduces the modulation sidebands of the COFDM spectrum. It may be enabled or disabled.

4.10 Adaptive Non-linear Pre-corrector

The transmitter is equipped with an internal adaptive non-linear pre-corrector that has an operating range of 470 MHz to 860 MHz. An additional input is provided for the RF feedback brought from the High Power Amplifier (HPA) Output.

The Pre-corrector can be enabled or disabled and set to run once or continuously from any of the transmitter interfaces.

The adaptive pre-corrector compensates for the HPA non-linearities, including AM/AM and AM/PM distortion, spectral re-growth and error vector magnitude (EVM). The complex signal processing is done in the RF domain. This pre-corrector supports a fully adaptive operation: the feedback signal (HPA output) is compared to the modulator's RF output signal (HPA input) in order to optimize the correction, which will improve the shoulders of the RF output.

4.11 Manual Digital Linear and Non-linear Pre-correctors

The modulator is equipped with digital linear and non-linear pre-correctors (pre-distorters) that can significantly improve the performance of the transmitter. The Pre-corrector function can be switched on and off from the Web GUI, CLI or front panel.

The non-linear pre-corrector compensates for power amplifier non-linearity and is able to provide a separate adjustment for the low and high frequency shoulders of the wide channel spectrum. Additionally, the non-linear pre-corrector may serve as peak limiter in order to control peak to average power ratios. The Linear pre-corrector compensates for the group delay created by an output filter.

The input-gain of the Pre-corrector can also be used to adjust the power-level of a transmitter.

CAUTION!

Adjusting the input-gain of the Pre-corrector and thereby the power-level of the transmitter must be carried out with the utmost care, since higher than normal levels may cause damage to the transmitter.

The construction of the Pre-corrector curve is aided by a software application that provides a graphical user interface to the Pre-corrector curve. Combined with a spectrum analyzer on the transmitter output, a repetitive process can be carried out to optimize the pre-corrector curve to the actual transmitter.

In addition to being a highly effective tool for creating pre-correction curves, the UBS Corrector GUI has extensive features for storing and retrieving pre-correction curves to and from the PC storage medium (i.e. hard disk drive). The UBS Corrector GUI also allows storing and retrieving up to ten linear and non-linear curve presets to and from the modulator.

The Manual **54427-01-M03 Digital Pre-Corrector GUI Software** describes in detail, the operation of the Pre-corrector.

Note: *The Non-Linear Pre-corrector has been factory configured with a -5 dB peak clipping level and set to ON. The NLP should remain on at all times to maintain a back-off of 12 dB.*

ANEXO 2

Plan de Negocios del canal de Televisión Digital para la Universidad Católica de Santa María

1) LOCALIZACIÓN

La localización para este proyecto es importante puesto que hay que determinar su ubicación óptima, y esta consta de dos puntos importantes, como lo es el punto de transmisión de operación de las señales; y el punto de operación y comercialización del canal.

a) Macro localización

El estudio de factibilidad del proyecto, para su ejecución estará situado en la ciudad de Arequipa, provincia de Arequipa, ubicado en el distrito de Arequipa, dentro de las instalaciones de la Universidad Católica de Santa María

b) Micro localización

El punto de transmisión de operación de las señales; corresponde al sitio donde serán colocadas las antenas receptoras, y transmisoras de señal, que estarán en el décimo piso del edificio de la Universidad Católica de Santa María, que es el más óptimo para esta operación, ya que se ha demostrado a través de experiencia que es el mejor lugar para emitir señales de frecuencia con mayor alcance en la ciudad de Arequipa, y sus alrededores.

2) TAMAÑO DEL PROYECTO

El tamaño del proyecto debe responder a la necesidad de satisfacer la demanda del servicio, en condiciones de obtener los mejores resultados para la empresa. El tamaño está íntimamente vinculado a la oferta y demanda del servicio.

3) CAPACIDAD INSTALADA

Para determinar la capacidad instalada, en cuanto a tecnología, se deben tomar en cuenta los equipos claves, para poner en marcha la ejecución de transmisión de un canal de televisión, necesitamos, la siguiente tecnología.

TECNOLOGIA	PRECIO
Cuatro Antenas de Transmisión	9,900.00
Paneles	9,900.00
Transmisor mínimo de 250 W	52,800.00
Cables Coaxiales y accesorios	3,300.00
Sistemas de transmisión	69,300.00
Enlaces estudios al transmisor	66,000.00
Equipos de Estudio (consolas, cámaras, editoras, etc)	495,000.00
Herramientas	3,300.00
Otros	19,800.00
Total	S/. 729,300.00

4) ESTRUCTURA DE RECURSOS

Los recursos varían según las distintas empresas, generalmente incluyen recursos materiales y humanos.

a) Activos Fijos

Para la ejecución de este proyecto es necesario contar con los siguientes activos fijos.

DETALLE	UNIDADES	PRECIO	TOTAL
<i>Equipo de Oficina</i>			4,004.00
Teléfonos	6	40.00	240.00
Calculadora	3	8.00	24.00
Grabadora	1	120.00	120.00
Televisión	1	300.00	300.00
DVD	1	120.00	120.00
Computadoras	4	650.00	2,600.00
Impresora / copiadora / fax	2	225.00	450.00
Impresora	2	75.00	150.00
<i>Suministro de Oficina</i>			63.70
Papel	1	3.00	3.00
Tintas	1	7.00	7.00
Grapadora	4	1.80	7.20
Perforadora	4	2.50	10.00
Sellos	3	4.50	13.50
Factureras	2	9.00	18.00
Carpetas	50	0.10	5.00
<i>Muebles y Enseres</i>			1,880.00
Escritorios	8	120.00	960.00
Sillones de Espera	4	90.00	360.00
Sillas	8	40.00	320.00
Archivadores	2	120.00	240.00
<i>Tecnología</i>			220,000.00

Vehículo			17,000.00
Herramientas			1,000.00
TOTAL			243,947.70

5) ESTUDIO FINANCIERO

a) OBJETIVOS

i. General

Determinar cuál es el monto de los recursos económicos necesarios para la realización del proyecto así como también sus costos de operación.

ii. Específicos

- Establecer la inversión total inicial requerida con base en el estudio técnico, con sus respectivas depreciaciones y amortizaciones.
- Calcular el capital de trabajo necesario para el normal funcionamiento de la línea de producción.
- Calcular el monto de financiamiento necesario para la puesta en marcha del proyecto.
- Determinar los costos de producción, como base para determinar el precio de venta del producto de una manera óptima

6) INVERSION DEL PROYECTO

a) Activos Fijos

Es el conjunto de bienes materiales que servirán para la producción de otros bienes que serán a su vez dedicados al consumo por otras unidades productoras (bienes intermedios) o por los consumidores en general (bienes de consumo final).

Existen dos tipos de activos fijos: los activos fijos tangibles y los activos fijos intangibles.

i) Activos Fijos Tangibles

Los activos fijos tangibles.- son propiedad de la empresa que comprende un conjunto de bienes que se pueden ver y tocar.

CONCEPTO DE LA INVERSION	TOTAL INVERSION
ACTIVOS FIJOS	S/.
Vehículo	56,100.00
TECNOLOGIA	
4 Antenas de Transmisión	9,900.00
Paneles	9,900.00
Transmisor mínimo de 250W	52,800.00
Cables Coaxiales y accesorios	3,300.00
Sistemas de Transmisión	69,300.00
Enlaces estudios al Transmisor	66,000.00
Equipos de Estudio (consolas, cámaras, editoras, etc)	495,000.00
Herramientas	3,300.00
Otros	19,800.00
SUMA	729,300.00
EQUIPOS DE OFICINA	
Teléfonos	792.00
Calculadora	79.20
Grabadora	396.00
Televisión	990.00
DVD	396.00
Computadoras	8,580.00
Impresora / copiadora / fax	1,320.00
Impresora	495.00
Suministros de oficina	210.21
SUMA	13,258.41
MUEBLES Y ENSERES	
Escritorios	3,168.00
Sillones de Espera	1,188.00
Sillas	1,056.00
Archivadores	792.00
SUMA	6,204.00
TOTAL	804,862.41

ii) Activos Fijos Intangibles

Gastos Preoperacionales Incluyen los costos de concesión de frecuencia, para la transmisión del canal de TV. Y los costos de constitución de la empresa.

GASTOS DE PREOPERACION	
Gastos de Concesión	2,475.00
Gastos de Constitución	1,320.00
SUMA	3,795.00

b) Costo de Mano de Obra

Este rubro corresponde al pago de los colaboradores quienes trabajarán en la empresa

Perfil Profesional	Puesto	Sueldo
Ing. Comercial / Administrador	Gerencia General	990.00
Secretaria Contadora	Secretaria	594.00
Ing. Electrónico y Telecomunicaciones	Producción	990.00
04 Comunicadores Sociales	Producción	2640.00
Ing. Marketing y Ventas	Marketing	825.00
Diseñador Gráfico y de Efectos	Marketing	495.00
Asistente de Ventas	Marketing	396.00

ANEXO 3

Procedimiento de Cálculo del Canon para los Servicios de Radiodifusión

416394

NORMAS LEGALES

El Peruano
Lima, martes 30 de marzo de 2010

TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Procedimiento de Cálculo del Canon para los Servicios de Radiodifusión

ANEXO - DECRETO SUPREMO
N° 016-2010-MTC

(El Decreto Supremo en referencia fue publicado el 29 de marzo de 2010)

ANEXO I

PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO DEL CANON PARA LOS SERVICIOS DE RADIODIFUSIÓN

1. Fórmula

El canon por la utilización del espectro radioeléctrico se determinará mediante la siguiente fórmula general de valoración:

$$C = (CAB \times CA \times CP \times CSE \times CCE \times CPB \times CPZ \times CPX) \times \eta \times UIT$$

Donde:

C : es el canon anual por el uso del espectro radioeléctrico.

CAB : es el Coeficiente Ancho de Banda.

CA : es el Coeficiente de Área.

CP : es el Coeficiente de Potencia.

CSE : es el Coeficiente de Ponderación por Servicio.

CCE : es el Coeficiente de Congestión Espectral.

CPB : es el Coeficiente de Ponderación por Banda.

CPZ : es el Coeficiente de Ponderación por Zona y Frecuencias

η : es el Factor de ajuste

UIT : es la Unidad Impositiva Tributaria

2. De los coeficientes

2.1. Coeficiente CAB

El coeficiente CAB, tiene por objetivo determinar que a mayor cantidad de espectro asignado, en igual área de servicio, mayor debe ser el pago del canon. Se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$CAB = AB/ABR \times CAJ$$

Siendo:

AB : el Ancho de Banda asociado a una Frecuencia de Transmisión de una estación radioeléctrica, definido en la instancia de la asignación de la frecuencia.

ABR : el Ancho de Banda de Referencia, factor de comparación para determinar un CAB representativo del ancho de banda utilizado.

CAJ : el Coeficiente de Ajuste, factor de multiplicación a fin de conformar un arreglo homogéneo en todo el espectro, especialmente cuando se presentan valores importantes de ancho de banda en frecuencias superiores de 3 GHz.

Así, los valores del CAB resultantes son:

N°	BANDAS DE REFERENCIA		SERVICIO	AB	ABR	CAJ	CAB
	De (MHz)	A (MHz)					
1	> 0,5	30	RADIODIF. AM	10 kHz	10 kHz	1	1
2	> 54	72	RADIODIF. TV	6 MHz	6 MHz	1	1
	> 76	88	RADIODIF. TV	6 MHz	6 MHz	1	1
	> 174	216	RADIODIF. TV	6 MHz	6 MHz	1	1
	> 470	806	RADIODIF. TV	6 MHz	6 MHz	1	1
3	> 88	108	RADIODIF. FM	256 kHz	256 kHz	1	1

2.2. Coeficiente de Área (CA)

El coeficiente CA, tiene por objetivo establecer parámetros que permitan determinar que a mayor área de cobertura o zona de servicio asignada, mayor debe ser el pago del canon. Se calcula de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$CA = \text{Zona de Servicio (ZS)} / \text{Área de Referencia (AR)}.$$

2.2.1. Zona de Servicio (ZS)

BANDAS DE REFERENCIA (MHz)	SERVICIO	TIPO DE SISTEMA	ZONA DE SERV. (Km2)
> 54 - 72	RADIODIFUSIÓN POR TV	TELEVISION	15394
> 76 - 88	RADIODIFUSIÓN POR TV	TELEVISION	15394
> 174 - 216	RADIODIFUSIÓN POR TV	TELEVISION	15394
> 470 - 806	RADIODIFUSIÓN POR TV	TELEVISION	9503
> 88 - 108	RADIODIFUSIÓN EN FM	SONORA FM	15394

2.2.2. Área de Referencia (AR)

El valor del Área de Referencia (AR) es = 12470 Km2.

Los valores del CA resultantes son:

BANDAS DE REFERENCIA (MHz)	SERVICIO	TIPO DE SISTEMA	ZONA DE SERV. (Km2)	CA
< 30	RADIODIFUSIÓN EN OM y OC	SONORA AM	-	1
> 54 - 72	RADIODIFUSIÓN POR TV	TELEVISION	15394	1.2344
> 76 - 88	RADIODIFUSIÓN POR TV	TELEVISION	15394	1.2344
> 174 - 216	RADIODIFUSIÓN POR TV	TELEVISION	15394	1.2344
> 470 - 806	RADIODIFUSIÓN POR TV	TELEVISION	9503	0.762
> 88 - 108	RADIODIFUSIÓN EN FM	SONORA FM	15394	1.2344

2.3. Coeficiente de Potencia (CP)

Este coeficiente consiste en establecer parámetros que permitan determinar que a mayor potencia de transmisión de la estación radioeléctrica, mayor debe ser el pago de canon. Este coeficiente fue definido en función a la potencia de transmisión del equipo, de acuerdo a la siguiente tabla:

Potencia de Transmisión	CP
Igual o mayor a 1W y menor a 100 W	1
Igual o mayor a 100W y menor a 1000 W	1.5
Igual o mayor a 1000W	3

2.4. Coeficiente de ponderación por servicio (CSE)

De acuerdo a este coeficiente, a mayor importancia del tipo de servicio prestado por la estación radioeléctrica, menor debe ser el pago de canon.

Este coeficiente lo que busca es establecer un canon relativamente menor para los servicios de Radiodifusión; ello, considerando que, a diferencia de otros servicios de telecomunicaciones, éstos no pueden ser transmitidos por medios distintos al espectro radioeléctrico. Asimismo, a nivel internacional estos servicios operan en bandas de frecuencias atribuidas en forma exclusiva, con lo cual la compatibilidad electromagnética, se generaría sólo entre sistemas similares.

Servicio	CSE
TELEVISION TV	0.50
SONORA AM y FM	0.10

2.5. Coeficiente de ponderación por bandas de frecuencias (CPB)

De acuerdo a este coeficiente, a mayor frecuencia de la señal de la estación radioeléctrica, menor será el pago del canon. La influencia de este coeficiente rige sólo por encima de los 470 MHz, por lo que se afecta sólo la radiodifusión por televisión UHF.

El Peruano
Lima, martes 30 de marzo de 2010

NORMAS LEGALES

416395

Este coeficiente tiene como objetivo considerar en el cobro del canon, las características de las bandas de frecuencias superiores, en las que por cuestiones propias de la radiopropagación, la atenuación de la señal es mayor e implica alcances menores en igualdad de características técnicas. En consecuencia, el canon para las estaciones de frecuencias superiores debe contemplar esta particular cuestión técnica a efectos de incentivar su empleo.

Servicio	CPB
Radiodifusión sonora	1
Radiodifusión por televisión VHF	1
Radiodifusión por televisión UHF	0.8

2.6. Coeficiente de Ponderación por Zona (CPZ)

El territorio peruano se divide a estos efectos en cuatro (4) zonas, de acuerdo a criterios como el nivel socioeconómico de los departamentos, niveles de penetración, PBI, IDH, entre otros.

Los valores de CPZ se indican en la siguiente tabla:

ZONA	DEPARTAMENTO	Coeficiente por Zona (CPZ)
1	LIMA	1.00
	CALLAO (Provincia Constitucional)	
2	LA LIBERTAD, AREQUIPA	0.90
3	PIURA, ANCASH, CUSCO, ICA, JUNÍN, LAMBAYEQUE	0.70
4	CAJAMARCA, AMAZONAS, APURÍMAC, AYACUCHO, HUANCAYELICA, HUANUCO, LORETO, MADRE DE DIOS, MOQUEGUA, PASCO, PUNO, SAN MARTÍN, TACNA, TUMBES, UCAYALI	0.50

2.7. Coeficiente por Congestión Espectral (CCE)

La congestión espectral es el grado de ocupación del espectro radioeléctrico en bandas de frecuencias y áreas predeterminadas, según el Plan de Canalización y Asignación de Frecuencias.

El grado de congestión espectral de una banda atribuida a servicios similares, se determina mediante la relación entre:

- La totalidad de las frecuencias, canales o bloques de frecuencias disponibles de la banda para el servicio correspondiente en cada localidad; y,
- La cantidad de frecuencias, canales o bloques de frecuencias ocupadas en la misma banda para ese mismo servicio en la localidad.

Congestión espectral	CCE
Hasta 50%	1
> 50% hasta 60%	1.2
> 60% hasta 70%	1.4
> 70% hasta 80%	1.6
> 80% hasta 90%	1.8
> 90%	2

Tratándose de estaciones autorizadas en localidades que carecen de Planes de Canalización y Asignación de Frecuencias, el valor de CCE será 1.

2.8. Coeficiente por no Exclusividad de Bandas y Frecuencias (CPX)

Este Coeficiente considera la compartición espacial y temporal de una frecuencia o canal asignado en un área predeterminada, entre más de un usuario.

En el supuesto que una frecuencia o canal de radiofrecuencia sea utilizado en forma exclusiva, el valor de CPX será igual a 1.

En el caso que una frecuencia o canal de radiofrecuencia sea utilizado en forma compartida por más de un titular de una autorización en la misma localidad, el valor del CPX se calculará de la siguiente manera:

$$CPX = \frac{1}{\text{Número de titulares de autorizaciones que comparten una frecuencia o canal de radiofrecuencia}}$$

2.9. Factor η

$$\eta = 0.5069$$

474953-1

Modifican Notas P11A y P51 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias - PNAF y Cuadro de Atribución de Frecuencias de la banda 614-806 Mhz

**RESOLUCIÓN MINISTERIAL
Nº 150-2010-MTC/03**

Lima, 29 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 11 de la Ley de Radio y Televisión, Ley Nº 28278, concordado con el artículo 6 de su Reglamento, aprobado por Decreto Supremo Nº 005-2005-MTC, establecen que es competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la administración, atribución, asignación, control y en general cuanto concierne a la gestión del espectro radioeléctrico atribuido al servicio de radiodifusión;

Que, mediante Resolución Ministerial Nº 187-2005-MTC/03, se aprobó el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias-PNAF, documento técnico normativo que contiene los cuadros de atribución de frecuencias y la clasificación de usos del espectro radioeléctrico;

Que, por Resolución Viceministerial Nº 518-2002-MTC/15.03 se designó al Comité Consultivo del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias encargado de realizar los estudios y propuestas técnicas relacionadas al citado Plan;

Que, el citado Comité Consultivo mediante Informe Nº 006-2010-MTC/CCPNAF, recomienda la modificación de las Notas P11A y P51 del PNAF, con la finalidad de facilitar el proceso de transición de los servicios de radiodifusión por televisión con tecnología analógica hacia la prestación de estos servicios utilizando la tecnología digital;

Que, vista la opinión favorable de la Dirección General de Regulación y Asuntos Internacionales de Comunicaciones presentada mediante Informe Nº 075-2010-MTC/26;

Que, en tal sentido, corresponde modificar el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias -PNAF, en los términos propuestos por el citado Comité Consultivo;

De conformidad con la Ley Nº 29370, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la Ley Nº 28278, Ley de Radio y Televisión, y el Decreto Supremo Nº 005-2005-MTC, Reglamento de la Ley de Radio y Televisión;

SE RESUELVE:

Artículo 1º.- Modificar las Notas P11A y P51 del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias - PNAF aprobado mediante Resolución Ministerial Nº 187-2005-MTC/03, las cuales tendrán los siguientes textos:

"P11A Las bandas 470 - 608 y 614 - 698 MHz se encuentran atribuidas para el servicio de radiodifusión por televisión que utiliza la tecnología digital, su asignación se efectuará de acuerdo a las disposiciones que emita el Ministerio.

Las frecuencias previamente asignadas en las bandas 470 - 608 y 614 - 746 MHz podrán continuar siendo utilizadas para la transmisión de señales analógicas.

Los titulares de asignaciones en la banda 698 - 746 MHz migrarán a las bandas 470 - 608 y 614 - 698 MHz pudiendo utilizar para la transmisión señales analógicas, sujetos a los plazos y condiciones que determine el Ministerio."

"P51 La banda 698 - 806 MHz se encuentra reservada. Las frecuencias previamente asignadas en la banda 698 - 746 MHz se sujetan a lo dispuesto en el último párrafo de la Nota P11A."

Artículo 2º.- Modificar el Cuadro de Atribución de Frecuencias de la banda 614 - 806 MHz del Plan Nacional de Atribución de Frecuencias - PNAF aprobado mediante Resolución Ministerial Nº 187-2005-MTC/03, el cual tendrá el siguiente texto: