

**DISEÑO Y EVALUACION DE ALTERNATIVAS PARA LA IMPLEMENTACION
DE SISTEMA DE VIDEO MPEG-IP / BROADCAST PARA LA UNIVERSIDAD
AUTONOMA DE BUCARAMANCA**

T E S I S

MAESTRIA EN ADMINISTRACION DE LAS TELECOMUNICACIONES

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

ALFREDO ANTONIO DIAZ CLARO

ABRIL DE 2003

**DISEÑO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE SISTEMA DE VÍDEO MPEG-IP/BROADCAST PARA LA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**

TESIS

MAESTRIA EN ADMINISTRACION DE LAS TELECOMUNICACIONES

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA

**INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY**

POR

ALFREDO ANTONIO DIAZ CLARO

ABRIL DE 2003

DISEÑO Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN
DE SISTEMA DE VÍDEO MPEG-IP/BROADCAST PARA LA UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA

POR

ALFREDO ANTONIO DIAZ CLARO

TESIS

Presentada a la División de Graduados en Ingenierías

Este trabajo es Requisito Parcial para Obtener

el Grado de

Maestría en Administración de las Telecomunicaciones

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA

INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY

ABRIL DE 2003

DEDICATORIA

A mi esposa quien con su amor, apoyo y paciencia me permitieron alcanzar este reto.

RESUMEN

Este documento es un estudio del uso de la televisión broadcast como estrategia pedagógica, a través del análisis de los formato de vídeo MPEG (Motion Picture Expert Group) y los protocolos utilizados en la transmisión con tecnología DVB (Direct Vídeo Broadcast).

Se realizan los cálculos de ancho de bandas requerido y la determinación de los equipos de captura, codificación, modulación, transmisión y recepción de vídeo. Allí se determina el tamaño de las antenas y configuraciones (ver anexos). El resultado final es el diseño del sistema de transmisión satelital en Banda en banda C y Ku.

Con la información analizada y los componentes (equipos requeridos) se evalúa la factibilidad de usar parte de la infraestructura existente para que el costo de operación inicial sea mínimo. Se incluye un presupuesto y un esquema de organización con las funciones y actividades del personal encargado de la administración de los equipos.

El diseño de alternativas para la implementación de un sistema de vídeo MPEG/Broadcast (DVB) Satelital para la Universidad Autónoma de Bucaramanga, en Banda Ku y C, permite brindar al sistema de educación virtual de la Unab una opción para la generación de proyectos educativos de impacto regional.

La información técnica suministrada por algunas firmas internacionales como: Tiba inc., Satmex, PanamSat, RedSat y con la colaboración especial de AndeSat y Radien Comstream con sede en los Estados Unidos, se determinaron los valores de las variables de entrada para los cálculos del presupuesto de enlace, modulación y transmisión.

La recomendación técnica más importante es iniciar el sistema satelital en Banda C con un valor de inversión inicial de US\$21.815.00 representado en su totalidad en el costo del Codificador/Modulador y posteriormente migrar a Banda Ku con una inversión adicional de \$16.350.00, este plan se puede desarrollar en 2 o 3 años.

Tabla de Contenido	Página
CAPITULO 1	1
1. LA TELEVISION Y LA EDUCACION	1
1.1 ANTECEDENTES DE LA TELEVISION EN LA EDUCACION	1
1.1.1 La televisión educativa y cultural en la escena nacional e internacional	1
1.1.2 Mitos acerca de la televisión educativa	5
1.1.3 La televisión educativa y la Universidad Autónoma de Bucaramanga	6
UNAB	6
1.1.4 Educación virtual y la teleclase	8
1.1.5 Educación a distancia y Redes Satelitales	11
1.2 Objetivos del proyecto	12
1.2.1 Objetivo general	12
1.2.2 Objetivos específicos	12
1.3 Justificación y beneficios esperados	12
1.3.1 La UNAB y la televisión	12
CAPITULO 2	15
2. DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE LA UNAB	15
2.1 Inventario de equipos Vsat de la unab	17
2.2 Especificaciones técnicas	18
2.2.1 Antena	18
2.2.3 VSAT Transceivers	22
2.2.4 Isoadaptors	25
CAPITULO 3	28
2. TECNOLOGÍAS DE VIDEO DIGITAL	28
3.1 Normas y estándares de video	30
3.2 La señal de video	31
3.3 Formatos de archivos de video	32
3.3.1 Estándar MPEG	33
3.3.2 La compresión MPEG-2	34
3.4 Formatos digitales	34
3.5 Distintos formatos de compresión MPEG	35
3.6 Formatos de compresión	37
3.7 Compresión de video en el estándar MPEG-2 (aplicaciones broadcast)	38
3.7.1 Perfiles y niveles MPEG-2	38
3.8 Modos de predicción específicos en MPEG-2 (imágenes entrelazadas)	44
3.8.1 Estructura de la trama (frame)	45
3.8.2 La estructura del campo "field".	45
3.9 Scanning (Exploración)	47
3.10 Descripción del proceso de codificación MPEG-2	48
3.11 Descripción del proceso de decodificación MPEG-2	50
3.12 Constitución del paquete de transporte MPEG-2	51
3.13 Organización del múltiplex de transporte	55
3.14 Demultiplexacion MPEG-2	57
CAPITULO 4	58
4. TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN DE VIDEO SATELITAL	58

4.1	Características generales de los satélites	59
4.4.1	Las órbitas de los satélites	59
4.1.2	Orbita geoestacionaria	60
4.1.3	Ventajas de las órbitas geosíncronas	61
4.1.4	Desventajas de las órbitas geosíncronas	62
4.2	Enlaces Satelitales	62
4.2.1	Satélites Banda-C y Ku	63
4.3	Patrones orbitales	64
4.3.1	Alternativas satelitales	64
4.3.2	Ubicación del sitio de transmisión	66
4.3.3	Cobertura de recepción	67
4.4	Ángulos de vista	71
4.4.1	Ángulo de elevación	71
4.4.2	Azimut	71
4.5	Asignaciones de frecuencia	72
4.6	Los factores que intervienen en los enlaces ascendentes y descendentes	73
4.6.2	Relación C/N (carrier / noise o portadora / ruido)	75
4.7	Enlace ascendente	77
4.7.1	Transponder	77
4.8	Enlace descendente	79
4.8.1	Elección del tipo de modulación	79
4.9	Antenas	80
4.10	La recepción de las emisiones de satélites	84
4.10.1	El alimentador	84
4.10.2	El polarrotor:	85
4.10.3	El ortomodo	85
4.10.5	El enlace cabezal-receptor	86
4.10.6	La unidad interior individual	86
4.11	Parámetros del sistema satelital	87
4.11.1	Potencia de transmisión y energía BIT	87
4.11.2	Potencia radiada isotrópica efectiva	88
4.11.3	Temperatura de ruido equivalente	89
4.11.4	Densidad de ruido	90
4.11.5	Relación de densidad de portadora de ruido	91
4.11.6	Relación de la densidad de energía de bit a ruido	91
4.12	Relación de ganancia a temperatura de ruido equivalente	92
4.13	Ecuaciones de enlace del sistema satelital	93
4.13.1	Ecuaciones de enlace	93
4.13.2	Ecuación de subida	93
4.13.3	Ecuación de bajada	94
CAPITULO 5		95
5.	CÁLCULOS DE ENLACE	95
5.1	Presupuesto de Enlace UP-Link	95
5.2	Fórmulas para el cálculo del Ancho de Banda	96
5.2.1	Banda Central para Satmex 5	96
5.2.2	Zona Climática (N)	97

5.2.3 Segmento Satelital	99
5.3 PIRE en los sitios de recepción dbw	100
5.3.1 Estación terrena receptora (Down-link)	100
5.3.2 Fórmula para el cálculo de la pérdidas por espacio libre.	101
5.3.2.3 Pérdidas por absorción atmosférica e ionosférica.	101
5.4 Resultados del cálculo de enlace satelital	102
5.5 Factibilidad de la configuración analizada	107
CAPITULO 6	109
6. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN Y COSTOS DE OPERACIÓN	109
6.2 Sistema de Recepción	112
6.3 Sistema de Recepción	114
6.3 Costo de enlace satelital	114
6.5..Costos de Operación	115
6.6 Intalación Básica	116
6.7 Capacitación en el manejo del equipo	117
CAPITULO 7	118
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
ANEXOS	122

Lista de Figuras	Página
Figura 1. Antena	20
Figura 2. Antena	20
Figura 3. Modem	20
Figura 4. Modem Comtech EFData CDM-600	21
Figura 5. Antena Prodelín de 2.4 Mtros.	22
Figura 6. Transceiver SSE 10W	23
Figura 7. Gama de transceiver en Banda C	25
Figura 8. Conectores de transceiver	25
Figura 9. Configuración del Alimentador (cabezal) y LNC.	25
Figura 10. Acoplamiento del Divisor, filtro y alimentador	26
Figura 11. Filtro de LNC	26
Figura 12. Procesos de DVB	29
Figura 13. Cadena de Transmisión	29
Figura 14. Estándares de Codificación	37
Figura 15. Codificación Escalable SNR	41
Figura 16. Codificador espacial escalable	41
Figura 17. Jerarquía de Capas de la Secuencia	43
Figura 18. Rebanadas (slices) en MPEG-2	43
Figura 19. Posición de líneas de campos sucesivos en un sistema entrelazado	44
Figura 20. División de los macrobloques en bloques en modo imagen (frame)	45
Figura 21. División de los macrobloques en bloques en modo campo (field)	46
Figura 22. Exploración clásica o en zig-zag, normalmente para cuadros frames	47
Figura 23. Esquema simplificado del codificador MPEG-2	48
Figura 24. Esquema simplificado del codificador MPEG-2	50
Figura 25. Constitución del paquete transporte(caso general)	52
Figura 26. Detalle de la cabecera del paquete de Transporte	52
Figura 27. Estructura completa de un paquete de transporte	53
Figura 28. Constitución del último paquete de transporte de un PES	54
Figura 29. Detalle del campo de adaptación	55
Figura 30. Órbita de satélite	60
Figura 31. Tipos de órbitas	60
Figura 32. Satmex 5 Banda "C"	68
Figura 33. Huella Satelital de SatMex Ku-2	69
Figura 34. Huella Satelital en banda "C" PAS IIIR	69
Figura 35. Huella Satelital en banda "Ku" PAS IIIR	70
Figura 36. Azimut y ángulo de elevación. "Ángulos de vista"	72
Figura 37. Esquema cálculos de enlace	95
Figura 38. Zonas de Lluvia ITU.	97
Figura 39. Densidad de Vapor promedio ITU	98
Figura 40. Temperaturas ITU.	98
Figura 41. Absorción atmosférica e ionosférica	101
Figura 42. Diagrama Básico	109
Figura 43. Esquema de operación	110
Figura 44. Diseño del sistema de transmisión en Banda C	110

Figura 45. Sistema de recepción para banda C	112
Figura 46. Diseño del sistema de transmisión en Banda Ku	113
Figura 47. Diagrama de red de UNAB en DVB (recepción)	114

Lista de Tablas	Página
Tabla 1. Programadores de TV Broadcasting	3
Tabla 2. Guía de Onda 1. . (Waveguide)	26
Tabla 3. Guía de Onda 2. Waveguide	27
Tabla 4. Niveles y perfiles de MPEG-2	40
Tabla 5. Estructura de una cabecera de paquete de transporte MPEG-2	53
Tabla 6. Constitución del campo de adaptación MPEG-2	55
Tabla 7. Datos Técnicos del Satélite Satmex 5.	65
Tabla 8. Datos Técnicos del Satélite PanAmSat PAS-1R	66
Tabla 9. Sitios de transmisión	67
Tabla 10. Determinación del PIRE (dbW) para cada satelital	70
Tabla 11. Diámetro de las Antenas	81
Tabla 12. Antena de recepción para Banda “C” y “Ku” en el Down-Link	84
Tabla 13. Características de LNB para las diferentes Bandas	86
Tabla 14. Datos	96
Tabla 15. Banda Central para Satmex 5	96
Tabla 16. Zona Climática / Disponibilidad	97
Tabla 17. Datos básicos de la Antena	99
Tabla 18. Datos técnicos de Satmex 5.	99
Tabla 19. PIRE en los sitios de recepción dbw	100
Tabla 20. Estación terrena receptora (Down-link)	100
Tabla 21. Detalles del sistema de transmisión	111
Tabla 22. Elementos del sistema de recepción para banda C	112
Tabla 23. Detalles del Sistema de transmisión Banda KU	113
Tabla 24. Elementos de recepción para Banda Ku	114
Tabla 25. Resumen de costo total	116

CAPÍTULO 1

1. LA TELEVISIÓN Y LA EDUCACIÓN

1.1 Antecedentes de la televisión en la educación

1.1.1 La televisión educativa y cultural en la escena nacional e internacional

Desde 1.970 el uso de la televisión en Colombia ha sido una herramienta estratégica, junto con la radio, para llegar a la mayor parte de la población Colombiana combatiendo en analfabetismo como programas de apoyo a la educación primaria y secundaria. En febrero de 1.970 se inauguró el Canal Once, actual Señal Colombia, con programación educativa para adultos. En este año la Televisión colombiana también se incorporó a la Red Mundial de Transmisión por Satélite, una vez entró en servicio la estación terrestre de Telecom en Chocontá. En 1.980 se autorizó la emisión de comerciales a color, se transmitió por primera vez un remoto a color y se grabó a color en el Estudio Cinco de Inravisión en las instalaciones de San Diego.¹

La comisión Nacional de televisión en Colombia ha apoyado el desarrollo de la Televisión en las Universidades, de cuerdo con el discurso del Comisionado Nacional de Televisión, Jaime Niño Díaz, en el acto de apertura del VI ENCUENTRO DE TELEVISIÓN EDUCATIVA Y CULTURAL Bogotá, agosto 8 de 2001 afirma que “Definitivamente es hora de superar los modos convencionales de presencialidad y distancia cuyo papel, en este último caso, fue útil para iniciar el camino de la Universidad Abierta, y adentrarse con rigor en el diseño, experimentación y expansión de una nueva generación de modos de hacer universidad de calidad, con amplia cobertura poblacional y extensa presencia territorial, convirtiendo cada lugar en una verdadera estación de conocimiento donde confluyan, de un modo presente o virtual, estudiantes y profesores organizados en comunidades de aprendizaje y de formación unidos en el bioespacio y conectados con la tecnoregión.

¹ Niño diez, Jaime. Discurso Inaugural VI encuentro de la televisión educativa y cultural. Bogota. Agosto 2.001

Actualmente en Colombia se desarrolla el proyecto EDUCA T.V. con la participación de la Gobernación del Departamento del Valle del Cauca a través del Canal Regional de Televisión TELEPACIFICO, con el soporte del Ministerio de Educación Nacional, la orientación de la Secretaría de Educación Departamental, las alcaldías, el concurso y experiencia de la Fundación Carvajal; la Universidad del Valle y la Universidad Autónoma de Occidente, coordinaron la implementación de programas de Educación Básica Secundaria Virtual que se transmite a través del Canal Regional de Televisión Telepacífico y en su primer año de creación, benefició a más de 7 mil estudiantes en 208 teleaulas.

Educa TV cubre la secundaria básica y se inició con el año lectivo 2.001-2.002 en 20 municipios del departamento del Valle en Colombia. Tiene como finalidad mejorar la cobertura y calidad del sistema educativo y formar un estudiante autónomo, refuerza su responsabilidad y lo capacita como un ser analítico de la información.² Educa TV utiliza tres componentes: transmisión por televisión, profesores y textos. El proyecto de ampliación de cobertura con calidad educativa para la básica secundaria en el departamento del Valle del Cauca, está basado en el modelo y en la experiencia del programa TELESECUNDARIA, desarrollado por el Gobierno de México.

Otras experiencias del uso de la Televisión en Colombia en educación, investigación y desarrollo se han aplicado en convenio con instituciones educativas del país y la entidad que produce el programa como son: ATEI, EDUSAT. En el ámbito académico de educación superior las experiencias del Instituto Tecnológico de Monterrey en Latinoamérica son de vital importancia, así como Old Dominion University, New México State University, Ball State University, Texas Tech. University, Lehigh Educational Net, y el National Technical Institute

En el ámbito internacional, otras propuestas y modalidades de la televisión educativa:

Canadá TV Ontario.- Cadena pública de servicio a la comunidad, que transmite programación no comercial para todos los públicos, aunque está principalmente orientada a programación para niños y educación para adultos.

Chile TELEDUC.- Modelo dependiente de la Pontificia Universidad Católica de Chile que desarrolla dos modalidades de extensión universitaria: educación a distancia y televisión educativa.

² Villegas Villegas Germán. Informe de gobierno 2.001 . Gobernación del Valle del Cauca. Marzo 2.002.

España La Aventura del Saber.- Proyecto de cooperación del Ministerio de Educación y Ciencia y Radiotelevisión Española.

Estados Unidos Sistema de Televisión Pública.- El servicio de televisión pública cuenta con cerca de 350 emisoras, interesadas en aportar una oferta de calidad con un interés educativo y cultural, frente a los intereses comerciales de las grandes cadenas comerciales. Corporation for Public Broadcasting (CPB), Public Broadcasting Service (PBS), National Program Service (NPS)

Francia La Cinquième.- Cadena privada con participación pública. Entre sus principales objetivos destacan informar y educar. Se dirige a un público mixto que representa distintas generaciones y capas sociales.

Gran Bretaña BBC.- Corporación que es el modelo internacional de radio y televisión de servicio público, destacando en su perfil la atención especial que se presta a la educación. Su programación atiende necesidades de diversos destinatarios, que van desde niños hasta personas adultas de cualquier edad.

Channel 4 TV.- Corporación privada con un canal de cobertura nacional. Su principal objetivo es hacer programación educativa y de formación para todas las edades.

Japón Nippon Hoso Kyokai.- Corporación de servicio público con cuatro canales de televisión, uno de los cuales está destinado de manera específica a la educación. Su oferta incluye programación orientada a un esquema formal de educación, así como productos para el ámbito de la educación informal

Otras organizaciones que son importantes nombrar como programadores de TV Broadcasting se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 1. Programadores de TV Broadcasting³

<i>American Distance Education Consortium (ADEC)</i>	http://www.adec.edu/
<i>Brigham Young University Television (BYUTV)</i>	http://www.byutv.org/
<i>Canadian Broadcasting Corporation (CBC):</i>	http://www.cbc.ca
<i>Corporation for Public Broadcasting (CPB):</i>	http://www.cpb.org/
<i>C-Span:</i>	http://www.cspan.org/
<i> DirecTV:</i>	http://www.directv.com/

³ Bellamy, John. Digital Telephony. Second Edition, 1991

<i>Dish Network:</i>	http://www.dishnetwork.com/
<i>Dominion Video Satellite, Inc. (SkyAngel):</i>	http://www.skyangel.com/
<i>ExpressVu:</i>	http://www.expressvu.com/
<i>Free Speech TV (FSTV):</i>	http://members.freespeech.org/fstv/
<i>Georgia Public Television (GPT):</i>	http://www.gpb.org/
<i>Hispanic Information and Telecommunications Network (HITN)</i>	http://www.hitn.org/
<i>Independent Television Service (ITVS):</i>	http://www.itvs.org/
<i>Kentucky Educational Television (KET):</i>	http://www.ket.org/
<i>Link Media (WorldLink TV):</i>	http://www.worldlinktv.com/
<i>Louisiana Public Broadcasting (LPB):</i>	http://www.lpb.org/
<i>Mayerson Academy:</i>	http://www.mayacad.org/
<i>Nebraska Educational Telecommunications: (NET):</i>	http://sun1.unl.edu/
<i>National Public Radio (NPR):</i>	http://www.npr.org/
<i>National Rural Telecommunications Cooperative (NRTC):</i>	http://www.nrtc.org/
<i>National Technological University (NTU):</i>	http://www.ntu.edu/
<i>National University Telecommunications Network (NUTN)</i>	http://www.odu.edu/~nutn
<i>PeachStar Satellite Learning Network:</i>	http://www.gpb.org/peachstar/www/index.asp
<i>Public Broadcasting Service (PBS):</i>	http://www.pbs.org/
<i>PBS-YOU:</i>	http://www.pbsyou.org/
<i>ResearchTV:</i>	http://www.washington.edu/researchtv
<i>Public Radio International (PRI):</i>	http://www.pri.org/
<i>Satellite Education Resources Consortium (SERC):</i>	http://www.serc.org/
<i>South Carolina Educational</i>	http://www.scetv.org/

Television Network (SCETV):

StarNet:

<http://www.starnet.org/>

*University House (Northern
Arizona University):*

<http://www.universityhouse.nau.edu/>

*University of California
Television (UCTV)*

<http://www.uctv.tv/>

WorldLink TV:

<http://www.worldlinktv.com/>

WorldNet (VOA):

<http://www.ibb.gov/worldnet>

*WorldSpace
(Programming on AfriStar):*

1.1.2 Mitos acerca de la televisión educativa

La televisión comparte con otros medios electrónicos, como la Internet, una imagen cargada de mitos que sobrevaloran sus posibilidades y de resistencias que disminuyen sus resultados o los rodean de un halo de negatividad. Sin embargo, se cree que las tecnologías no son positivas ni negativas, sino que están a nuestro servicio, por lo que se considera útil y necesario analizar algunos de estos mitos.⁴

Un concepto errado es que la televisión educativa sustituye al maestro, porque el medio audiovisual dentro y fuera del salón de clases propicia cambios en el papel del docente: de transmisor de conocimientos, pasa a ser mediador, de conductor a animador, de enseñante a formador. Por esta razón el maestro continuará teniendo un papel esencial en el proceso enseñanza-aprendizaje, pues los medios en el aula continúan supeditados a sus estrategias, siendo la televisión uno más, que lejos de sustituirlo, constituye un apoyo importante, cuyo valor depende en gran medida de la creatividad con que se utilice.

Tampoco se puede afirmar que la televisión educativa acaba con la lectura, sino que se la puede enriquecer y dimensionar. En la actual era de los medios, las lecturas son variadas y complementarias: leer libros, videos, televisión, cine, discos, textos, gráficas, videojuegos, productos multimedia, páginas de Internet.

⁴ EL UNIVERSAL. "Piden el uso de medios en pro de la enseñanza", 13 de diciembre de 1998

Hoy día, la información está disponible en diversos soportes, lo que hace necesaria una multiplicidad de lecturas, que a su vez requiere, además de las competencias lingüísticas, competencias comunicativas que permitan comprender el sentido de las imágenes y sus articulaciones con la lengua y el sonido en variados contextos discursivos y culturales.

Así mismo, es impreciso afirmar que la televisión educativa requiere avanzadas destrezas técnicas. Si bien es cierto que es complejo el funcionamiento de la tecnología requerida para la transmisión y recepción de la televisión educativa, también es cierto que con la existencia de un grupo de asistencia técnica se puede facilitar la operación del sistema y brindar apoyo permanente a todos los usuarios. Antes y después de las máquinas, atrás y enfrente de las pantallas, se encuentra el ser humano y su herencia de conocimientos que tantas generaciones antecedentes han producido y que generaciones posteriores seguirán construyendo a partir de nuestro hacer; la tecnología sin ellos no deja de ser sólo eso, tecnología.

Es cuestionable la afirmación de que la televisión es para receptores pasivos, "recientemente estudios empíricos han cuestionado la idea del receptor pasivo, sugiriendo distintos tipos de esfuerzos cognoscitivos que los niños como receptores de la televisión realizan, en suma, puede hablarse de un triple esfuerzo: atención-percepción, asimilación-comprensión y apropiación-significación, aunque no siempre esta secuencia se presente de la misma manera... (ni) estos esfuerzos cognoscitivos tengan que seguir una secuencia lineal"⁵

1.1.3 La televisión educativa y la Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB

La Universidad Virtual es un nuevo modelo (paradigma) de enseñanza-aprendizaje que se está afianzando rápidamente en el concepto educativo local, nacional e internacional, caracterizándose por el uso intensivo de la tecnología como una estrategia de impacto significativo en este proceso.

Casi que la norma general de las instituciones, que han penetrado en el concepto de la educación virtual, es la de contar con un portal en Internet en el que se ofrece acceso a los diferentes espacios educativos y en algunas ocasiones

⁵ Orozco, Guillermo. Los niños, los medios y la televisión. Bogotá. 2.002

en el uso de la videoconferencia, impartiendo los contenidos temáticos en diferentes formatos de documento electrónico, generando espacios de socialización como grupos de discusión, listas de correo y chat-rooms, permitiendo el uso de facilidades para trámites y consultas de orden académico y administrativo.

La UNAB durante los últimos 5 años ha desarrollado diferentes estrategias en el uso del video (la televisión) dentro de sus programas en modalidad Virtual, como: transmisión en directo y diferida a través de TvCable, la Televisión Regional y con el uso del VHS. Este último año ha realizado experiencia en el uso de la Videoconferencia con los estándares H.323 y H.320.

Pero siempre ha existido la polémica entre el uso de la Televisión en los programas educativos. Los dos principales factores que frenan el desarrollo de la televisión en todos los procesos pedagógicos de la UNAB, son: El costo asociado especialmente en la producción y la cobertura con la tecnología de telecomunicaciones actual. Hoy es imposible lograr un impacto regional o nacional a través de la Televisión por cable o de la televisión regional en banda VHF.

Una solución para el cubrimiento de esta zona es utilizar sistemas de transmisión a través de sistemas de Vídeo comprimido mediante enlaces satelitales con tecnología DVB.

Al interior de la misma Universidad hay diversas expectativas. Algunos departamentos propenden porque se desarrolle con más intensidad estrategias pedagógicas usando la televisión como son: la facultad de comunicación social, el CPTV, así mismo hay dependencias que están escépticas en su uso como son Unabvirtual, las directivas y algunos profesores. Este proyecto sirve como herramienta de análisis a los directivos para que desde el punto de vista de factibilidad tecnológica y financiera, apoyadas en el PEI y el Plan Prospectivo 2002-2006 aborden el riesgo de incluir la televisión dentro de los programas virtuales y los proyectos de investigación como Telemedicina.

1.1.4 Educación virtual y la teleclase

En el concepto de Educación Virtual se pueden diferenciar varios modelos básicos y genéricos definidos por la forma como establece la relación (comunicación) entre el estudiante y el Profesor, lo que determina incluso los medios tecnológicos que entran en juego. No son pocas las discusiones que aún se sostienen alrededor del mundo acerca de cuál de estos modelos es el más apropiado, esgrimiendo argumentos que van desde lo económico hasta lo didáctico, pasando obviamente por lo tecnológico.⁶

Existen algunos conceptos relacionados con la temporalidad de la interacción entre el profesor y sus estudiantes, que incluso algunos autores los consideran un criterio de clasificación de la Educación Virtual: Actividades sincrónicas y asincrónicas.

Las actividades sincrónicas (o en tiempo real): son aquellas que se desarrollan en una fecha y hora preestablecidas, tiempo en el cual el profesor y sus alumnos se encuentran en un espacio real (aula de clase, laboratorio, lugar de práctica) o en un espacio virtual (a través de algún medio de comunicación: Televisión en vivo, videoconferencia, chat o charla a través de Internet, teléfono, entre otros.). Su principal ventaja es la agilidad para la interacción puesto que se tiene respuesta inmediata del interlocutor. Sus desventajas radican en la dificultad de establecer una verdadera interacción cuando el número de participantes se va incrementando (varios de los participantes tienen mayor oportunidad de interacción y de ser atendidos que la gran mayoría). Como se muestra más adelante, algunos de los modelos educativos de educación virtual se basan estrictamente en actividades sincrónicas (los cuales tienen cierta proximidad conceptual con la educación presencial que también está compuesta, en esencia, por actividades sincrónicas). De hecho, las actividades de tipo sincrónico exigen el cumplimiento de un horario por parte de todos los participantes, en cuyo caso se reduce la flexibilidad. (DIAZ .1.999)

Las actividades asincrónicas (o en tiempo diferido): son las que se desarrollan en tiempos diferentes, sin acuerdo ni coincidencia por parte de los participantes

⁶ Salinas, Rocio Esperanza. Guías de lectura audiovisual: Una forma de encuentro con la imagen televisiva. 2.000

(profesor y estudiantes). Este tipo de actividades permite a cada estudiante realizar su propia programación de acuerdo con sus ocupaciones e interés personal. La interacción o comunicación en este caso se apoya en diferentes medios de carácter perdurable (correo convencional o electrónico, foros de discusión a través de Internet, videos, textos impresos o electrónicos, entre otros). De modo contrario a las actividades sincrónicas, las de tipo asincrónico ofrecen la ventaja de permitir flexibilidad, mientras que su principal desventaja radica en los tiempos de respuesta en las interacciones.⁷

Existen algunos casos particulares de actividades que involucran parcialmente cada uno de estos conceptos. Por ejemplo, cuando se emite a través de un sistema de Televisión un vídeo grabado previamente (pregabado), en un horario dado en el cual se espera que los estudiantes den algún tipo de respuesta (o reciban algún tipo de apoyo a través de otro medio en el momento de la emisión) existe una relación de tipo asincrónico entre los estudiantes y el profesor, pero se requiere que los estudiantes dispongan su atención en el horario de la emisión, en cuyo caso se cumple con las condiciones de las actividades sincrónicas⁸.

En cuanto a los modelos de la Educación Virtual, no existe un pleno acuerdo en su clasificación puesto que algunos se basan en la Tecnología empleada más que en el concepto mismo. Sin embargo, muchos autores coinciden en identificar tres enfoques o modelos genéricos (no obstante, no todos utilizan el término Educación Virtual, algunos simplemente se refieren a Educación a Distancia y otros hablan de manera específica de Aprendizaje Distribuido): Teleclase o clase remota, estudio independiente y redes multimediales.⁹

- Clase Remota o Teleclase: Se basa, en esencia, en la emisión de una clase en modo sincrónico (en directo). Los medios tecnológicos permiten emular la presencia del profesor en el lugar en el que se encuentran los estudiantes (un aula de recepción de la señal al que se deben desplazar los estudiantes, o su propia casa si se utiliza la Televisión como medio), estos también facilitan la interacción por parte de los estudiantes. Este modelo es muy similar al de una clase en modalidad presencial en términos de su estructura y la necesidad de obedecer a

⁷ Pisanty , Alejandro. Dos taxonomías de los medios técnicos para la educación a distancia. 31 de Marzo de 2000 Vol. 1 No.0

⁸ King , Kenneth P. "One hundred percent efficiency:" the use of technology in science education since 1900. 1.999

⁹ EL UNIVERSAL. "Piden el uso de medios en pro de la enseñanza" , 13 de diciembre de 1998

un horario establecido, pero con una presencia remota del profesor a través de medios tecnológicos.

Estudio Independiente: La esencia de este modelo es la total independencia que tienen los estudiantes para programar sus actividades de estudio en términos de tiempo y lugar. A estos se les entrega una variedad de materiales (libros de texto, guías de trabajo, videos, entre otros.) y el acceso a un instructor que está disponible para prestar apoyo y asesoría remotos, a través de diversos medios (teléfono, correo electrónico, fax, correo regular, entre otros.). Este modelo se apoya en el concepto de "paquetes autoeducativos", es decir en un conjunto de elementos y material diseñado para el autoestudio.¹⁰

Redes multimediales: Este modelo ha sido propuesto más recientemente. Se apoya en el uso de tres elementos esenciales: internet, multimedia y el aprendizaje asistido por computadora. El contenido del curso se entrega al estudiante a través de estos medios (aprovechando sus características y su capacidad de manejar varios medios) y también mediante ellos éste interactúa con otros estudiantes y con su profesor. Los medios utilizados permiten el encuentro tanto asincrónico como sincrónico entre estudiantes y profesores.

Lo anterior, sintetiza el esquema de clasificación más aceptado para la denominada Educación Virtual. Además de éste existen algunas propuestas de clasificación a partir de los medios tecnológicos utilizados, sin embargo, considerando las diferentes posibilidades que ofrece cada medio y rapidez con la que avanza la tecnología, estos esquemas pierden vigencia de igual manera.

La Universidad Autónoma de Bucaramanga con su Sistema de Educación Virtual busca promover el desarrollo social y productivo al dar acceso al conocimiento, a los avances científicos y tecnológicos, mediante la gestión de proyectos y el desarrollo de programas educativos con el aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación.

¹⁰ Diaz, Alfredo. "Taxonomía de la Videoconferencia". Bucaramanga, 1.999.

Como se mencionó anteriormente, las tecnologías de transmisión de video en Colombia son demasiado costosas, siendo este el principal motivo por el cual la UNAB no ha generalizado las transmisiones de vídeo en sistemas de broadcast.

1.1.5 Educación a distancia y Redes Satelitales

Las redes satelitales en “broadband” multimediales son una propuesta interesante para proveer la infraestructura para la distribución de contenido masivo a múltiples puntos vía satélite. Esta tecnología basada en diseños de arquitectura abierta, modula operando en velocidades desde los 256 Kbps y usando hasta un transpodador o transponder satelital completo, pretende llevar a la educación los siguientes aportes:

- Eliminar las limitaciones de la infraestructura tradicional
- Eliminar las limitaciones de la programación y horarios de clases tradicionales
- Alcanzar áreas donde las alternativas terrestres no son viables
- Entregar contenido en un costo razonable y con alto contenido en vídeo y datos.
- Implementación de modernas herramientas de enseñanzas.
- Maximización de la habilidad de los estudiantes para participar e interactuar.

El esquema de enseñanza usando la tecnología satelital con posibilidad de interacción, está basado en una mejora del sistema tradicional de educación a distancia satelital (que es usado desde hace muchos años) consiste en que la tecnología usada basada totalmente en sistemas digitales en donde se pueden encapsular datos IP, permitiendo la interacción sobre la misma plataforma o plataformas alternas (asimetría y tecnología híbridas).

Un profesor frente a una cámara dictando su clase en un estudio de televisión equipado con los elementos necesarios para asistir la producción educativa herramientas para las mesas de discusión con especialistas e interactuar con los alumnos en tiempo real.

1.2 Objetivos del proyecto

1.2.1 Objetivo general

Las posibilidades en el uso del video son incontables y aportan al desarrollo de de nuevas estrategias en la modalidad a distancia, por esta razón el objetivos del proyecto es diseñar y evaluar dos alternativas diferentes para la implementación de sistema de vídeo MPEG-IP/Broadcast (DVB) Satelital para la Universidad Autónoma de Bucaramanga, mediante el uso de tecnologías de codificación en Banda Ku y C, para que sea utilizada como una estrategia de mediación de la comunicación en los procesos enseñanza-aprendizaje, con el fin brindar al sistema de educación virtual de la Universidad Autónoma de Bucaramanga una opción para la generación de proyectos educativos de impacto regional y optimización de sus recursos.

1.2.2 Objetivos específicos

Plantear la instalación del sistema de video en “streaming media” mediante estudio de servidores de video en la Red y el uso de la Internet para desarrollar y mejorar el modelo educativo virtual de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Evaluar la infraestructura tecnológica de la Red y los equipos satelitales que tiene actualmente la Universidad Autónoma de Bucaramanga, permitiendo la transmisión de víde, para llegar a la emisión de programas de educación virtual producidos y desarrollados utilizando un canal de banda reducida.

1.3 Justificación y beneficios esperados

1.3.1 La UNAB y la televisión

La Universidad Autónoma de Bucaramanga está en constante evolución en sus modelos pedagógicos y mantiene sus programas en continuo desarrollo, especialmente utilizando la tecnología como un recurso estratégico, en la

generación de ventajas competitivas y mejoramiento de la calidad. Cuenta con una infraestructura tecnológica de punta que la ubica dentro del contexto nacional como de mayor desarrollo. Así mismo, tiene Facultad de Comunicación Social, Facultad en artes audiovisuales, video y multimedia, Unavirtual y programas de formación tecnologías de las comunicaciones y telecomunicaciones. Todos estos elementos configuran una ventaja estratégica competitiva para el desarrollo de sistemas de transmisión de televisión y video en el contexto educativo.

En realidad el uso del vídeo en esas dependencias tiene un desarrollo muy limitado y enmarcado básicamente en videos institucionales, uso de los cursos de los alumnos como prácticas y producción de material externo contratado.

En educación virtual de la UNAB se planteó la posibilidad de usar la televisión, pero fue limitado debido a cuatro elementos, como son:

1. Los costos del diseño, preparación, producción y transmisión del vídeo.
2. La tecnología que actualmente poseen los alumnos y especialmente los municipios de la zona de influencia de la universidad, especialmente el sistema de educación virtual. es muy poca.
3. La tecnología de las empresas de TV, TVCable y el TRO no permite cubrir la totalidad de los alumnos.
4. La UNAB no cuenta con una tecnología de servidores y compresores de vídeo que permita hacer eficiente el ancho de banda actual.

Este proyecto se compromete con el diseño de un sistema vídeo MPEG/Broadcast en DVB en la Universidad Autónoma de Bucaramanga optimizando la utilización de los equipos que actualmente posee (antena satelital y los equipos de comunicaciones de datos) e incorporando algunos equipos de servidores y compresores de vídeo. El diseño técnico de un sistema de transmisión satelital para la difusión de contenidos educativos, considera la interactividad entre el emisor y el receptor utilizando tecnologías asimétricas e híbridas con otras tecnologías como la Internet (Satélite y canales terrestres). Este proyecto está concebido para usar el vídeo en educación virtual en la UNAB, pero abre las puertas a los proyectos de desarrollo regional y nacional como son: programas de educación a comunidades y la capacitación empresarial.

La UNAB puede optimizar el uso de los recursos tecnológicos y humanos que tiene tanto en las Facultades de Comunicación Social, de Educación, Educación Virtual y en Desarrollo tecnológico, así como de la experiencia de ofrecer programas virtual con uso de la Televisión y el de disponer de excelentes académicos, departamentos fuertes en las áreas de las ciencias básicas y de la ingeniería, recursos de investigación que le permita desarrollar programas educativos con cobertura nacional e internacional en pregrado, postgrado, capacitación empresarial y comunitaria.

Con todo este se espera que la Universidad, en desarrollo de las nuevas pedagogías que viene construyendo y de su cada vez más acentuada sensibilidad por lo social y la educación virtual, actúe decididamente en los proyectos educativos del país además, de ser un factor que impulse el salto hacia la aplicación de nuevos desarrollos tecnológicos en la televisión.

El área de oportunidad que se genera por la instalación de un sistema de televisión satelital, único en cualquier entidad educativa en Colombia, permitirá realizar capacitación del sector al sector empresarial de cursos diseñados y emitidos por la Unab, igualmente de realizar convenios con universidades de la región para llevar cursos generando ingresos económicos que retornen el valor de la inversión.

CAPÍTULO 2

2. DETERMINACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE LA UNAB

Para el Sistema de Educación Virtual de la Unab, se propone el desarrollo de un proyecto de alta envergadura por la tecnología a usar y por el impacto en la comunidad educativa de todo el país. El sistema permite difundir contenidos educativos desde del centro de estudio de Televisión (CPA) y hacia múltiples aulas receptoras (AR) ubicadas en el área de cobertura del Satélite PAS III o Satmex 5. La selección de los dos satélites se realizó teniendo en cuenta los resultados de los cálculos satelitales iniciales y dos opciones de cubrimiento, la primera con tendencia hacia Sur América y la segunda hacia Sur de Estados Unidos, Centro América y la región oeste de Sur América.

El sistema considera interactividad entre cada Aula Receptora a través de Internet aunque se deja la posibilidad para un futuro de utilizar retorno satelital por el sistema VSAT que se instalaría en cada AR, además se cuenta con la opción de la línea telefónica. Esto configura un esquema asimétrico de transmisión debido a que en el sentido CPA(UNAB)-AR los datos digitales transportan información de video y audio con calidad de televisión y el retorno AR-CPA(UNAB) transporta baja velocidad de datos. Toda esta tecnología de telecomunicaciones permite que un profesor ubicado en la UNAB pueda desarrollar una clase e interactuar con los alumnos ubicados en las AR cerrando un esquema de enseñanza a distancia que funciona de manera síncrona. Es posible de todas formas usar el canal para enviar cursos en diferido utilizando también otras tecnologías de internet asíncrona para la interactividad.

Para el caso de utilizar tecnologías IP en sistemas Multicasting satelitales es necesario modificar los equipos inicialmente propuestos debido a que este tipo de tecnología es propietaria como es el Caso de Loral CyberStar's, Gilat WebCast y Irdeto CypherCast.¹¹

¹¹ Bostian, Charles y Timothy Pratt. Satellite Communications, 1986

La UNAB posee algunos elementos que un profesor necesita para desarrollar una clase de este estilo, tanto en el CPA como en la Red Institucional:

Inventario del CPA de la Unab

- Cámaras de televisión
- Cámara de captura de objetos, láminas.
- Sistema de presentaciones electrónicas y de diseño de exámenes
- Sistema para recibir consultas en tiempo real de los alumnos ubicados en las AR.
- Sistema de audio para la toma de sonido en distintas situaciones según lo requiera la producción educativa.
- Sistema de mezcla de audio, video, efectos digitales y generación de caracteres para titulación y gráficos.
- Escenografía virtual para extender los límites del ETVE poniendo al profesor en un ambiente virtual generado por una computadora.
- Sistema de grabación y reproducción de video
- Líneas telefónicas y conexión a Internet
- Cámara de documentos
-

El CPA cuenta con la posibilidad de generar material educativo en soportes de video, CD-ROM, DVD y gráfico, como herramienta de enseñanza y para ser distribuidos como elemento complementario a los alumnos para el seguimiento de los cursos.

El Centro de Producción Audiovisual cuenta con un estudio de televisión de 140 metros cuadrados con una parrilla de luces de capacidad de 45 Kw de iluminación y con un control master por componentes para manejo de señal de video y audio que pueden ser transmitidas por el circuito interno de televisión. Para la producción se utilizan cámaras digitales en formato miniDv y Dvcam con sus respectivos kit de iluminación y sonido. Para la posproducción se cuenta con dos islas de edición no lineal Mac en G4 Y G3 con programa Final Cut Pro y cabina de grabación de audio. Se recibe la señal satélite de la ATEI de televisión educativa desde España y la señal de maestrías en ciencias computacionales y de administración desde Monterrey (México) que se retransmite por el circuito cerrado de tv. Adicional se cuenta también con dos laboratorios de fotografía.

Igualmente el proyecto contempla la oportunidad de enviar video IP en streaming para los usuarios conectados a Internet a través de un canal instalado en un servidor de video que desde la Red Institucional se conectaría directamente a los enrutadores de Internet de la Unab. Este esquema tiene una alta integración con la instalación existente en la Universidad del Estudio de Televisión dedicado a

la enseñanza de la comunicación audiovisual en la Carrera de Comunicación Social.

La administración de la enseñanza se realizará con la plataforma de UnabVirtual tales como WebCt, ILIAS y Banner.

2.1 Inventario de equipos Vsat de la unab

A continuación se presenta la lista de los equipos satelitales que posee la Unab y sus especificaciones básicas que a la fecha no se están usando y que están incluidos en el proyecto para la transmisión del sistema satelital, disminuyendo así costos de inversión en la adquisición de tecnología, especialmente en caso de la Banda "C".

Sistema No.1	Precio Compra*	Precio Actual**
Antena Prodelin serie 1521 con Mounting KIT para CSTAR system	US\$3.556.00	\$2.286.00
35K LNB	825.00	
High Power Basic Mounting Kit (Hardware Only)	135.00	
CSTAR Transceiver 10W	16.450.00	\$3,650.00
Modem Radyne Comstream CDM-6000	7.980.00	US\$8.000.00

Este sistema a la fecha se está usando pero como un respaldo al sistema Internet de la Universidad con una configuración muy baja: 128 Tx/256/RX.

Sistema No.2	Precio Compra*	Precio Actual**
Antena Prodelin serie 1521 con Mounting KIT para Anasat system	US\$3.556.00	US\$2.286.00
LNC RF Port (3625 to 4200 MHz SMA Tap)	350.00	
High Power Basic Mounting Kit (Hardware Only)	500.00	
ANASAT Model 20EC	US\$16.450.00	\$ 7,988.00
Modem Comstream DMD 2401	US\$7.980.00	\$3.950.00

* No incluye instalación, obras civiles, UPS.

Estos equipos están en la actualidad en perfecto estado aunque su vida útil está limitada ya que tienen más de 3 años de uso.¹² Los precios de los módems son aproximados debido a que la referencia no está en producción, como alternativa se tomaron equipos de la misma empresa con funciones equivalentes.

2.2 Especificaciones técnicas

2.2.1 Antena

Antena Prodelin Serie 1251, con las siguientes características técnicas eléctricas básicas:

	C-Band	Ku-Band	
	Linear	Circular	
Antenna Size	2.4 M (96 in.)	2.4 M (96 in.)	2.4 M (96 in.)
Operating Frequency			
Receive	3.625 - 4.2 GHz	3.625 - 4.2 GHz	10.95 - 12.75 GHz
Transmit	5.850 - 6.425 GHz	5.850 - 6.425 GHz	13.75 - 14.5 GHz
Midband Gain (+ .2dB)			
Receive	38.0 dBi	38.0 dBi	47.6 dBi
Transmit	42.0 dBi	42.0 dBi	49.2 dBi

¹² Los precios fueron tomados de "SATCOM Resources"

Antenna Noise Temperature

10° elevation	52 K	30 K	42 K
20° elevation	46 K	23 K	32 K
30° elevation	45 K	20 K	28 K
40° elevation	44 K	19 K	27 K

Sidelobe Envelope, Co-Pol (dBi)

$10\lambda/D$, $\theta \leq 20^\circ$	29-25 Log θ dBi	29-25 Log θ dBi	29-25 Log θ dBi
$20^\circ < \theta \leq 26.3^\circ$	- 3.5 dBi	- 3.5 dBi	- 3.5 dBi
$26.3^\circ < \theta \leq 48^\circ$	32 -25 Log θ dBi	32 -25 Log θ dBi	32 -25 Log θ dBi
$\theta > 48^\circ$	-10 dBi (averaged)	-10 dBi(averaged)	-10dBi(averaged)

Cross-Pol Isolation (Linear)

>30 dB on axis N/ A >30 dB on axis

Axial Ratio (Circular)

Receive	N/ A	2.28	N/ A
Transmit	N/ A	1.94	N/ A
VSWR	1.3:1 Max.	1.3:1 Max.	1.3:1 Max.

Feed Interface

Receive	CPR 229 F	CPR 229 F	WR 75
Transmit	CPR 137 or Type N	CPR 137 or Type N	WR 75 or Direct Radio

Mounting

Figura 1. Antena



Figura 2. Antena



2.2.2 Modems

DMD2401VSAT/SCPC Satellite Modem de Comstream

Figura 3. Modem



Las características técnicas son:

50 to 180 MHz in 1 Hz steps

BPSK, QPSK and OQPSK operation (8PSK optional)

4.8 to 5000 kbps One bit per second steps

1/2, 3/4, and 7/8 rate Viterbi

1/2, 3/4, and 7/8 rate sequential (optional)

0.495 and 0.793 rate Turbo product code (optional)

Accurate E_b/N_o , symbol error rate and bit error rate display

IBS or IDR framing (optional)

Drop and insert (optional)

Automatic uplink power control (AUPC) (optional)

2/3 Trellis 8PSK (optional)

MODEM Comtech EFData CDM-6000

Características

IDR/IBS

Closed Network

9.6 Kbps to 9.312 Mbps

Concatenated Reed-Solomon Coding (Optional)

8PSK and 16QAM Modulation (Optional)

Figura 4. Modem Comtech EFData CDM-600



Figura 5. Antena Prodelín de 2.4 Mtros.



2.2.3 VSAT Transceivers

2.2.3.1 AnaSat ® - 20 EC

La serie de transceivers VSAT de Banda C Extendida de AnaCom's tienen niveles de salida de transmisión de 0 dBm, 2, 5, 10, 20, 40, 50, 60, 70, 80, 100 y 125 Watts. La Unab cuenta con el Modelo 20EC en una única configuración. Estos transceivers están fuertemente contruidos para un servicio continuo en ambientes de exteriores. Son configurables para SCPC, MCPC y DAMA. El up-converter, down-converter, power amplifier, monitor y control y el suministro de potencia están incluidos en una sola caja.

CARACTERISTICA DE TRANSMISION

Potencia	0dBm	2W	5W	10W	20W	40W
PUNTO DE COMPRESION DE 1 dB	8 dBm	33 dBm	37 dBm	40 dBm	43 dBm	46 dBm
TX GAIN	30 dB	64 dB	68 dB	71 dB	74 dB	77 dB
TX GAIN ADJUSTMENT RANGE	+6 to -20 dB M&C controlled					
TX GAIN SETTING ACCURACY OVER TEMP.	± 1.5 dB over frequency and temperature					
TX INPUT IF FREQUENCY	52 to 88 MHz					
TX INPUT IF IMPEDANCE	50 ohms (75 ohms optional)					

TX INPUT IF LEVEL	-30 dBm \pm 10 dB (+20 dBm max)
TX OUTPUT FREQUENCY	5.850 to 6.425 GHz
TX FREQUENCY STEP SIZE	1 MHz M&C controlled
TX PHASE NOISE	100 Hz: -60 dBc, 1 KHz: -70 dBc
10 KHz: -80 dBc,	100 KHz: -90 dBc
TX LINEARITY	-30 dBc (2 carriers @ 9 dB back-off each)
composite)	\pm dBc
TX INSTANTANEOUS BANDWIDTH	\pm 18 MHz
RECEIVER(w/LNC)CHARACTERISTICS	
RX INPUT FREQUENCY	3.625 - 4.200 GHz
RX FREQUENCY STEP SIZE	1 MHz M & C controlled
RX OUTPUT FREQUENCY	52 - 88 MHz
RX INSTANTANEOUS BANDWIDTH	\pm 18 MHz
RX GAIN	85 to 100 dB M&C controlled
RX GAIN VARIATION	\pm 1.5 dB over frequency and temperature
RX NOISE FIGURE (45K)	0.9 dB (65K) max. Optional 0.4dB (35K) and 0.63dB
RX LINEARITY	-35 dBc intermod, max
RX PHASE NOISE	100 Hz: -60 dBc, 1 KHz: -70 dBc
10 KHz: -80 dBc,	100 KHz: -90 dBc
RX OUTPUT IMPEDANCE	50 ohms (75 ohms optional)

Figura 6. Transceiver SSE 10W



2.2.3.2 CSTAR Transceiver SSE 10W

Receptor

Receiver - Interface	RF Input Flange WR-229 waveguide, flange
IF Output Connector	N-Type, female
L-band Monitor Connector	N-Type, female
Impedance	50 ohm

Receiver - Electrical	RF Input Frequency 3.625 - 4.200 GHz or optional
IF Output Frequency	3.400 - 3.700 GHz extended C-band
LNA Noise Temperature @ 25°C	70 ± 18 or optional 140 MHz ±36MHz
System Gain nominal	45K standard, 25K to 40K optional
	95dB nominal, + 3/-7 dB in 1 dB steps

Transmitter Section

Transmitter - Interface	IF Input Connector N-Type, female
RF Output Interface	N-Type, female or WR-137, CPRG flange
Transmitter - Electrical	RF Output Frequency 5.850 - 6.425 GHz or
IF Input Frequency	6.725 GHz extended C-band
	70 ± 18 MHz or optional 140 ± 36 MHz IF

System Gain (typical)

10 W	60 dB
System Gain Adjustment	8dB (20dB option) in 1 dB steps for SSPA or
System Gain Variation over	20dB for TWTA
Temperature 2 dB	P-P maximum referenced to Gain @ 25°C
System Power	@ P1dB for SSPB or Psat for TWTA @ 25°C
10 W	+40 dBm minimum
System Intermods (SSPA)	-33 dBc maximum,
2 tones, 30 KHz apart,	each 9dB OBO
System Spurious (in band) Fixed:	-20 dBm maximum
Carrier related:	-55 dBc maximum

Figura 7. Gama de transceiver en Banda C



Figura 8. Conectores de transceiver



2.2.4 Isoadaptores

Figura 9. Configuración del Alimentador (cabezal) y LNC.



Figura 10. Acoplamiento del Divisor, filtro y alimentador



Figura 11. Filtro de LNC



Guía de Onda 1. (Waveguide)
3.4 - 4.4 GHz WR 229 Waveguide

Tabla 2. Guía de Onda 1. . (Waveguide)

FREQ UENCY (GHz)	ISOL. dB (MIN)	INS. LOSS dB (MAX)	VSWR (MAX)	TEMP (°C)	MATING FLANGE W/G PORT	CONNECTOR AVAILABLE	CATALOG NUMBER
3.5 4.4	- 20.0	.4	1.20	0 +50	CMR to229 CPR 229, CPR 229/G	TYPE "N" SMA	3544- N229 3544-S229
3.7 4.2	- 23.0	.3	1.15	-20 +65	CMR to229 CPR 229, CPR 229/G	TYPE "N"	3742- N229
3.7	- 25.0	.15	1.10	-20 to	CMR	SMA	3742-

4.2	+65	229 CPR 229, CPR 229/G	S229
-----	-----	------------------------------	------

Guía de Onda 2. Waveguide

5.8 - 7.1 GHz WR 137 Waveguide

Tabla 3. Guía de Onda 2. Waveguide

FREQUE NCY (GHz)	ISOL. dB (MIN)	INS. LOSS dB (MAX)	VSWR (MAX)	TEMP (°C)	MATING FLANGE OR W/G PORT	CONNECT OR AVAILABLE	CATALOG NUMBER
5.8 - 6.4	23.0	.4	1.15	-20 to +65	CMR 137	SMA	5864- S137
5.925 7.125	- 23.0	.3	1.15	-20 to +65	UG 441/U CMR 137	SMA	5971- S137

Estos datos permitirán serán la base para el desarrollo de los cálculos de enlace para el sistema Satelital.

CAPÍTULO 3

3. TECNOLOGÍAS DE VIDEO DIGITAL

La tecnología propuesta para el desarrollo del proyecto en la Universidad Autónoma de Bucaramanga es Digital Vídeo Broadcast, el cual usa una técnica de compresión MPEG-2. Esta tecnología codifica la señal en MPEG-2 para aplicaciones de Broadcast como la transmisión satelital, con compresión 4:2:0. Esta compresión digital de salida la realiza en la trama estándar del “stream” de transporte de DVB-MPEG-2. Así mismo el video entrante con el algoritmo MPEG-2 de campo de trama adaptativo, con tramas I, B y P usando codificación predictiva bidireccional y estimación de movimiento. Los canales de audio son comprimidos también usando el estándar MPEG. Los canales de datos auxiliares soportan formatos seriales síncronos y asíncronos. El modulador satelital puede estar integrado al codificador y usará la modulación DVB QPSK .

Para entender mejor las técnicas de compresión de vídeo y especialmente la codificación predictiva bidireccional adaptativo del MPEG, en este capitulo se profundiza en los conceptos de codificación, compresión y DVB.

DVB usa a MPEG 2 como sistema de compresión de audio y video, proporciona técnicas de modulación y métodos de codificación para corrección de errores en sistemas por satélite, por cable y terrestres, también proporciona formatos para inserción de datos en el canal de transmisión. En la siguiente gráfica (figura 12) se muestran los procesos de DVB los conceptos de Reed Solomon, Interleaving, y Códigos convolucionales.

Figura 12. Procesos de DVB

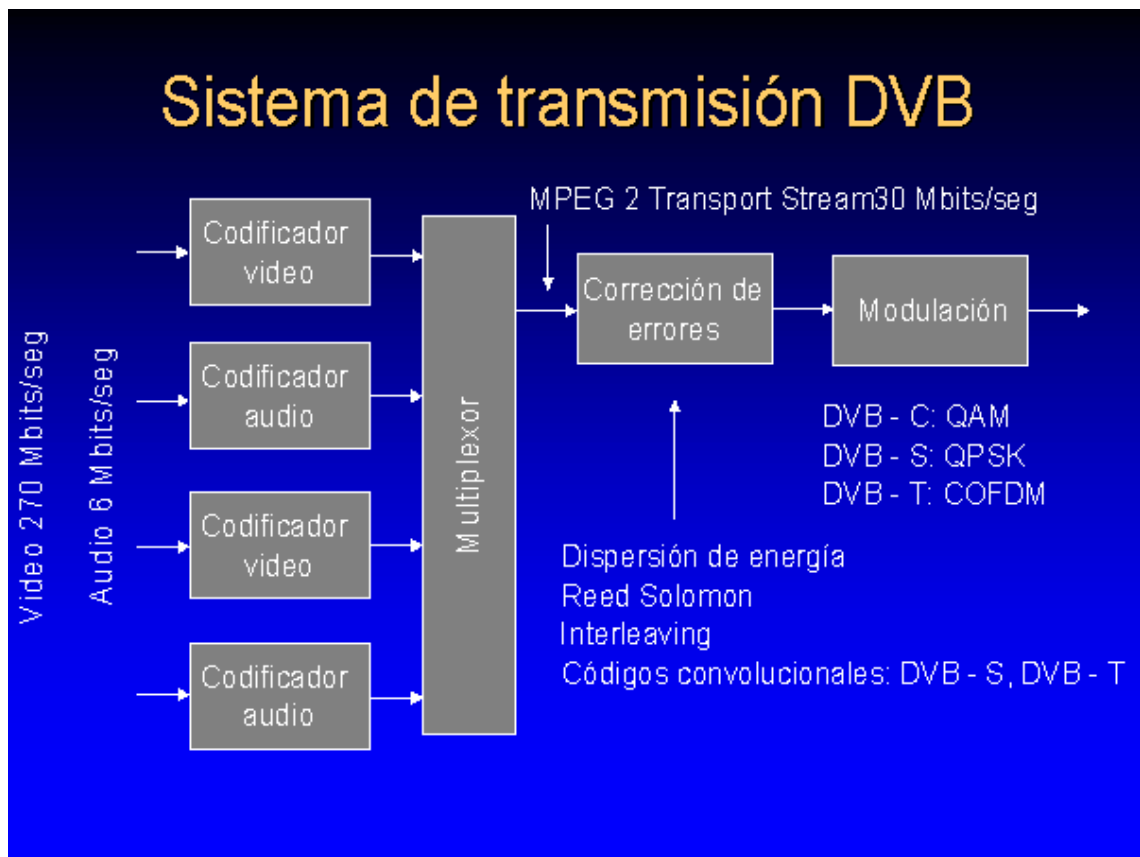
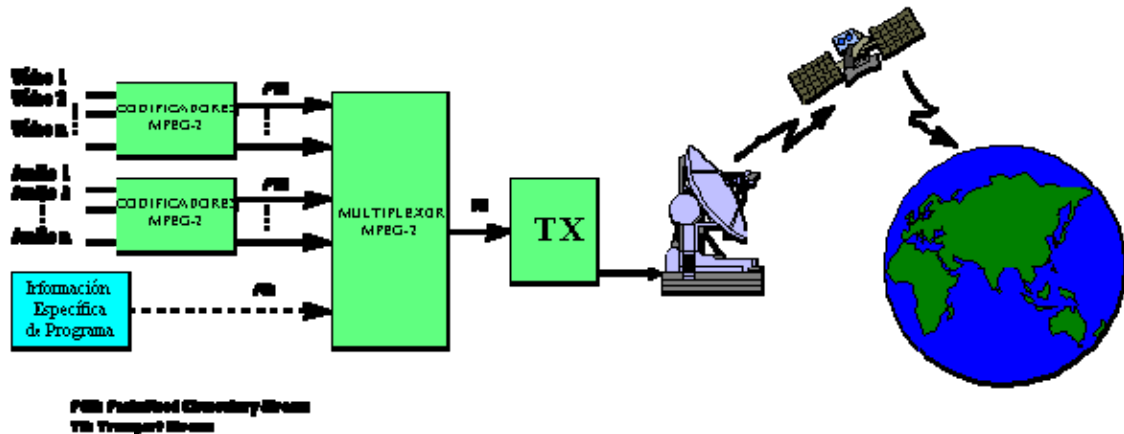


Figura 13. Cadena de Transmisión

CADENA DE TRANSMISIÓN



*En esta figura se muestra los detalles para la implementación del transmisor satelital con el estándar DVB-S.

3.1 Normas y estándares de video

Con el fin de profundizar en las técnicas de compresión y los estándares existentes que permitan justificar el uso de DVB y MPEG en el diseño del sistema, se realiza un breve resumen sobre dichas técnicas, permitiendo así la optimización del ancho de banda y la calidad de la señal con un precio razonable.

Las imágenes en movimiento están formadas por infinidad de fotografías con cierta continuidad que, al ser mostradas una tras otra a una determinada velocidad, producen al ojo humano la sensación de movimiento. La velocidad de reproducción de vídeo en tiempo real suele ser de unos 25 fps (fotogramas por segundo).¹³

En la actualidad existen cuatro sistemas de conversión que son estándares dentro de sus zonas de influencia: PAL, NTSC, SECAM y HRTV.¹⁴

- Sistema PAL (Phase Alternative Line). Está basado en la conversión de línea alternativa de fase. Tiene su zona de influencia en los principales países europeos, ya que todos los equipos de reproducción y grabación de video se

¹³ Duran J. y C. Sauer. Mainstream Videoconferencing. Addison-Wesley Reading. Mass, 1997.

¹⁴ Poulin, Michel y Michael Robin. Digital Television Fundamentals: Design and Installation of Video and Audio Systems. 1.997.

fabrican según esta norma. Este formato emplea 625 líneas de color para componer las imágenes.

- Sistema NTSC (National Television Standard Committee). Creado en Estados Unidos, es la norma que siguen todos los dispositivos fabricados en dicho país. Emplea 525 líneas de color.

- Sistema SECAM (Sequential A Memoire). Color secuencial en memoria. Diseñado en Francia y empleado en este país y sus zonas de influencia, emplea 625 líneas de color. Existen dos versiones del mismo:

SECAM A: es incompatible con el sistema PAL.

SECAM B: permite los dos formatos, denominándose PAL-SECAM.

- Sistema HRTV (High Resolution Television). Es de reciente aparición. Emplea 1250 líneas de color y las imágenes tienen formato panorámico.

La diferencia básica entre los cuatro sistemas de conversión es el método empleado, diferente en cada caso, lo que los hace incompatibles.

3.2 La señal de video

La codificación de imágenes produce una señal eléctrica que se puede transmitir en forma de vídeo compuesto (conexiones de vídeo) o como señal de radio para poder ser transmitida a distancia (transmisión de TV).¹⁵

Las señales de vídeo compuesto presentan unas posibilidades muy limitadas en cuanto a calidad de imagen se refiere. Para mejorar estas deficiencias en la señal apareció el estándar *RGB (red, green, blue)*, que funciona dividiendo la señal de vídeo en tres señales diferentes (señal de rojo, señal de verde y señal de azul). Estas señales se transmiten por tres canales diferentes, de manera que un monitor que reciba las tres señales las superpondrá, una sobre la otra y obtendrá una imagen en color.

Otro tipo de señal es la de *supervideo*, que viene definida por la *crominancia* (cantidad de color), la *luminancia* (intensidad) y el *sincro* (sincronía). Además de la propia señal de vídeo se pueden distinguir una serie de parámetros que marcan sus características y que son indicadores que afectan a la señal (no son la propia señal). Estos parámetros son:

¹⁵ KUHN , Peter M. Algorithms. Complexity Analysis and Vlsi Architectures for Mpeg-4 Motion Estimation . Kuhn Peter M, 1.999.

- HLS (Hue Light Saturation). Marca el tono, la luminosidad y la saturación de la señal (equivale a los controles de color, brillo y contraste de un televisor).
- YUV. Son tres parámetros que marcan los niveles de luminancia o intensidad (Y), de crominancia de azul o cantidad de color (U) y de crominancia de rojo (V). El formato YUV permite una mayor compresión de datos sin pérdida de calidad.

3.3 Formatos de archivos de video

Una vez que la señal de vídeo compuesto ha sido digitalizada y convertida a RGB, o expresada en YUV, que es lo más habitual, viene el proceso de guardarla en algún soporte de los que utiliza el ordenador, para lo cual se deben capturar las imágenes, tarea que puede realizarse de dos modos distintos:

1. El primer modo consiste en grabar una simple imagen en particular y guardarla en cualquiera de los formatos de imagen reconocidos (BMP, JPEG, TIFF, TARGA - TGA-, GIF, entre otros.).
2. El segundo modo consiste en grabar un fragmento de película; es decir, realiza una captura en tiempo real. Para ello es necesario guardar el conjunto de imágenes y sonido en algún formato que sea posible usar en el computador, siempre condicionado tanto por el hardware como por el software empleado en la captura.

Estos archivos producto de captura suelen estar formados por una cabecera en la que se almacena información sobre las características del archivo; a continuación se almacenan los frames que componen la secuencia grabada, intercalándose el sonido entre ellos.

Los datos de la cabecera son, entre otros:

- El número de *frames* que tiene el archivo
- La separación de tiempo entre ellos
- El tiempo de exposición
- La resolución
- El nivel de compresión
- La información acerca del sonido

Los formatos más utilizados a nivel de PC son, en principio:

AVI (Audio and Video Interleaved/Interlaced). Se basa en la intercalación de audio y video. Fue diseñado por Microsoft como estándar de video para Windows (VFW), al igual que WAV (wave) es el estándar de audio para Windows.

MOV. Basado en una tecnología diseñada por Apple para sus ordenadores Macintosh mediante la aplicación "Quick time Video", y trasladado al entorno Windows en 1995.

DVI (Digital Video Interactive). Diseñado por Intel e IBM junto con otros pequeños fabricantes. Es un desarrollo combinado de hardware y software. Su principal ventaja es, a la vez, su principal inconveniente, ya que permite un nivel de compresión muy alto (de hasta 150 a 1), pero para ello requiere un hardware especial. El formato de compresión es el denominado *MPEG*. Una secuencia de vídeo en este formato, reproducida a pantalla completa, no pierde calidad, pero sin velocidad.

3.3.1 Estándar MPEG

MPEG no es un formato de vídeo, sino un algoritmo de compresión de datos, utilizado en la representación de imágenes dado el volumen de información necesario para representar una imagen en movimiento, y fue establecido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Originalmente se diferenciaron cuatro tipos, MPEG-1, 2, 3 y 4. La principal diferencia entre ellos es la calidad de imagen que ofrecen y el ancho de banda que necesitan.

Ofrecen tres ventajas fundamentales: un gran nivel de compresión, escasa pérdida de calidad, y permite la compatibilidad con carácter retroactivo entre diferentes formatos de vídeo. Su diseño está pensado para que la decodificación sea sencilla y económica. Sin embargo, la codificación resulta

más complicada y costosa, aunque su precio ha descendido considerablemente en los últimos años.¹⁶

La cadena de datos MPEG se puede dividir en tres capas o partes bien diferenciadas: una para la compresión de audio, otra para la de vídeo y la tercera relativa al sistema, encargada de la sincronización de datos y la calidad de imagen entre otros.

3.3.2 La compresión MPEG-2

En la actualidad el estándar de compresión más utilizado es el MPEG-2, ya que ofrece una calidad similar a la televisión.

La compresión de datos es un sistema a través del cual se almacena la misma información en un espacio más reducido. La compresión que se utilizaba hasta la aparición de la compresión MPEG era intraframe, ésta consistía en una secuencia completa de imágenes como independientes, y después se procedía a su compresión. Sin embargo, el algoritmo MPEG-2 se basa en almacenar las evoluciones de la imagen, no la imagen misma, con lo que el ahorro de espacio y por lo tanto de ancho de banda es considerable. Para el correcto funcionamiento de esta técnica se utilizan unos fotogramas completos, a los que se les aplican los cambios necesarios para conseguir la visualización de la escena completa. Estas modificaciones se pueden clasificar en dos grupos, el primero, llamado foto predicha, almacena tan sólo las variaciones entre una imagen anterior y una futura. El segundo de ellos son los ,frames bidireccionales, que son simples referencias a fotogramas concretos, son los que menos espacio ocupan y suponen, junto con los anteriores, realizan verdaderamente la compresión de datos.

3.4 Formatos digitales

¹⁶ Cominetti, M. Mignone, V. Morello, A. Visintin, M. , "The European system for digital multi-programme television by satellite RAI Res. Centre, Torino" publicación de Broadcasting, IEEE Transactions on , páginas 49 - 62 , Volume: 41 Issue: 2 , ISSN: 0018-9316 . June 1995.

El primero formato fue el DV. Este surgió como consecuencia de una demanda de mayor calidad de la imagen por parte del sector profesional. La principal mejora que ofrece este formato respecto a la calidad S-VHS es el paso de las 400 líneas de resolución vertical a las 500 del formato DV.¹⁷

Por otra parte se añadían dos pistas de audio digital con calidad CD, superando con creces el sonido que ofrecen los formatos analógicos Di8. Este formato resultó ser un paso intermedio entre la tecnología analógica y digital, ya que a pesar de ser totalmente digital, los codificadores o reproductores de Digital 8, eran capaces de reproducir las grabaciones analógicas, aunque no se alcanzó una calidad especialmente destacable, tanto en imagen como en sonido.

Estos dos formatos comentados tuvieron repercusión en el segmento profesional, pero la posibilidad de almacenar datos en discos compactos era la antesala del Vídeo CD, CD-i y, finalmente, el DVD.

La posibilidad de poder almacenar dos horas de vídeo en un disco compacto era muy atractiva, y se consiguió gracias al algoritmo de compresión MPEG-1, diseñado especialmente para este fin. La calidad que se ofrecía era similar a la que ofrece el formato VHS. Además, se conseguían sustanciales mejoras en el apartado de sonido.

El DVD. El Digital Versátil Disc era capaz de almacenar dos horas de video y audio de alta calidad, con la ventaja de poder añadir información adicional como subtítulos en varios idiomas y un sinfín de aplicaciones adicionales. La oferta era difícil de superar, tanto en el apartado de calidad de imagen como en la calidad del audio, las mejoras son más que notables, gracias a un algoritmo estándar de compresión denominado MPEG-2.

El DVD-Vídeo permite el acceso inmediato a escenas o capítulos, 8 canales de audio para la reproducción en diferentes idiomas y la posibilidad de visualizar la película en formato normal (4:3) o formato panorámico (16:9).

3.5 Distintos formatos de compresión MPEG

¹⁷ Konstantinides, K. Cheng-Tie Chen Ting-Chung Chen Hown Cheng Fure-Ching Jeng. "Design of an MPEG-2 codec , Cirrus Logic". IEEE Signal Processing Magazine, 32 - 41 , Jul 2002 , Volume: 19 Issue: 4 , ISSN: 1053-5888

La evolución de los distintos formatos de compresión ha marcado su difusión en el mercado de consumo y profesional, y la aparición de productos capaces de reproducir imágenes con algún estándar de compresión.

MPEG-1: Establecido en 1991, se diseñó para introducir video en un CD-ROM. Por aquel entonces eran lentos, por lo que la velocidad de transferencia quedaba limitada a 1.5 Mbps y la resolución a 352 x 240 píxeles. La calidad es similar al VHS y se usa para videoconferencias, el formato CD-i. Es capaz de aportar mayor calidad si se le proporciona mayor velocidad.¹⁸

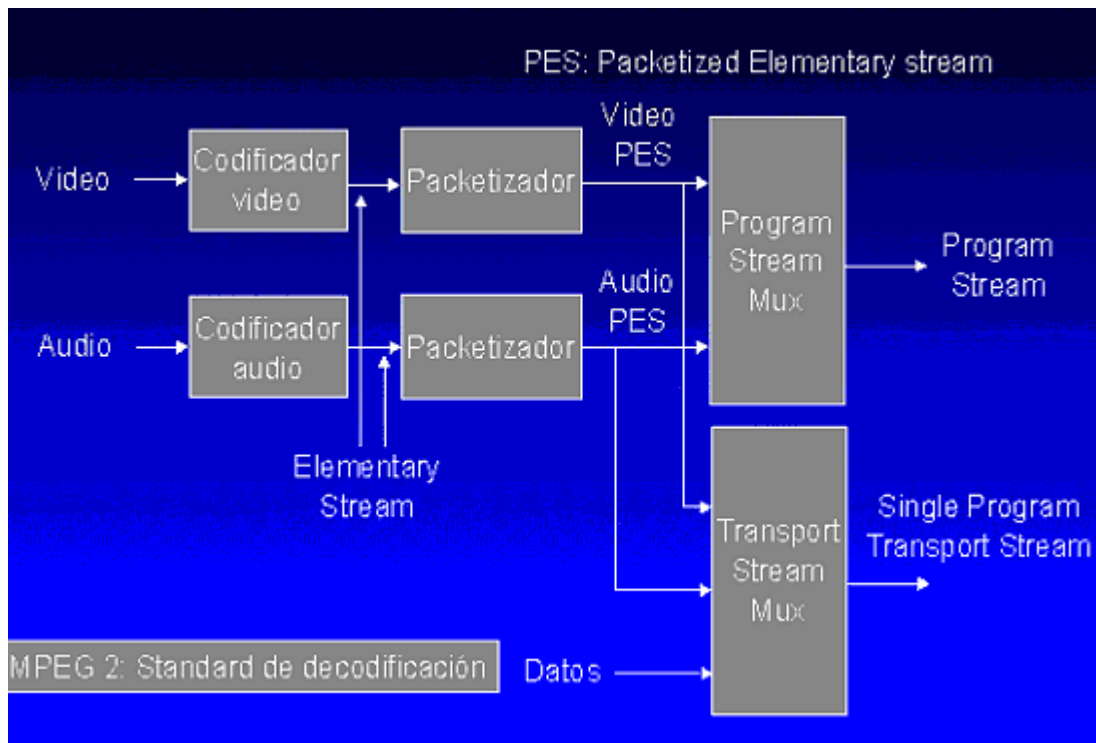
MPEG-2: Establecido en 1994 para ofrecer mayor calidad con mayor ancho de banda (entre 3 y 10 Mbps). En esa banda, proporciona 720 x 486 píxeles de resolución, es decir, calidad TV. Ofrece compatibilidad con MPEG-1.

MPEG-3: Fue una propuesta de estándar para la TV de alta resolución, pero la posibilidad de que MPEG-2 con mayor ancho de banda cumpla las mismas expectativas, se ha abandonado de momento.

MPEG-4: Está en desarrollo. Se trata de un formato de muy bajo ancho de banda y resolución de 176 x 144 píxeles, pensado para videoconferencias sobre Internet. Realmente está evolucionando mucho y hay fantásticos codificadores software que dan una calidad semejante al MPEG-2 pero con mucho menor ancho de banda.

¹⁸ Lauterjung, J. Rohde & Schwarz, Munchen, Germany A measurement system for the test of DVB receivers , Broadcasting Convention, 1995. IBC 95., International , páginas 25 - 28 , Amsterdam, Netherlands , 1995 , ISBN: 0-85296-644-X

Figura 14. Estándares de Codificación



3.6 Formatos de compresión

Para que una secuencia de vídeo se represente en tiempo real, debe incluir una media de 20 a 30 fps (en televisión se emplean 25). Suponiendo que se quieren grabar 30 segundos de emisión se necesitarán 750 *frames* de unos 55 Kbytes cada uno para representar dicha secuencia en una ventana de 220 x 250 píxeles a 256 colores.

Si se realizan los cálculos ($750 \times 55 / 1024$), se verá que son necesarios unos 40 Mbytes de espacio en el disco duro para almacenar la secuencia, y eso sin tener en cuenta el sonido. Debido a esto, cualquier sistema de compresión se hace especialmente importante y necesario.¹⁹

¹⁹ Neale, J. . "Symposium on future satellite communications for global IP and ATM networking market trends and technological developments for DVB-RCS , - Space & Electron. Group, EMS Technol. Canada Ltd., Ste-Anne-de-Bellevue, Que., Canada" , Global Telecommunications Conference, 2001. GLOBECOM '01. IEEE, Páginas 2789 - 2791 vol.4 , 25-29 Nov. 2001 , San Antonio, TX, USA , 2001 , Volume: 4 , ISBN: 0-7803-7206-9

El programa controlador que comprime y descomprime un archivo de vídeo se denomina *codec*, término compuesto derivado de la expresión inglesa *compressor/decompressor*. Todos los *codecs* usan técnicas con pérdidas para comprimir los archivos. Esto significa que cada *codec* sacrifica la imagen original, en mayor o menor grado, para reducir el tamaño del archivo.

Los comités internacionales de estándares han desarrollado varias técnicas genéricas de compresión, siendo las siguientes las dos más importantes:

JPEG (Joint Photographic Experts Group). Tiene dos variantes:

JPEG estándar. Sistema de compresión fotográfico (para imágenes estáticas) que funciona dentro del grupo de sistemas de compresión LOSSY (sistemas de compresión con pérdidas, aunque las pérdidas que se producen son mínimas).

JPEG de movimiento. Es una versión modificada del sistema de compresión estándar que calcula las diferencias existentes entre dos fotogramas consecutivos en lugar de almacenar cada fotograma por separado.

3.7 Compresión de video en el estándar MPEG-2 (aplicaciones broadcast)

MPEG-2 puede describirse como una "caja de herramientas" de compresión más compleja que MPEG-1, por lo tanto, también puede ser considerada como una unidad superior: en efecto, toma todas las herramientas anteriores y le añade otras. Además, la norma prevé la compatibilidad ascendente, lo que significa que un decodificador MPEG-2 deberá decodificar trenes binarios elementales de la norma MPEG-1.²⁰

3.7.1 Perfiles y niveles MPEG-2

²⁰ Maveddat, P. Boray, G. Homayoun, F. "Advanced return channel system architecture for broadband multimedia communications via satellite, Nortel Networks, Richardson, TX, USA ". Global Telecommunications Conference, 1999. GLOBECOM '99, páginas 1103 - 1108 vol.2 , 5-9 Dec. 1999 Rio de Janeiro, Brazil , 1999 , Volume: 2 , ISBN: 0-7803-5796-5

MPEG-2 se puede utilizar en un vasto rango de aplicaciones, requiriendo diferentes grados de complejidad y desempeño.

Para un propósito práctico el estándar MPEG-2 es dividido en perfiles y cada perfil es subdividido en niveles (Ver la gráfica 2). Un perfil es básicamente el grado de complejidad esperada en la codificación, mientras que un nivel describe el tamaño de la imagen, la resolución de esta o la velocidad de transferencia de bits usada en ese perfil. En principio, hay 24 combinaciones posibles, pero no todas están definidas. Un codificador MPEG cuando entrega un perfil y un nivel determinado, debe además ser capaz de decodificarlo a perfiles y niveles inferiores.

Tabla 4. Niveles y perfiles de MPEG-2

		PERFILES					
		Simple	Principal	4:2:2	SNR	Espacial	Alto
NIVELES	Alto		4:2:0 1920 x 1152 80Mb/s				4:2:0 o 4:2:2 1920 x 1152 100Mb/s
	Alto 1440		4:2:0 1440 x 1152 60Mb/s			4:2:0 1440 x 1152 60Mb/s	4:2:0 o 4:2:2 1440 x 1152 80Mb/s
	Principal	4:2:0 720 x 576 15Mb/s Sin B	4:2:0 720 x 576 15Mb/s	4:2:2 720 x 608 50Mb/s	4:2:0 720 x 576 15Mb/s		4:2:0 o 4:2:2 720 x 576 20 Mb/s
	Bajo		4:2:0 352 x 288 4Mb/s		4:2:0 352 x 288 4Mb/s		

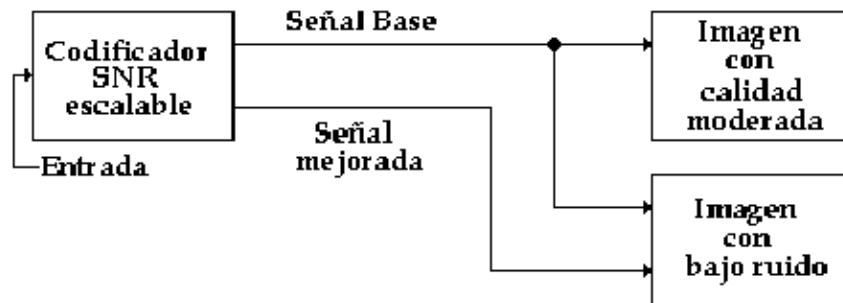
Un perfil simple no soporta una codificación bidireccional y de este modo solo genera imágenes I y P. Esto reduce la tasa de compresión simplificando el codificador y el decodificador; permitiendo un sencillo hardware. Un perfil simple solamente está definido en el nivel main (principal) como (SP@ML). El perfil main (principal) corresponde actualmente al mejor compromiso entre calidad/tasa de compresión, utilizando los tres tipos de imágenes (I, P y B), a costa de un codificador y decodificador, más complejos.

Los perfiles escalables (código jerárquico) están previstos para operaciones posteriores y permitirán transmitir una imagen básica (base layer) en términos de resolución espacial (spatially scalable profile) o de cuantificación (SNR scalable profile), así como información suplementaria independiente (enhanced layer) que permite mejorar sus características, por ejemplo para transmitir la misma emisión en definición estándar y HD (High Definition), o permitir una recepción con calidad aceptable en caso de recepción difícil y de calidad óptima en buenas condiciones (por ejemplo, para la televisión digital terrestre).

La Figura 15 muestra un codificador MPEG convencional, con coeficientes de cuantificación de elevado peso; que al codificar una imagen la genera con una moderada razón señal a ruido. Después esta imagen al ser decodificada y sustraída de la imagen original pixel a pixel da como resultado una imagen de "ruido de cuantificación". Esta imagen puede ser comprimida y transmitida como

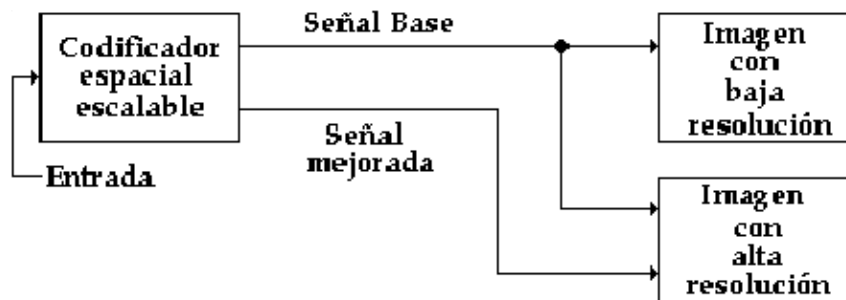
una imagen de ayuda. Un simple decodificador solo decodifica la imagen principal, con un flujo de bits con ruido de cuantificación, pero un decodificador más complejo puede decodificar ambas imágenes con diferentes flujos de bits y combinarlos para producir una imagen con bajo ruido. Este es el principio del perfil SNR escalable.

Figura 15. Codificación Escalable SNR



Como otra alternativa, la Figura 16 muestra que por solo codificar las frecuencias espaciales bajas en imágenes HDTV, parte del flujo de bits puede ser reconstruido por un receptor con codificador para SDTV (Standard Definition Television). Si una imagen de baja definición es localmente decodificada y sustraída de la imagen original, se produce entonces una imagen de "realce de definición", esta imagen puede ser codificada en una señal de ayuda. Un decodificador de forma conveniente podría combinar las señales principales y de ayuda para recrear la imagen HDTV. Este es el principio del perfil de escalabilidad espacial.

Figura 16. Codificador espacial escalable



El perfil high (alto) soporta tanto el SNR y la escalabilidad espacial como también la opción de muestreo 4:2:2. El perfil 4:2:2 se ha desarrollado para proveer compatibilidad con los equipos de producción digital de televisión

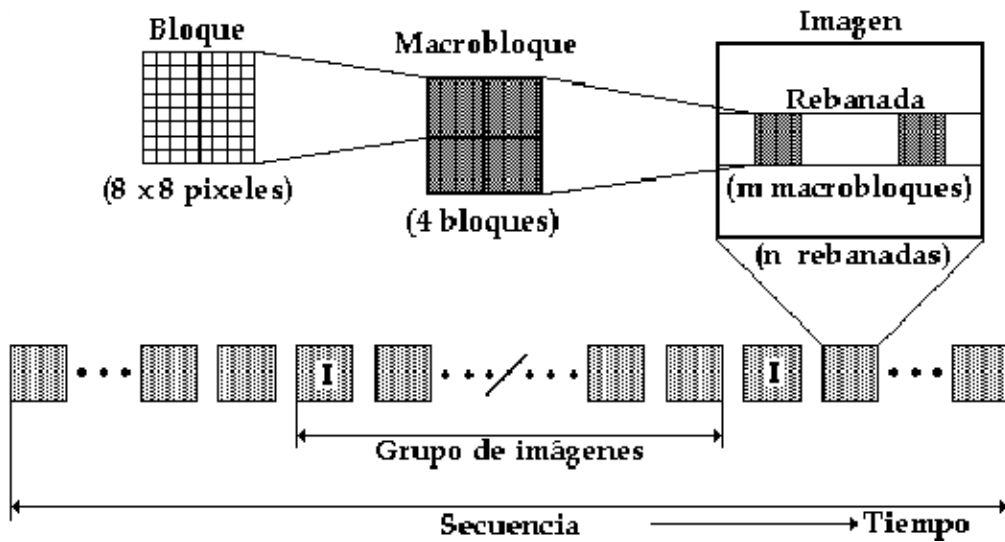
existentes. Este perfil admite trabajar con 4:2:2 sin requerir una complejidad adicional si se usa en el perfil high. Por ejemplo, un decodificador HP@ML debe soportar escalabilidad SNR que no es requerida en la producción de televisión digital. El perfil 4:2:2 tiene la misma libertad de escoger su estructura de GOP como en otros perfiles, pero en la práctica este usa comúnmente GOPs cortos de edición sencilla. La operación 4:2:2 requiere una mayor velocidad en la transmisión del bit que una operación 4:2:0, y el uso de pequeños GOPs requiere también de mayores velocidades de transferencia de bits para proporcionar calidad en sus imágenes.

- El nivel low (bajo) corresponde a la resolución SIF utilizada en el MPEG-1.
- El nivel main (principal) corresponde a la resolución 4:2:0 "normal" (de hasta 720 píxeles x 576 líneas).
- El nivel high-1440 (alto-1440) está destinado a la HDTV (de hasta 1440 píxeles x 1152 líneas).
- El nivel high (alto) está optimizado para la HDTV (de hasta 1920 píxeles x 1152 líneas).

Según el compromiso de calidad/flujo de bits perseguido y la naturaleza de las imágenes, el flujo de bits estará comprendido entre los 4 Mbits/s (calidad equivalente a la de una imagen codificada en PAL o SECAM) y los 9 Mbits/s (calidad próxima a la de una imagen de estudio CC1R-601).

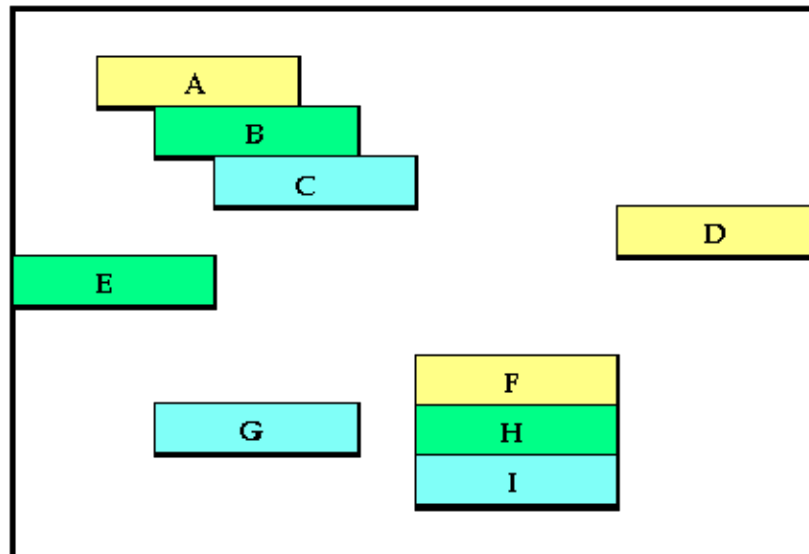
Todo el proceso de codificación de las imágenes animadas descrito en el capítulo anterior para MPEG-1 se aplica a MPEG-2 (MP@ML), especialmente la jerarquía de capas (desde el bloque hasta la secuencia de la Figura 17).

Figura 17. Jerarquía de Capas de la Secuencia



MPEG-2 no necesariamente abarcan toda la imagen, y además deben estar compuestas únicamente de macrobloques contiguos situados en la misma línea horizontal. Ver Figura 18.

Figura 18. Rebanadas (slices) en MPEG-2



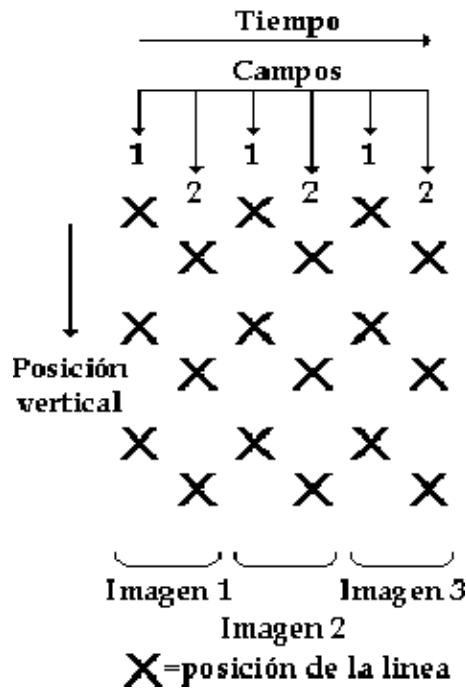
La principal novedad con respecto a MPEG-1, además de los perfiles y niveles, provienen del tratamiento de las imágenes entrelazadas.

3.8 Modos de predicción específicos en MPEG-2 (imágenes entrelazadas)

Dependiendo del trabajo a realizar, estas pueden ser tratadas de manera diferente según la importancia de los movimientos entre los dos campos de una misma imagen (los casos extremos son, por un lado, cuando se transmiten películas cinematográficas por televisión "telecine" donde no hay movimiento entre los dos campos de TV, puesto que proceden de la exploración del mismo fotograma de la película, y por otro lado, las imágenes de video de acontecimientos deportivos, donde puede haber importantes movimientos entre los dos campos de una imagen).

La Figura 19 representa la secuencia temporal de la posición vertical de las líneas de los campos sucesivos en un sistema entrelazado.

Figura 19. Posición de líneas de campos sucesivos en un sistema entrelazado

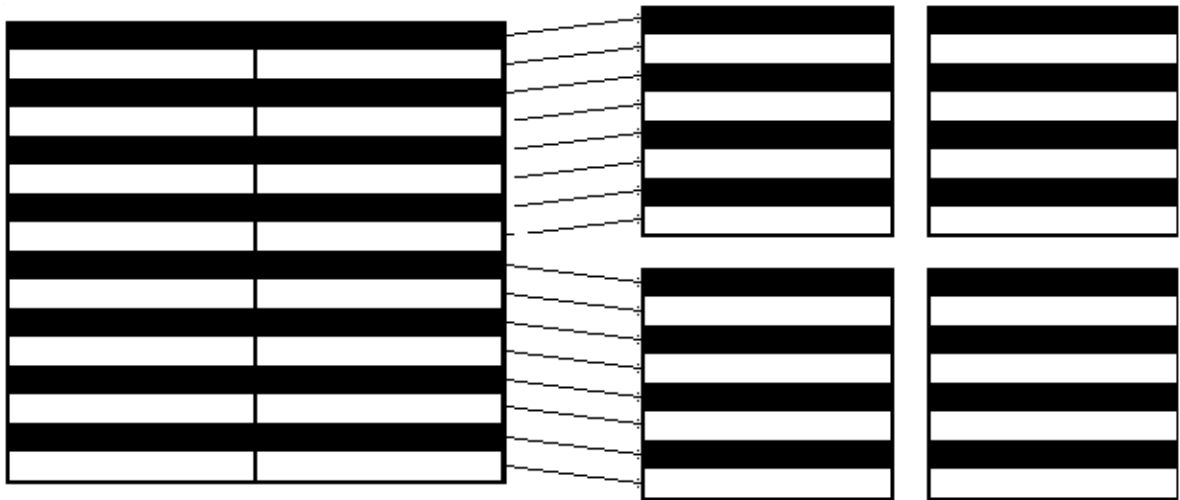


Para la codificación Intra de las imágenes entrelazadas, MPEG-2 permite elegir entre dos estructuras de imágenes llamadas frame (estructura "imagen") o field (estructura "campo").

3.8.1 Estructura de la trama (frame)²¹

También llamada "progresiva", es apropiada para los casos donde hay poco movimiento entre dos campos sucesivos. Los bloques y macrobloques se dividen en la imagen completa (Ver Figura.20), y la DCT se efectúa, sobre puntos verticales que distan 20 ms en el tiempo, lo que no plantea problemas si los dos campos difieren poco.

Figura 20. División de los macrobloques en bloques en modo imagen (frame)



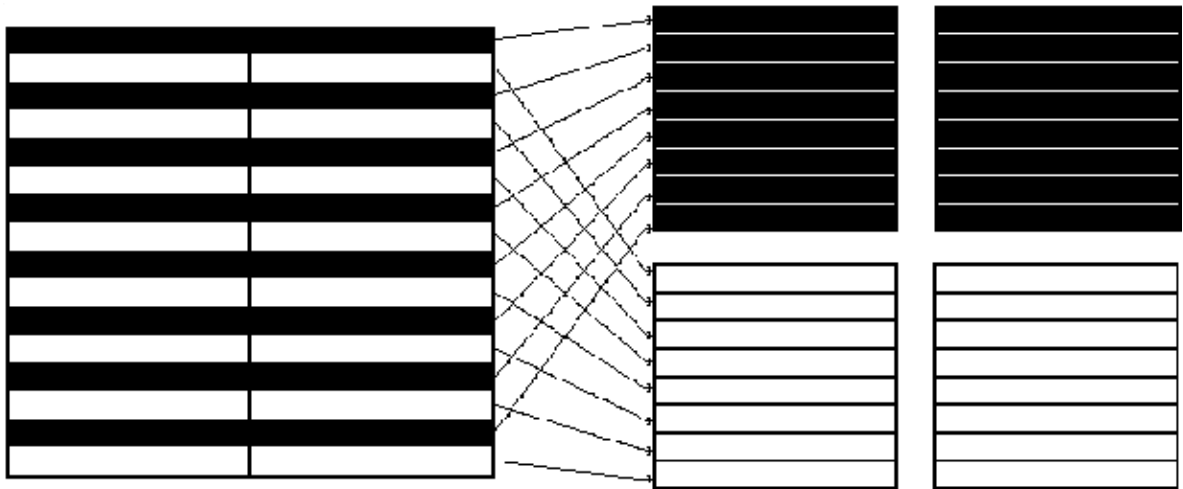
En este caso, siempre es posible codificar los bloques de mayor animación en modo inter-campo, es decir, dividiéndoles en un campo.

3.8.2 La estructura del campo "field".

²¹ Mitchell, Joan L. Mpeg Video : Compression Standard (Digital Multimedia Standards Series) . Joan L. Mitchell (Editor), 1996.

También llamada "entrelazada", es preferible cuando el movimiento de un campo a otro es importante. En este caso, a fin de evitar un contenido en frecuencias verticales elevadas que reduciría la eficacia de la compresión tras efectuar la DTC, la división de los macrobloques se hace considerando cada uno de los campos como una imagen independiente en el interior del cual se toman los bloques. Ver Figura 21.

Figura 21. División de los macrobloques en bloques en modo campo (field)



En cuanto a la estimación de movimiento, también hay varios modos previstos: Un macrobloque puede predecirse en modo "imagen", "campo" o "mixto"

El Modo "Frame"

Un macrobloque formado en el campo impar sirve para predecir el bloque correspondiente del próximo campo impar, y lo mismo para los bloques del campo par, por tanto, la predicción se hace sobre un tiempo de 40 ms (2 campos).

El Modo "Field"

La predicción de un bloque se efectúa a partir de un bloque del campo anterior, entonces aquí, los vectores de movimiento corresponden a un tiempo de 20ms.

El Modo "mixto"

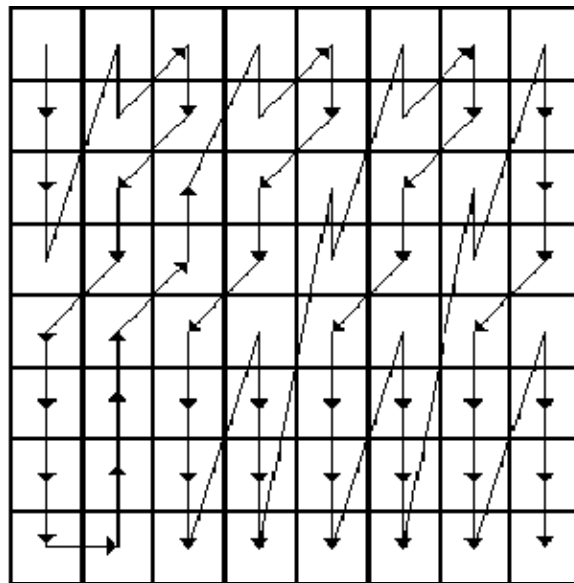
Los bloques se predicen a partir de dos bloques que corresponden a dos campos

3.9 Scanning (Exploración)

Después de realizar la DTC a un bloque de 8x8 pixeles, se nota que generalmente los coeficientes más significativos de la DTC se encuentran en la parte superior izquierda de la matriz. Una vez evaluados, los coeficientes de menor valor pueden ser redondeados a cero. Permitiendo de este modo, una transmisión de datos más eficiente, debido a que los coeficientes no-cero son enviados primero, seguido de un código el cual indica que todos los demás números son ceros.

La exploración es una técnica que aumenta la probabilidad de alcanzar este resultado, porque ella envía los coeficientes en orden descendente según su probabilidad. La Figura 22 muestra que en un sistema no-entrelazado, la probabilidad de hallar coeficientes de mayor peso es más alta en la parte superior izquierda que en la parte inferior derecha. Aquí una exploración en forma diagonal a 45° es la que se denomina una exploración en zig-zag, la cual es la mejor secuencia para emplear en este caso.

Figura 22. Exploración clásica o en zig-zag, normalmente para cuadros frames



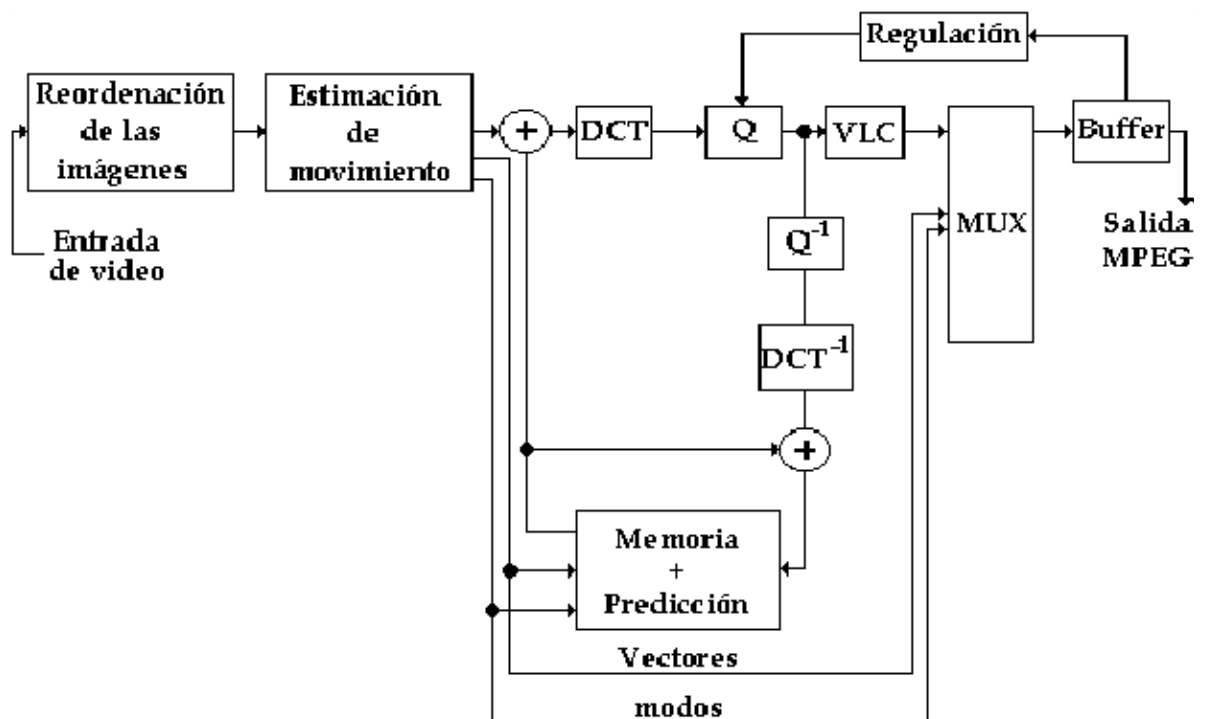
La exploración para una fuente entrelazada, se extiende dos veces más por encima del área vertical, de este modo se pueden conseguir más detalles acerca de la imagen. Las frecuencias verticales aparecen dos veces más que las frecuencias horizontales. Por tanto, la exploración ideal para una imagen entrelazada será sobre una diagonal de 67.5° . La Figura 22 muestra que esta forma de exploración, entrega primero las frecuencias espaciales verticales y luego las frecuencias espaciales horizontales.

3.10 Descripción del proceso de codificación MPEG-2

Al igual que MPEG-1, la norma no define explícitamente el método de codificación, sino únicamente la sintaxis que controla el tren binario a la salida del codificador, lo cual deja gran libertad a su diseñador.

El esquema de bloques MPEG-1, también se aplica al codificador MPEG-2. Ver Figura 23.

Figura 23. Esquema simplificado del codificador MPEG-2



A partir de la imagen digitalizada en formato 4:2:0 (caso del main profile), el codificador elige para cada imagen su tipo (I, P o B) y si esta debe ser codificada

en modo frame (imagen) o field (campo). El codificador a continuación debe estimar los vectores de movimiento para cada macrobloque de 16x16 píxeles. El número de vectores depende del tipo de imagen y del modo de codificación escogido para cada bloque.²²

En el caso más general, donde el codificador es capaz de generar imágenes B (bidireccionales), deberá reordenar las imágenes antes de la codificación y la transmisión.

La unidad básica de codificación es el macrobloque, compuesto por 4 bloques de luminancia de 8x8 píxeles y (en el caso del formato 4:2:0) de 2 bloques de crominancia (un Cr y un Cb) de 8x8 píxeles que abarcan la misma zona de la imagen. Todos los macrobloques de la imagen se codifican secuencialmente de izquierda a derecha y de arriba abajo, eligiéndose un modo de codificación independiente para cada uno de ellos.

Una vez que se ha elegido el modo de codificación, la predicción con compensación de movimiento del contenido del bloque se hace a partir de la imagen de referencia (I o P) pasada (caso de las imágenes P) y eventualmente futura (caso de las imágenes B). La predicción se elimina de los datos reales del macrobloque, lo que da la señal de error de predicción.

En una imagen con estructura frame, el codificador deberá elegir entre efectuar la DTC en modo frame o field. Esto depende principalmente de la amplitud del movimiento entre los campos de la imagen.

La señal de error se separa inmediatamente en bloques de 8x8, a los que se aplica la DTC. Cada bloque de coeficientes resultante se cuantifica y barre en zig-zag para formar una serie de coeficientes. Seguidamente, se codifica la información auxiliar necesaria para que el decodificador pueda reconstruir el bloque (modo de codificación, vectores de movimiento, entre otros.), codificando los coeficientes cuantificados con ayuda de una tabla VLC (codificación Huffman).

²² Hernandez, G. " IP services over satellite platforms". Multimedia Services and Digital Television by Satellite (Ref. No. 1999/111), IEE Colloquium on, páginas 4/1 - 4/5 , 22 Oct. 1999 , London, UK , 1999

La unidad de control de flujo supervisa el estado de ocupación de la memoria intermedia de salida, utilizando esta información como retorno para controlar el número de bits que el codificador generará para los bloques siguientes, jugando principalmente con los coeficientes de cuantificación. Se obtiene entonces a la salida del codificador un tren binario completo, ya utilizable para un decodificador.

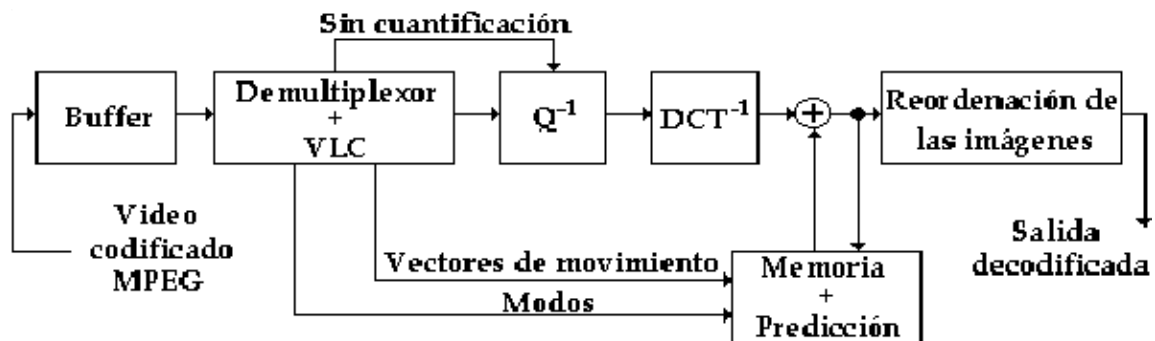
Para aumentar la calidad de la imagen decodificada, el propio codificador almacena y decodifica (decuantificación de los coeficientes después de la DTC inversa) las imágenes I y P, como referencia para reconstruir otras imágenes obtenidas por predicción con compensación de movimiento en el decodificador, y calcula una señal de error que se añade a la señal de predicción.

3.11 Descripción del proceso de decodificación MPEG-2

Como ya se ha dicho, la decodificación es más sencilla que la codificación, ya que no tiene que efectuar alguna estimación de movimiento, que es una de las partes más complejas del codificador.

El esquema de bloques del decodificador de la Figura 24 es el que se va a analizar para MPEG-2.

Figura 24. Esquema simplificado del codificador MPEG-2



La memoria intermedia (buffer) de entrada recibe los datos del canal de transmisión, y el decodificador lee el tren binario hasta encontrar el principio de una imagen, su tipo (I, P o B) y su estructura (frame o field).

Empieza la decodificación con la primera imagen I, almacenándola en su memoria, así como la imagen P siguiente, para servir de referencia a las imágenes P o B que dependen de ella.

Para las imágenes I, la decodificación propiamente dicha consiste en aplicar a cada bloque la decodificación VLC, la de cuantificación de los coeficientes y la transformación DTC inversa.

Para las imágenes P o B, este proceso consiste en construir la predicción de cada macrobloque a partir de su tipo, de los vectores de movimiento y de las imágenes de referencia memorizadas. El decodificador lee, decodifica y decuantifica los coeficientes DTC del error de predicción transmitido para cada bloque de 8x8 pixeles, y_i , después de la transformada DTC inversa, añade el resultado a la predicción.²³

La reconstrucción de la imagen se efectúa cuando todos los macrobloques han sido tratados.

La última etapa de la decodificación es poner las imágenes en el orden inicial de visualización.

Como se vio anteriormente, la necesidad de memoria para el decodificador es de unas 3 imágenes (dos imágenes de referencia más la imagen en vía de reconstrucción), siendo para una imagen 4:2:0, de aproximadamente 16 Mbits.

3.12 Constitución del paquete de transporte MPEG-2

Un paquete "transport" de 188 bytes se compone de una cabecera de paquete (packet header), de 4 bytes y de una "carga útil" (payload) de 184 bytes como máximo, eventualmente precedida de un campo de adaptación (adaptation field). La "carga útil" está formada por paquetes de trenes elementales (Packetized Elementary Stream, PES) que componen los programas de televisión transmitidos por el canal, así como cierto número de datos auxiliares que permiten al codificador no perderse por el tren de transporte MPEG-2.

²³ Watkinson, John. Mpeg Handbook . McGrawhill. 2000

Figura 25. Constitución del paquete transporte(caso general)

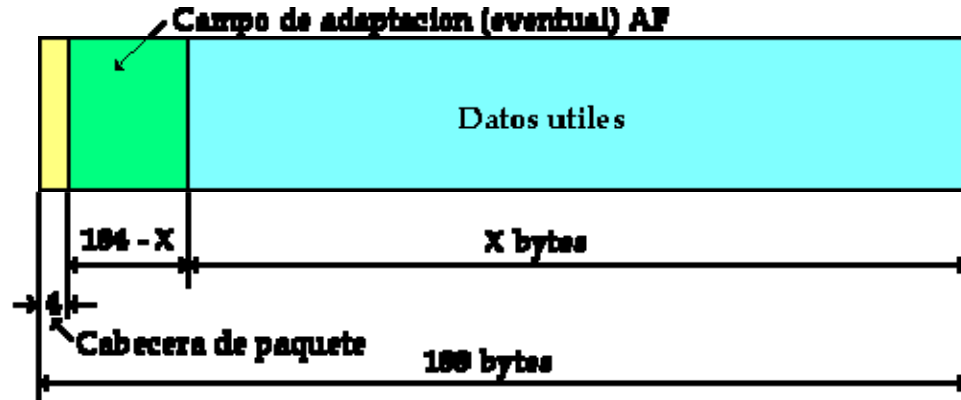


Figura 26. Detalle de la cabecera del paquete de Transporte

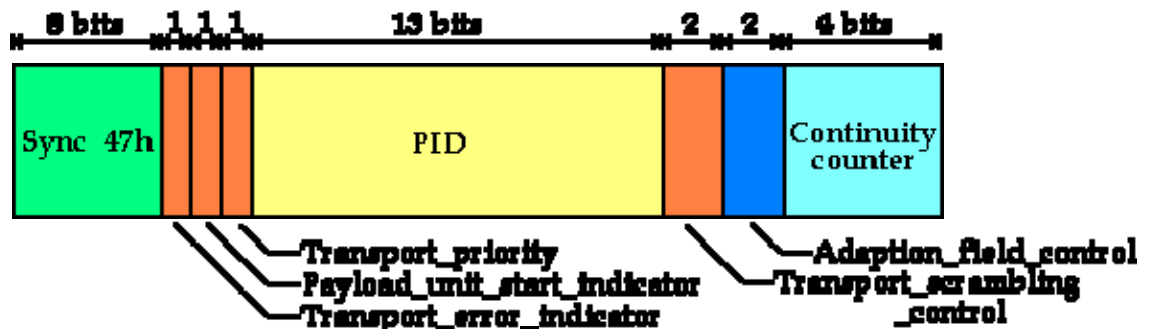


Figura 27. Estructura completa de un paquete de transporte

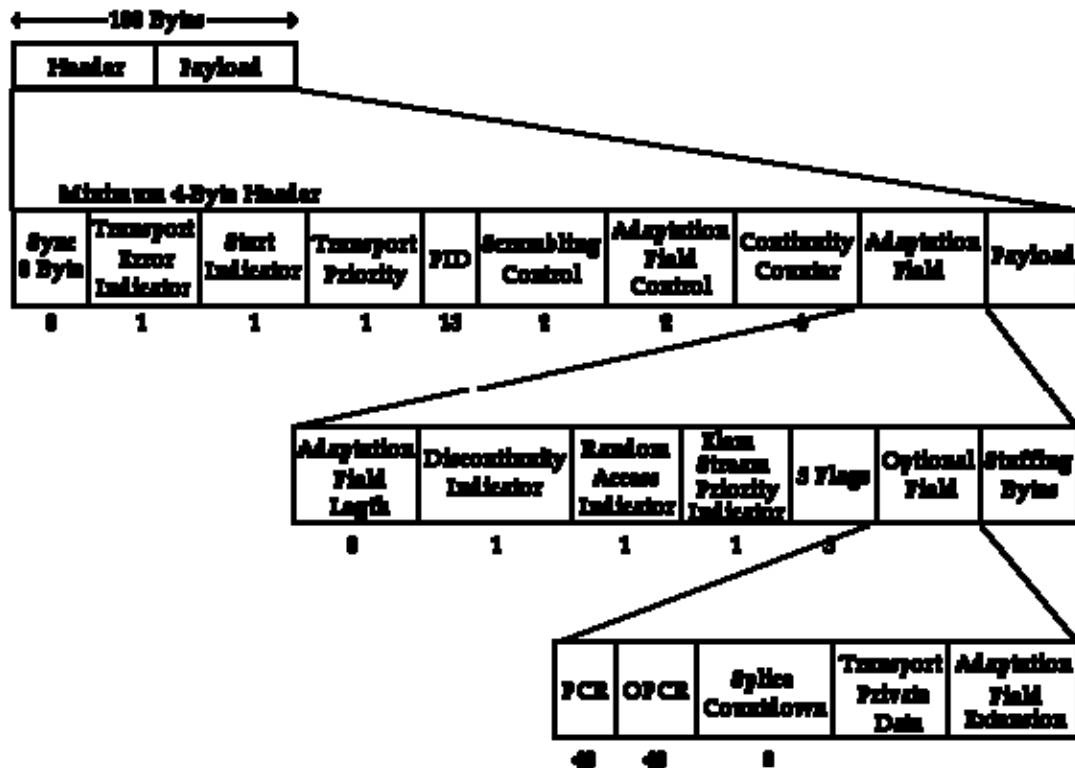


Tabla 5. Estructura de una cabecera de paquete de transporte MPEG-2

Campo	Definición (comentario)	N° de bits
sync_byte	byte de sincronización 1000 0111 (47 hex)	8
ei	transport_error_indicator (indica un error detectado mas atrás)	1
pusi	payload_unit_start_indicator (inicio de PES en el paquete)	1
tpr	transport_priority (indicador de prioridad)	1
PID	Packet IDentifier (identificación del paquete)	13
scr_flags	transport_scrambling_flags (tipo de cifrado de transporte)	2
af	adaptation_field_flag (campo de adaptación en el paquete)	1

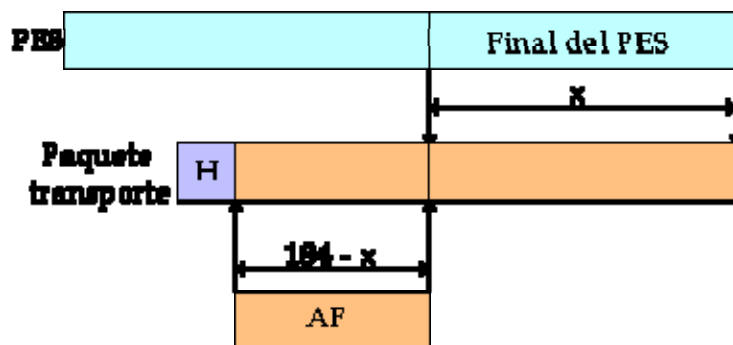
pf	payload_flag (datos útiles en el paquete)	1
Cc	continuity_counter (contador de continuidad entre trozos)	4

La norma ISO/IEC 13818-1 especifica que un paquete de transporte dado sólo puede transportar datos procedentes de un sólo paquete PES, y que un paquete PES empieza obligatoriamente al principio de un paquete de transporte y se termina obligatoriamente al final de un paquete de transporte.

Debido a la longitud mucho más pequeña de los paquetes de transporte (184 bytes útiles) con respecto a los paquetes PES (por ejemplo, 2048 bytes), estos últimos deberán ser, pues, divididos en trozos de 184 bytes.

Como la longitud de los paquetes PES en general no es múltiplo de 184 bytes, el último paquete de transporte de un paquete PES deberá empezar por un campo de adaptación (Adaptation Field, AF), cuya longitud será el complemento a 184 del número de bytes que queden por transmitir para terminar este último paquete PES, como se muestra en la Figura 28.

Figura 28. Constitución del último paquete de transporte de un PES



Además de esta función de relleno, el campo de adaptación se utilizará también para la transmisión del reloj de referencia del programa (Program Clock Reference, PCR), cuya cadencia de repetición mínima es de 10 por segundo, así como diversos tipos de datos opcionales.

Un paquete de transporte eventualmente podrá estar constituido únicamente por un campo de adaptación, de 184 bytes en este caso concreto (transporte de datos privados, PCR, entre otros.).

La Figura 29 ilustra el formato general del campo de adaptación, cuyo contenido se especifica en la Tabla 6.

Figura 29. Detalle del campo de adaptación

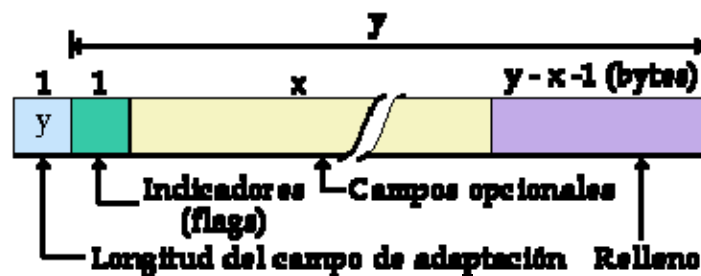


Tabla 6. Constitución del campo de adaptación MPEG-2

Campo	Definición	N ^o de bits
adaptation_field_length	longitud total en bytes, menos 1 (y)	8
Flags	marcadores que indican la información transportada	8
optional_fields	campos opcionales de datos (x bytes)	
Stuffing	campo de relleno ($y-1-x$ bytes de valor FF hex)	

3.13 Organización del múltiplex de transporte

Como ya se ha visto, un múltiplex de transporte MPEG-2 puede transportar varios programas, cada uno compuesto por uno o varios trenes elementales de paquetes (PES).

A fin de que el decodificador pueda orientarse dentro de esta variedad de paquetes, MPEG-2 define cuatros tipos de tablas, que juntas constituyen la información específica de los programas (Program Specific Information, PSI).

Program association table (PAT). Esta tabla, cuya presencia es obligatoria, es transportada por los paquetes cuyo indicador lleve el número 0 (PID= 0x0000). Su función es la de indicar, para cada programa transportado por el múltiplex de transporte, la relación entre el número de programa (de 0 a 65535) y el PID de los paquetes que transportan una tabla que indica los datos que identifican el programa (Program Map Table, PMT). La PAT siempre se transmite "de forma clara", aunque todos los programas estén cifrados.

Program map table (PMT). Existe una tabla presente por cada programa en el múltiplex. Principalmente indica (sin cifrar) los PID de los trenes elementales que constituyen el programa y, opcionalmente puede ser cifrada.

Puede ser transportada por paquetes de PID arbitraria, definidos por el emisor en la PAT (excepto 0x0000 y 0x0001).

Conditional access table (CAT). Esta tabla debe estar presente a partir del momento en que al menos un programa sea de acceso condicional.

Se transporta por los paquetes de PID=0x0001 e indica los PID de los paquetes que transportan los EMM por uno o varios sistemas de control de acceso (una de las informaciones necesarias para el descifrado de los programas de acceso condicional)

La norma MPEG-2 prevé la posibilidad de añadir informaciones complementarias opcionales (DVB-SI, Service Information) que permiten que el receptor se configure automáticamente, al tiempo que ofrece al usuario la posibilidad de "navegar" entre los numerosos servicios que se ofrecen.

3.14 Demultiplexacion MPEG-2

Las siguientes son las principales etapas que hay que seguir para encontrar un programa o servicio en un múltiplex de transporte MPEG-2, una vez que el múltiplex ha sido capturado (sintonizado en un canal).

A partir de la captura (sincronización) de un nuevo canal:

- Filtrar el PID 0 para capturar los paquetes que transportan las secciones PAT.
- Construir la tabla de asociación de programas (PAT) a partir de las secciones.
- Presentar el menú de programas disponibles al usuario.

Después de elegir el programa:

- Filtrar los PID correspondientes a este programa
- Construir la tabla de programa a partir de las secciones correspondientes
- Filtrar el paquete indicado por el campo PCR -PID; recuperar el PCR y sincronizar el reloj del sistema STC
- Si hay varios PID de audio o video para este programa, presentar las opciones al usuario.

Una vez hecha esta nueva elección.

- Filtrar los PID correspondientes; puede empezar la decodificación propiamente dicha.

La parte visible por el usuario de este proceso es la presentación interactiva de la "guía electrónica de programa" (Electronic Program Guide, EPG); generalmente asociada a la red por medio de la información proporcionada por las tablas DVB-SI, para permitirle navegar fácilmente por los distintos programas y servicios que se le ofrecen.

Finalmente esta información sirve de base para los cálculos a realizar en el enlace satelital del proyecto de la Unab, especialmente en la determinación de la tasa de bit y el cálculo del ancho de banda requerido para el transporte de las tramas de DVB.

CAPÍTULO 4

4. TECNOLOGÍAS DE TRANSMISIÓN DE VIDEO SATELITAL

En este capítulo se analizan cada una de las variables para la transmisión de vídeo satelital: Con estos datos se realizaron los cálculos con el software Satmaster versión 5.7 para determinar los siguientes parámetros,

Ubicación de la Estación transmisora:	Bucaramanga
Banda :	C y Ku
Up-link en Banda C	6 Ghz
Down-link en Banda C	4 Ghz
Up-link en Banda Ku	14 Ghz
Down-link en Banda Ku	12 Ghz

Ubicación de las estaciones receptora de referencia:

Colombia Bogotá.
Venezuela Caracas
Perú Lima
Ecuador Quito

Se toma como referencia los anteriores puntos para comparar los resultados y concluir si la configuración de las estaciones receptoras cumple con los parámetros de calidad establecidos.

Satélites a calcular	Satmex 5	116.8° E.
	PAS 3R	43° E

Los satélites escogidos están sobre el océano Pacífico y Atlántico respectivamente cubriendo dos ángulos diferentes.

Anchura de la Banda del Transpondedor	36 Mhz (C y Ku) para ambos satélites.
Velocidad de información	1, 1.5 y 2 Mbps
Modulación	QPSK
Tasa de codificación (índice de modulación)	0.5
Factor de Roll off	0.35

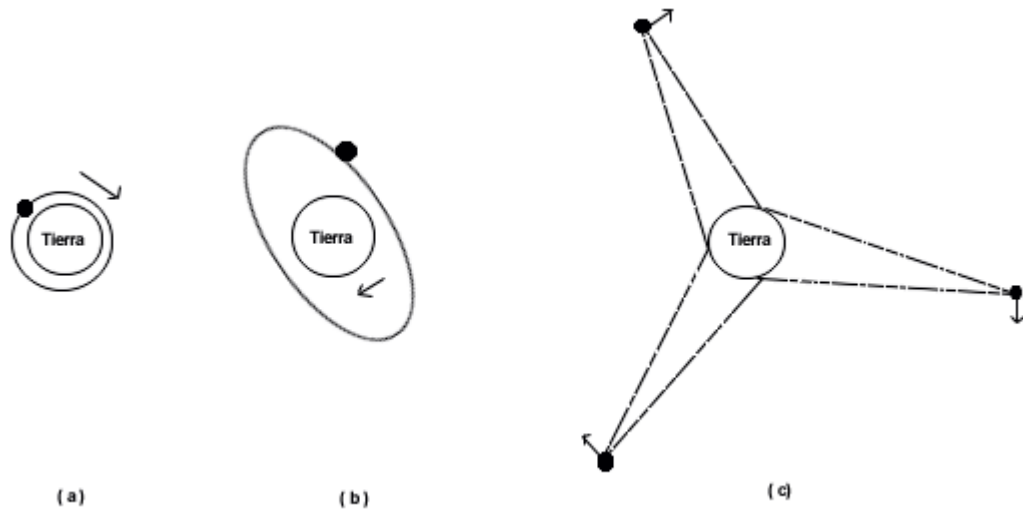
La revisión bibliográfica acerca de los sistemas de transmisión satelital y la orbita geoestacionaria, permitirá definir los modelos matemáticos para el cálculo final.

4.1 Características generales de los satélites

4.4.1 Las órbitas de los satélites

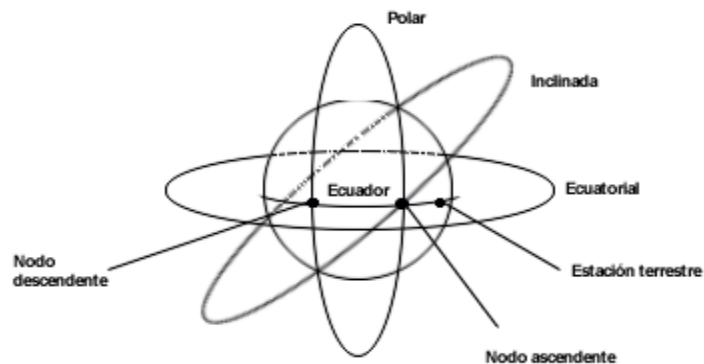
El proyecto se plantea con sistemas geoestacionarios, razón por la cual se considera necesaria una breve introducción a las órbitas geoestacionarias. La figura 30 muestra los diferentes tipos de órbitas utilizadas por los satélites de acuerdo a su altitud. La figura 31 presenta la posición de acuerdo a los ejes terrestres.

Figura 30. Órbita de satélite



*Figura 30. Órbitas de satélite: (a) baja altitud (órbita circular, 100-300 mi); (b) media altitud (órbita elíptica, 6,000 a 12,000 mi); (c) alta altitud (órbita geosíncrona, 19,000 a 25,000 mi o 36000 Kilómetros).

Figura 31. Tipos de órbitas



4.1.2 Órbita geoestacionaria

Como se mencionó este estudio se enfoca principalmente a los satélites geoestacionarios. La órbita permite a los satélites dar la vuelta a la Tierra en 24 horas; estos satélites permanecen inmóviles encima de una región. Para ello deben cumplir lo siguiente:

- El plano de la órbita debe estar situado al nivel del ecuador, con objeto de que el satélite no derive en latitud.
- La órbita debe ser circular para que la velocidad de satélite sea uniforme.
- El radio de la órbita debe ser de 42.000 Km., es decir, estar a 35.800 Km. de la superficie de la Tierra.

A primera vista parece lógico situar el satélite en la misma longitud que la del país al que sirve. De esta forma se reduce la distancia entre el satélite y el lugar de recepción. En la selección de los satélites se tuvo en cuenta este factor, pero además se consideró la potencia del transponder, la disponibilidad de la banda y la cobertura.²⁴

Por cobertura de un satélite geoestacionario se entiende como la zona terrestre visible que en este caso es de $17,3^\circ$, lo que da $152,7^\circ$ sobre el ecuador. Este ángulo constituye la cobertura mundial del satélite. La zona visible es un cono limitado por radios Tierra-satélite con un ángulo superior a 5° por encima del horizonte, de manera que estén suficientemente protegidos frente a las reflexiones procedentes del suelo y se evite además una trayectoria demasiado extensa en la atmósfera.

En la práctica, todos los satélites utilizan antenas direccionales generadoras de haces en pincel que limitan sus radiaciones a la zona de cobertura deseada. De esta forma, se facilita la protección frente a interferencias y se incrementa la ganancia de la antena del satélite. En el caso de los satélites de televisión destinados a cubrir una zona geográfica bien definida, el ángulo de abertura del haz de la antena puede descender hasta 1° , o incluso menos. Una ventaja obvia es que están disponibles para todas las estaciones de la tierra, dentro de su sombra, 100% de las veces. La sombra de un satélite incluye a todas las estaciones de la tierra que tienen un camino visible a él y están dentro del patrón de radiación de las antenas del satélite. Una desventaja es que a bordo, requieren de dispositivos de propulsión sofisticados y pesados para mantenerlos fijos en una órbita. El tiempo de órbita de un satélite geosíncrono es de 24 horas igual que la tierra.

4.1.3 Ventajas de las órbitas geosíncronas

El satélite permanece casi estacionario, con respecto a una estación terrestre específica. Por lo tanto no requiere de un equipo de rastreo costoso en las estaciones terrestres. No hay necesidad de cambiar de un satélite a otro, cuando

²⁴ Gordan, and Morgan, JohnWiley. Principals of Communications Satellites. 1993.

giran por encima, lo que significa que no hay rupturas en la transmisión por los tiempos de conmutación.

Los satélites geosíncronos de alta altitud pueden cubrir un área de la tierra mucho más grande. Los efectos del cambio de posición Doppler son insignificantes.

4.1.4 Desventajas de las órbitas geosíncronas²⁵

- Las altitudes superiores de los satélites geosíncronos introducen tiempos de propagación más largos. El retardo de propagación del viaje redondo entre dos estaciones terrenas, por medio de un satélite geosíncrono, es de 500 a 600 MS.
- Los satélites geosíncronos requieren de alta potencia de transmisión y receptores más sensibles debido a las distancias más grandes y mayores pérdidas de trayectoria.
- Se necesitan maniobras espaciales de alta precisión para colocar un satélite geosíncrono en órbita y mantenerlo. Además, se requieren los motores de propulsión, a bordo de los satélites, para mantenerlos en sus órbitas respectivas.

Bucaramanga, y en general Colombia se encuentra en una posición ecuatorial privilegiada haciendo posible que la distancia entre el satélite y cualquier sitio sea corta. Para el proyecto se seleccionaron los Satélites Satmex 5 y PAS IR con el fin de realizar los cálculos basado en sus características como son, la potencia, las bandas comerciales ofrecidas, los periodos de vida útil y el cubrimiento de la huella satelital. Las empresas Andesat y RedSat ofrecieron segmentos espaciales sobre los dos satélites igualmente. En la sección siguiente se revisarán los datos técnicos de cada flota.

4.2 Enlaces Satelitales

Los satélites ubicados a 36.000 kilómetros (22,500 millas) encima de la tierra son los encargados de retransmitir la mayor parte de la programación televisiva.

²⁵ Gordan, and Morgan , JohnWiley . Principals of Communications Satellites. 1993 .

Cada satélite está compuesto de "transponders" (unidades de recepción y transmisión independientes).

Existen dos clasificaciones de satélites usados en transmisiones:

- Satélites Banda-C que utilizan frecuencias entre 3,7 y 4,2 GHz y desde 5,9 hasta 6,4 GHz.
- Satélites banda-Ku que utilizan frecuencias entre 10.95 y 12.75 GHz.

El proyecto se realizará teniendo en cuenta la posibilidad de usar la Banda "C" inicialmente y se prevee migrar hacia la Banda Ku.

La propuesta de Banda "C" tienen gran ventaja para la Unab, ya que de acuerdo con los cálculos es posible usar los equipos de la estación terrena transmisora que actualmente posee y que en la gran mayoría de municipios del país existen estaciones terrenas receptoras cuyo costo es muy bajo. Existen en todos los municipios del país antenas en Banda "C" que fueron utilizadas para la recepción de televisión incidental que hacen factible que el proyecto tenga impacto nacional incurrir en grandes inversiones.

Una propuesta adicional en banda Ku se realiza viéndose favorecida porque en dicha banda los platos receptores son más pequeños en banda C y por lo tanto se disminuye el costo a las sedes remotas nuevas. Por otro lado, estas frecuencias son más inmunes a fenómenos de depolarización por efectos de las gotas de lluvia y efectos de la ionosfera. De todas maneras la tecnología DVB en Banda Ku está evolucionando pero en el caso de la Unab le hará incurrir en costos para la estación de Up-link.

4.2.1 Satélites Banda-C y Ku

Antes de continuar se plantean las diferencias básicas entre la transmisión satelital en Banda C y ku.

La Banda-C fue el primer rango de frecuencia satelital utilizado en transmisiones. Comparado con la Banda-Ku, la Banda-C requiere que los platos o parábolas de transmisión y recepción, sean relativamente grandes. Aunque el

tamaño de las antenas parabólicas no es un problema mayor para instalaciones permanentes.

La Banda-C es más confiable bajo condiciones adversas, principalmente lluvia fuerte y granizo. Al mismo tiempo, las frecuencias de banda-C están más congestionadas y son más vulnerables hacia interferencia terrestre. Pero a la Banda Ku, en el cálculo a realizar se le dará un margen de tolerancia (en potencia) que permita aumentar la estabilidad del sistema y disminuir la tasa BER generada por los efectos mencionados.²⁶

4.3 Patrones orbitales

Se analizan los conceptos de patrones orbitales y cálculos necesarios para el proyecto.

Como el objetivo básico es implementar a través un segmento satelital para un enlace punto a multipunto (broadcast) desde la UNAB, sede Bucaramanga con cubrimiento a tanto nacional como internacional, se analizaron 2 diferentes satélites que tenían su haz principal en Colombia y el mayor cubrimiento en toda América, con el fin de que el proyecto educativo no sólo tenga desarrollo en Colombia.

4.3.1 Alternativas satelitales

Satmex, PanAmsat que ofrecen satélites que tienen huellas sobre el territorio seleccionado. A través del software SatMaster se realiza una lista de los posibles satélites que podrían ser usados para el proyecto ver Anexo No.1 y los cálculos de sus órbitas.

²⁶ Maveddat, P. Boray, G. Homayoun, F. "Advanced return channel system architecture for broadband multimedia communications via satellite, Nortel Networks, Richardson, TX, USA ". Global Telecommunications Conference, 1999. GLOBECOM '99, páginas 1103 - 1108 vol.2 , 5-9 Dec. 1999 Rio de Janeiro, Brazil , 1999 , Volume: 2 , ISBN: 0-7803-5796-5

Todos los presupuestos de enlace se realizan con un satélite de cada flota cuyos datos técnicos permiten mayor cobertura, eficiencia tecnológica y especialmente, servicios orientados a la educación a distancia, estos son:

Flota
SatMex

Satélite
Satmex 5

Tabla 7. Datos Técnicos del Satélite Satmex 5.

Satmex 5	36 MHz Banda C	36 MHz Banda Ku
PIRE (dBW) en la orilla de la cobertura	39	Ku 1: 49.0 Ku 2: 46.0
G/T (dB/°K) en la orilla de la cobertura	-2	Ku 1: 0 Ku 2: -1.5
Densidad de flujo a saturación (dBW/m ²)	-93	Ku 1: -93 Ku 2: -95
No. de transpondedores	24	24
Redundancia	30 TWTAs para 24 canales	32 TWTAs para 24 canales
Rango de atenuación de entrada	0 a 15 dB en pasos de 1 dB	0 a 20 dB en pasos de 1 dB
Inicio de operación	Enero de 1999	
Vida estimada de operación	Más de 15 años	

Tabla 8. Datos Técnicos del Satélite PanAmSat PAS-1R

Satellite Name	
Spacecraft Design	Boeing 702
Orbital Location	45 degrees west longitude
Launch Date	November 15, 2000
Launch Vehicle	Ariane 5
End of Life	2015
Polarization	Linear
C-band Payload	36 x 36 MHz - 38, 55 Watt Output
Ku-band Payload	36 x 36 MHz - 125, 140 Watt Output
C-band Frequencies	
Uplink	5.925 - 6.425 GHz
Downlink	3.700 - 4.200 GHz
Ku-band Frequencies	
Uplink	13.750-14.500 GHz
Downlink	10.950-11.200, 11.450-11.950 GHz
Coverage	Americas, Caribbean, Europe, Africa

4.3.2 Ubicación del sitio de transmisión

Toda la programación se originaría desde los estudios del CPA de Televisión de la Universidad Autónoma de Bucaramanga ubicada en la Calle 48 No. 39-234 en Bucaramanga, Colombia.

Tabla 9. Sitios de transmisión

	Ciudad	Latitud	Longitud	Variación	Altitud	Temperatura
1	Bucaramanga	7,13	73,17	6,6	0,9	26
2	Bogotá	4,63	74,08	5,6	2,35	16
3	Caracas	10,58	66,93	11,2	0,9	26,3
4	Lima	-12,1	77,05	-0,2	3	15
5	Quito	-0,23	78,5	1,6	2,81	12

4.3.3 Cobertura de recepción

Para determinar la cobertura de la recepción se tuvo en cuenta que el sistema de Educación virtual, en principio, está desarrollando programas de cobertura regional y nacional, pero tiene proyección a países del área andina y posteriormente alcanzar otras regiones en Latino América.

Por lo tanto se tomarán las capitales de las principales ciudades del área andina y se realizarán los cálculos respectivos.

Figura 32. Satmex 5 Banda "C"

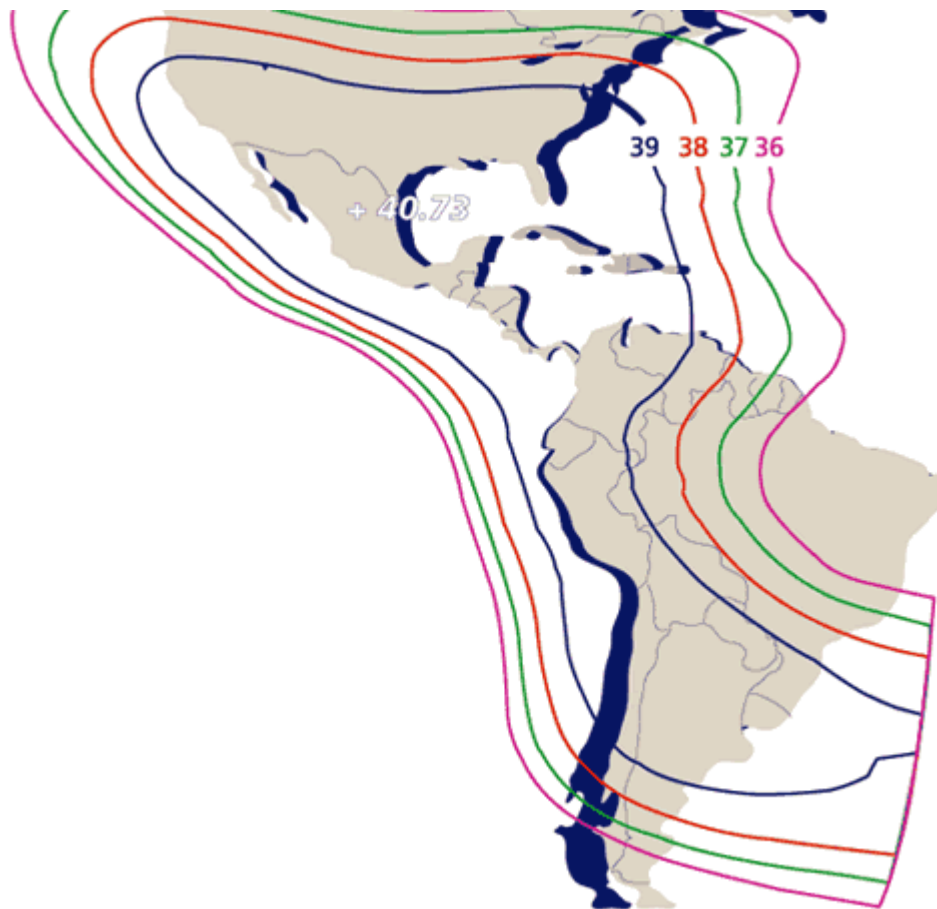


Figura 33. Huella Satelital de SatMex Ku-2

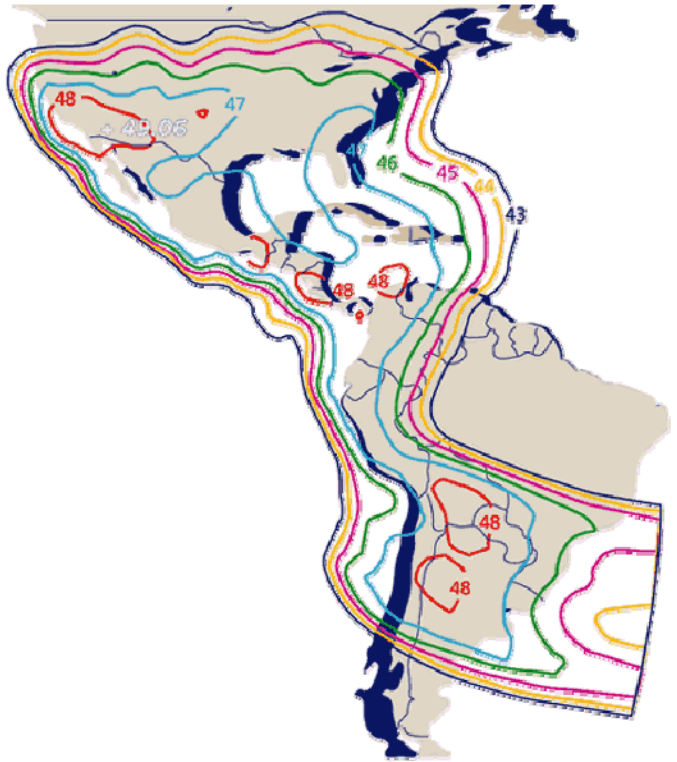


Figura 34. Huella Satelital en banda "C" PAS IIIR

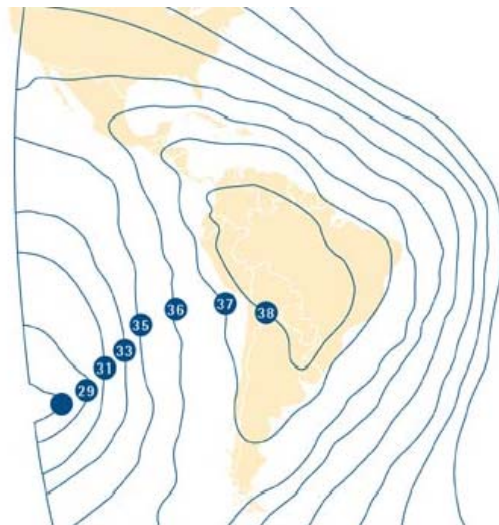


Figura 35. Huella Satelital en banda “Ku” PAS IIR



Como puede observar, en las huellas satelitales con cubrimiento a Sur América tiene poca cobertura en gran parte del Brasil, por lo tanto se tomarán en cuenta entonces los siguientes países y sus respectivas capitales.

Tabla 10. Determinación del PIRE (dbW) para cada satelital

Site/Satélite/Banda	Bogotá	Quito	Lima	Caracas
a Satmex 5 Banda «C»	39	39	38	38
Satmex 5 Banda «Ku»	47	47	45	45
PAS IR Banda «C»	38	38	38	38
Pas IR Banda “Ku”	50	40	40	40

4.4 Ángulos de vista

Para orientar una antena desde una estación terrena hacia un satélite, es necesario conocer el *ángulo de elevación* y *azimut*. Estos se llaman ángulos de vista. Estos datos son requeridos además para determinar el Ruido térmico de los componentes de la antena y la absorción atmosférica.

4.4.1 Ángulo de elevación

El ángulo de elevación es el ángulo formado entre la dirección de viaje de una onda radiada desde una antena de estación terrena y la horizontal, o el ángulo de la antena de la estación terrena entre el satélite y la horizontal. Entre más pequeño sea el ángulo de elevación, mayor será la distancia que una onda propagada debe pasar por la atmósfera de la Tierra. Como con cualquier onda propagada a través de la atmósfera de la Tierra, sufre absorción y, también, puede contaminarse severamente por el ruido. Invariablemente, si el ángulo de elevación es demasiado pequeño y la distancia de la onda que está dentro de la atmósfera de la Tierra es demasiado larga, la onda puede deteriorarse hasta el grado que proporcione una transmisión inadecuada. Generalmente, 5° es considerado como el mínimo ángulo de elevación aceptable.²⁷

4.4.2 Azimut

Azimut se define como el ángulo de apuntamiento horizontal de una antena. Normalmente se mide en una dirección, según las manecillas del reloj, en grados del norte verdadero. El ángulo de elevación y el azimut, dependen ambos, de la latitud de la estación terrena y la longitud de la estación terrena, así como el satélite en órbita. La figura 7 muestra los mismos ángulos en el plano.

²⁷ Roddy, Dennis. *Satellite Communications*, 2nd ed, 1996.

Figura 36. Azimut y ángulo de elevación. "Ángulos de vista"



$$EL = \tan^{-1} \left[\frac{m \cos(A) \cos(B) - 1}{m \left(1 - \cos^2(A) \cos^2(B) \right)} \right] (\text{degrees})$$

$$AZ = 180 + \tan^{-1} \left[\frac{\tan(B)}{\sin(A)} \right] (\text{degrees})$$

4.5 Asignaciones de frecuencia

La posición depende de la banda de frecuencia de comunicación utilizada. Los satélites trabajando en la misma frecuencia, deben estar lo suficientemente separados en el espacio para evitar interferir uno con otro. La separación espacial requerida depende de las siguientes variables:

- Ancho del haz y radiación del lóbulo lateral de la estación terrena y antenas del satélite.
- Frecuencia de la portadora de RF
- Técnica de codificación o de modulación usada
- Límites aceptables de interferencia
- Potencia de la portadora de transmisión

Generalmente, se requieren 3 a 6° de separación espacial dependiendo de las variables establecidas anteriormente.

Las frecuencias de la portadora, más comunes usadas para las comunicaciones por satélite, son las bandas 6/4 y 14/12 GHz. El primer número es la frecuencia de subida (ascendente) y el segundo número es la frecuencia de bajada (descendente). Entre más alta sea la frecuencia portadora, más pequeño es el diámetro requerido de la antena para una ganancia específica.

Se debe tener cuidado cuando se diseña una red satelital para evitar interferencia de los enlaces de microondas establecidas.

4.6 Los factores que intervienen en los enlaces ascendentes y descendentes

Se definen los factores que intervienen en los enlaces entre el "site" en tierra y el satélite (ascendente) y entre el satélite y el usuario en tierra (descendente).

En cualquier sistema de comunicaciones se debe aceptar que la señal que se recibe diferirá de la señal transmitida debido a varias adversidades y dificultades sufridas en la transmisión. En las señales analógicas, estas dificultades introducen alteraciones aleatorias que degradan la calidad de la señal. En las señales digitales, se producen bits erróneos: un 1 binario se transformará en un 0 y viceversa.

Las perturbaciones más significativas son:

- La atenuación y la distorsión de atenuación.
- La distorsión de retardo.
- El ruido.

4.6.1 Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE)

Una antena isotrópica emite en todas las direcciones de la esfera. Una antena colocada en el foco de una parábola emite un fino haz que contiene toda la potencia del emisor, con lo que la potencia en vatios por metro cuadrado es mucho más importante y recibe el nombre de ganancia de la antena (G); Cuanto mayor es la antena, más estrecho será su haz radiado. La dimensión de la

antena en tierra no está limitada, mientras que la del satélite debe caber en la red de la lanzadera. La PIRE se calcula conociendo la potencia del emisor y la ganancia de la antena y se expresa en decibelios de la forma:

$$\text{PIRE} = 10 \log (\text{Pt} \times \text{G})$$

$$G_a = 10 \log \left[\frac{(\pi d)^2 p}{100 \lambda^2} \right] (\text{db})$$

4.6.1.1 Debilitamiento durante el trayecto

Atenuación Atmosférica Comprende:

El debilitamiento en el espacio libre, que es función de la frecuencia y de la distancia.

El debilitamiento debido a la absorción atmosférica, que varía entre 1,5 dB para el 99% del mes más desfavorable y 4,5 dB durante el 0,1% del mes más desfavorable.

La energía de la señal decae con la distancia en cualquier medio de transmisión.

En medios guiados, esta reducción de la energía es por lo general logarítmica y por tanto, se expresa típicamente como un número constante en decibelios por unidad de longitud. En medios no guiados, la atenuación es una función más compleja de la distancia y depende a su vez de las condiciones atmosféricas.²⁸

Se pueden establecer tres consideraciones respecto a la atenuación: Primera, la señal recibida debe tener suficiente energía para que los circuitos electrónicos en el receptor puedan detectar e interpretar la señal adecuadamente. Segunda, para ser recibida sin error, la señal debe conservar un nivel suficientemente mayor que el ruido. Tercera, la atenuación es una función creciente de la frecuencia.

²⁸ Maral, Gerard y Michel Bousquet. Satellite Communications Systems, 2nd ed. 1993.

Los dos primeros problemas se resuelven controlando la energía de la señal, para ello se usan amplificadores o repetidores. En un enlace punto a punto la energía de la señal en el transmisor debe ser lo suficientemente elevada para que se reciba con inteligibilidad, pero no tan elevada, tal que sature los circuitos del transmisor, lo que generaría una señal distorsionada. A partir de cierta distancia, la atenuación es inaceptable, lo que requiere la utilización de repetidores o amplificadores que realcen la señal directamente. Este tipo de problemas son todavía más complejos en líneas multipunto, en las que la distancia entre el transmisor y el receptor es variable.

El tercer problema es especialmente relevante para el caso de las señales analógicas. Debido a que la atenuación varía en función de la frecuencia, la señal recibida está distorsionada, reduciéndose así la inteligibilidad. Para soslayar este problema, existen técnicas para ecualizar la atenuación en una banda de frecuencias. En las líneas telefónicas esto se realiza normalmente usando bobinas de carga que cambian las propiedades eléctricas de la línea, dando lugar a un suavizado de los efectos de la atenuación. Otra aproximación alternativa es la utilización de amplificadores que amplifiquen más las frecuencias altas que las bajas.

4.6.1.2 Ganancia a la entrada del receptor

La ganancia de una antena se define como la relación entre la densidad de potencia radiada en una dirección, a una distancia y la densidad de potencia que radiaría a la misma distancia una antena isotrópica con la misma potencia entregada.

4.6.2 Relación C/N (carrier / noise o portadora / ruido)

En cualquier dato transmitido, la señal recibida consistirá en la señal transmitida modificada, debido a distorsiones introducidas por el sistema de transmisión, además de las señales no deseadas que se insertaran en algún punto entre el emisor y el receptor. A estas últimas señales no deseadas se les denomina ruido. El ruido es el factor de mayor importancia a la hora de limitar las prestaciones de un sistema de comunicación.

La señal de ruido se puede clasificar en cuatro categorías:

- Ruido Térmico
- Ruido de Intermodulación
- Diafonía
- Ruido Impulsivo

Es la relación entre la potencia de la señal recibida (C) en la banda de frecuencia (B) del receptor y la potencia (N) del ruido que viene dada por la expresión $N=kTB$:

$$C/N = E + G - A - 10 \log T - 10 \log B - 10 \log k$$

Donde E = PIRE (dBW), G es la ganancia de la antena en dB, A es la atenuación global en dB, T temperatura de ruido de la antena y del cabezal LNB, B anchura de banda FI del receptor (Mhz) y k la constante de Boltzmann.

4.6.2.1 Factor de calidad G/T de la estación

Este factor permite elegir la antena más conveniente en función de C/N.
 $(G/T)_{dB} = C/N + E + A + 10 \log B + 10 \log k$

4.6.3 Distorsión de retardo.

La distorsión de retardo es un fenómeno peculiar de los medios guiados. Ésta distorsión está causada por el hecho de que la velocidad de propagación de la señal en el medio varía con la frecuencia. Para una señal de banda limitada, la velocidad tiende a ser mayor cerca de la frecuencia central y disminuye al acercarse a los extremos de la banda. Por tanto, los distintos componentes en frecuencia de la señal llegarán al receptor en instantes diferentes de tiempo, dando lugar a desplazamientos en fase entre las diferentes frecuencias.

Este efecto se llama distorsión de retardo porque la señal recibida está distorsionada, debido al retardo variable que sufren sus componentes. La distorsión de retardo es particularmente crítica en la transmisión de datos digitales. Supóngase que se está transmitiendo una secuencia de bits, utilizando una señal analógica o digital. Debido a la distorsión de retardo, algunos de los componentes de la señal en un bit se desplazarán hacia otras posiciones, provocando interferencia entre símbolos. Este hecho es el factor que limita principalmente la calidad de transmisión máxima en un canal de transmisión.

4.7 Enlace ascendente

Los mismos parámetros son aplicables tanto al enlace ascendente como al descendente: PIRE, debilitamiento en el espacio libre, debilitamiento debido a la absorción atmosférica, ganancia en la entrada del receptor y relación C/N. Sin embargo el problema que ha de resolverse en cada caso es muy diferente. La estación terrestre no está limitada ni por la potencia del emisor ni por la dimensión de la antena.

4.7.1 Transponder

Un típico transponder satelital consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BPF), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA), un traslado de frecuencia, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa-bandas de salida. Otras configuraciones de transponder son los repetidores de IF, y de banda base, semejantes a los que se usan en los repetidores de microondas. El BPF de entrada limita el ruido total aplicado a la entrada de LNA. La salida del LNA alimenta a un traductor de frecuencia, que convierte la frecuencia de subida de banda alta a una frecuencia de bajada de banda baja. El amplificador de potencia de bajo nivel, que es comúnmente un tubo de ondas progresivas, amplifica la señal de RF para su transmisión por medio de la bajada a los receptores de la estación terrena. Cada canal de RF del satélite requiere de un transponder separado.

4.7.1.1 Enlace Satelital

Componentes:

- Estación Terrena transmisora
- Transpondedor satelital
- Estación terrena receptora
- Espacio (atmósfera)

La estación terrena transmisora se caracteriza por el P.I.R.E (Potencia Isotrópica Radiada Efectiva). Está relacionado con la potencia del transmisor y la ganancia de la antena en la frecuencia de transmisión.

La estación terrena receptora se caracteriza por una figura de mérito (G/T) y la Frecuencia Intermedia (IF) de banda ancha.

Cada elemento en la cadena de recepción puede ser asignado a una temperatura de ruido, la cual es una medida de potencia de ruido contribuida por el elemento por unidad de ancho de banda. Esas contribuciones son combinadas para reflejar la potencia de ruido por la distribución de la ganancia a través de la cadena. En general, la temperatura de ruido de el sistema es determinado primariamente por la antena, al amplificador de bajo ruido (LNA) y los componentes de acople de esos elementos. La suma de pequeñas pérdidas, tales como la atenuación en el cable, entre el LNA y la antena puede resultar en gradación significativa de la figura de mérito G/T.

El transponder también juega un papel bien importante en un enlace satelital, éste se encuentra dentro del satélite y cuyas funciones básicas son las siguientes:

- Amplificación de la señal
- Aislamiento de canales adyacentes
- Traslación de frecuencias

Por último, también el ambiente determina en gran medida el éxito o el fracaso de un enlace satelital y es aquí donde se generan las mayores pérdidas, ocasionadas por el largo trayecto de la señal propagada desde un satélite, en el caso más extremo 36,000 Km.

Entre los principales factores que ocasionan la degradación de la señal se encuentra la lluvia, la nieve, la absorción atmosférica, las pérdidas por el espacio libre, entre otras.

Para medir o cuantificar un buen enlace satelital se debe tomar muy en cuenta la relación Portadora a ruido (C/N, Carrier to Noise) que se genera al hacer unos cálculos con los parámetros del enlace.

4.8 Enlace descendente

Un receptor de estación terrena incluye un BPF de entrada, un LNA y un convertidor de RF a IF. Nuevamente, el BPF limita la potencia del ruido de entrada al LNA. El LNA es un dispositivo altamente sensible, con poco ruido, tal como un amplificador de diodo túnel o un amplificador paramétrico. El convertidor de RF a IF es una combinación de filtro mezclador/pasa-bandas que convierte la señal de RF recibida a una frecuencia de IF.

4.8.1 Elección del tipo de modulación

Como se mencionó en el capítulo anterior, el modulador de DVB utiliza en esquema de QPSK y para los cual se realizan los cálculos del ancho de banda según las características de la trama MPEG, aquí se describen los pasos para el cálculo de la tasa de datos en los moduladores.

4.8.2 Determinación de la tasa de datos en Moduladores²⁹

Symbol rate está expresado en Mbaud (Msymb)
Interface rate está expresados en Mbit/s (Mbps)

El índice de modulación para el proyecto es QPSK y este reduce la tasa de símbolos y como resultado el ancho de banda de la señal transmitida.

La tasa de la interfase del dispositivo esta asociada a la tasa de símbolo de la siguiente manera:

Symbol rate = interface rate * framing overhead * 1/RS-rate * 1/FEC-rate
*Modulation factor

²⁹ Freeman, Roger. Telecommunication System Engineering. 3rd ed., , 1996.

Para el caso de: - framing overhead = 188/187 for internal MPEG framing or 1 for external

MPEG framing

- RS-rate = 204/188 for external MPEG framing with 188 byte frames and internal MPEG framing or 1 for external MPEG framing with 204 byte frames
- FEC-rate = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 6/7, 7/8 or 8/9

El FEC para DVB usando en este proyecto es $\frac{3}{4}$.

Para el proyecto de la Unab la modulación se realizará para anchos de banda de 1, 1.5 y 2 Mbps. Esta limitación está basada en el criterio de que la transmisión de la Unab corresponde a una tele clase la cual no requiere de tasas de transmisión alta. Esto no limita los equipos seleccionados sino que disminuye el costo de pago de ancho de banda.

4.9 Antenas

La antena es el punto de entrada de la señal en nuestro sistema. Se ha convertido en el símbolo del receptor terreno en un sistema de transmisión de señales de TV vía satélite. Este simbolismo es altamente razonable, no sólo porque la antena distingue al equipo físicamente, sino porque sus características son, con diferencia, las más importantes de todas las de los diferentes equipos a la hora de determinar el rendimiento global de la estación de recepción.³⁰

La relación portadora/ruido (C/N) que se puede conseguir está directamente relacionada con el tamaño de la antena, aunque el precio y el peso de ésta también lo están, factores ambos muy importantes a la hora de diseñar la instalación, por lo que las antenas se eligen con el tamaño mínimo para que la señal recibida llegue a los mínimos requeridos.

La ganancia de una antena parabólica depende de la superficie de la abertura del reflector, la longitud de onda de la radiación y la eficacia del reflector que depende de su calidad. Las irregularidades en la superficie de la parábola se hacen más importantes conforme aumenta la frecuencia. La anchura del haz de una antena parabólica depende del diámetro de la parábola y de la frecuencia. El lóbulo principal de la antena corresponde a la potencia máxima de la señal

³⁰ Bostian, Charles y Timothy Pratt. Satellite Communications, 1986.

recibida. Los lóbulos parásitos traducen el fenómeno de difracción en los bordes de la parábola. Cuanto mayor es el diámetro de la parábola para una frecuencia dada, más elevada es la ganancia y más estrecho el lóbulo principal. Se recibe sólo la señal, disminuyendo el ruido, pero por el contrario, debe afinarse el apuntamiento de la antena sobre la posición orbital del satélite.

La antena capta y transmite al receptor el ruido térmico irradiado por la superficie del suelo, a esto se le llama temperatura de ruido de la antena. El ruido es proporcional a la temperatura y a la anchura de banda de la antena para una frecuencia dada. Una antena de alta calidad debe tener una temperatura de ruido débil; es decir, captar la menor cantidad posible de ruido térmico por sus lóbulos parásitos. Su temperatura de ruido disminuye cuando el ángulo de elevación es importante, y es mínima cuando la antena apunta al cenit. A este ruido externo se añade el ruido térmico interno producido por el receptor, principalmente por el primer nivel del cabezal LNB situado en el foco de la parábola. Es preciso conseguir la relación señal/ruido más importante posible.

4.9.1 Elección del diámetro de las antenas

El diámetro de la antena parabólica ha de tenerse en cuenta para el equipo de la estación es función: del satélite de menor potencia que se recibirá; del factor de ruido del cabezal LNB y del tipo de instalación, privada o comunal.

La tabla 11 suministra el diámetro de las antenas que ha de adoptarse en función de la potencia del satélite en el suelo (PIRE) en decibelios-vatios y del factor de ruido máximo del cabezal LNB, para una instalación privada o para una instalación comunal:

Tabla 11. Diámetro de las Antenas

Nivel PIRE (dBW)	64	60	56	52	50	46	44	42
Instalación comunal: N=3 dB d. antena (cm)	30	45	60	80	120	130	160	200
N=2 dB d. antena (cm)		30	45	60	85	100	120	160
Instalación privada: N=2 dB d. antena (cm)	60	85	100	130	180	200	300	450

Con estas dimensiones de antena y estos factores de ruido, se obtiene en recepción individual una relación C/N de 13 dB con una atenuación debida a la lluvia de 1,5 dB y una muy buena calidad de imagen. En recepción comunal, se obtiene una relación C/N de 15 dB, con una calidad de imagen superior.

Teniendo en cuenta la anterior tabla, se tomaron los siguientes datos técnicos de las antenas sugeridas tanto por Satmex como por Panamsat de las antenas.

Antena para Banda "C" y "Ku" para el Up-link

	C-Band		Ku-Band	
	Linear		Circular	
Antenna Size	2.4 M (96 in.)	2.4 M (96 in.)	2.4 M (96 in.)	2.4 M (96 in.)

Operating Frequency

Receive	3.625 - 4.2 GHz	3.625 - 4.2 GHz	10.95 - 12.75 GHz
Transmit	5.850 - 6.425 GHz	5.850 - 6.425 GHz	13.75 - 14.5 GHz

Midband Gain (+ .2dB)

Receive	38.0 dBi	38.0 dBi	47.6 dBi
Transmit	42.0 dBi	42.0 dBi	49.2 dBi

Antenna Noise Temperature

10° elevation	52 K	30 K	42 K
20° elevation	46 K	23 K	32 K
30° elevation	45 K	20 K	28 K
40° elevation	44 K	19 K	27 K

Sidelobe Envelope, Co-Pol (dBi)

$10\tilde{\lambda}/D$ $\theta \leq 20^\circ$	29-25 Log θ dBi	29-25 Log θ dBi	29-25 Log θ dBi
$20^\circ < \theta \leq 26.3^\circ$	- 3.5 dBi	- 3.5 dBi	- 3.5 dBi
$26.3^\circ < \theta \leq 48^\circ$	32 -25 Log θ dBi	32 -25 Log θ dBi	32 -25 Log θ dBi
$\theta > 48^\circ$	-10 dBi (averaged)	-10 dBi (averaged)	-10 dBi (averaged)

Cross-Pol Isolation (Linear)

>30 dB on axis	N/ A	>30 dB on axis
----------------	------	----------------

Axial Ratio (Circular)

Receive	N/ A	2.28	N/ A
Transmit	N/ A	1.94	N/ A
VSWR	.3:1 Max.	1.3:1 Max.	1.3:1 Max.

Feed Interface

Receive	CPR 229 F	CPR 229 F	WR 75
Transmit or Direct Radio	CPR 137 or Type N	CPR 137 or Type N	WR 75

Mounting

Tabla 12. Antena de recepción para Banda “C” y “Ku” en el Down-Link

	C-Ba C-Band	Ku-Band
Antenna Size	2.4M (96 in.)	2.4M (96 in.)
Operating Frequency (GHz)	3.625 - 4.2 GHz	10.95 - 12.75 GHz
Midband Gain (+ .2dB)	37.5 dBi	47.0 dBi
3 dB Beamwidth	2.1°	.7°
Antenna Noise Temperature (normal)		
20° elevation	33 K	29 K
30° elevation	31 K	28 K
Feed Interface	CPR 229 F	WR 75
Cross-Pol Isolation (Linear)	>30 dB (on axis)	>30 dB (on axis)
First Sidelobe (typical)	- 20 dB	- 20 dB
Insertion Loss	0.2 dB Max.	0.2 dB Max.
VSWR	1.3:1 Max.	1.3:1 Max.

4.10 La recepción de las emisiones de satélites

4.10.1 El alimentador

La señal procedente del satélite se focaliza en el alimentador de la antena parabólica. Este alimentador debe recoger las microondas concentradas en el foco de la parábola que conforman la señal, detectar ruidos y señales parásitas en la menor medida posible, no añadir ruido propio y detectar la polarización lineal o circular de la señal que se recibe, eliminando las restantes. A partir de esto es fácil comprender que su diseño debe estar íntimamente ligado al de la antena. Un alimentador debe iluminar la superficie del receptor, si no ilumina mas que una parte, la ganancia de la antena se reducirá y captará menos ruido: los lóbulos parásitos serán más débiles. En el caso de una iluminación correcta, la ganancia de la antena será máxima y se reducirán los lóbulos parásitos. Si ilumina una superficie mayor que la del reflector, el ruido aumenta y los lóbulos parásitos adquieren importancia.

El alimentador está constituido por una abertura de forma adaptada al reflector y a la guía de onda que transmite la señal al convertidor a través de una sonda. Esta sonda debe estar bien adaptada a la guía de onda, de forma que toda la

energía procedente del reflector sea captada por la sonda, siendo reflejada una fracción mínima de la misma. Es muy importante que el alimentador esté situado de forma exacta en el foco del reflector parabólico, para ello existen dos tipos de soportes: el soporte axial en forma de cuello o de gancho y el soporte en trípode.

4.10.2 El polarrotor:

Permite la recepción de las dos polaridades utilizando un solo conversor LNB (lo que se traduce en una mayor economía de la instalación). Su funcionamiento se basa en el giro de 90° de una sonda situada en su interior (giro que se controla desde la unidad interior). Al perderse los canales de la otra polaridad no puede utilizarse en instalaciones colectivas.

4.10.3 El ortomodo

Permite la recepción simultánea de señales con polarización vertical y horizontal mediante la utilización de un repartidor de guías de onda en el que una de las guías se gira 90°. A él se tienen que conectar dos conversores LNB, uno para cada polaridad.

4.10.4 El cabezal LNB (Low Noise Block):

Tras los alimentadores y los dispositivos de separación de polaridades se colocan los conversores de primera F.I. o conversores LNB, conversores que se encargan de convertir el bloque de señales de 11/12 Ghz, mediante un oscilador local, a una frecuencia intermedia situada entre 950 y 1750 Mhz con un bajo factor de ruido. Además de realizar la conversión, estos dispositivos tienen una elevada ganancia (de 40 a 60 dB) lo que nos permite conectarlos a un número elevado de unidades interiores de conversión a RF sin amplificador auxiliar. El amplificador está completado por un filtro que elimina las frecuencias no deseadas y las frecuencias de polarización inversa de la deseada. El oscilador se ajusta según una frecuencia fija, inferior a las recibidas.³¹

³¹ Gordan, and Morgan , JohnWiley . Principals of Communications Satellites. 1993 .

Todos los anteriores componentes forman un bloque que va situado en el foco de la parábola. Este bloque puede ser unido en una parábola o si se quiere recibir señales de diferentes satélites con una misma parábola, puede estar repetido y situado en un dispositivo especial denominado multisatélite. La salida y el enlace con el receptor están asegurados a 75 W por un cable coaxial clásico de bajada de antena de buena calidad. En la siguiente tabla se muestran algunas características:

Tabla 13. Características de LNB para las diferentes Bandas

Características	BANDAS			
	KU 1	KU 3	KU 5	C
Frecuencia de entrada (GHz)	10,95-11,75	11,7-12,5	12,5-12,75	3.7 - 4.2
Factor de ruido (dB)	0,8-1,2	1-1,2-1,4	1-1,2	
Frecuencia de salida (MHz)	950-1750	950-1750	1025-1275	950-1750
Frecuencia del oscilador (GHz)	10,000	10,750	11,475	5
Ganancia mínima (dB)	50	48	48	
Tensión de alimentación (V)	12 a 20	12 a 20	12 a 20	12
Consumo (mA)	190	190	190	
Masa (g)	240	240	240	

4.10.5 El enlace cabezal-receptor

Un cable coaxial de buena calidad, impedancia de 75 W, asegura el enlace entre el cabezal y el receptor. Este cable transporta una señal comprendida entre 950 MHz y 1750 MHz, según la frecuencia del satélite recibido. Un cable especial para una antena motorizada comprende: un cable coaxial de 75 W clásico, tres cables flexibles para el motor de la antena, para el polarizador y para el sensor.

4.10.6 La unidad interior individual

En una instalación individual los cables coaxiales (normalmente uno proveniente del LNB conectado al polarizador) y los cables de control (del polarizador) se conectan a una unidad interior sintonizable compacta, unidad normalmente controlada por un microprocesador, que realiza las funciones de

sintonía y de modulación dentro de un canal específico dentro del bloque de canales recibidos del LNB en primera FI. Esta unidad se compone de las siguientes etapas básicas:

Conversor de 1ª FI a 2ª FI.

- Demodulador.
- Procesador de vídeo.
- Procesador de audio.
- Modulador de RF.
- Control de dispositivos externos.

4.11 Parámetros del sistema satelital

4.11.1 Potencia de transmisión y energía BIT

Los amplificadores de alta potencia usados en los transmisores de la estación terrena y los tubos de onda progresiva usados de manera normal, en el transponder de satélite, son dispositivos no lineales; su ganancia (potencia de salida contra potencia de entrada) depende del nivel de la señal de entrada.

Para funcionar lo más eficientemente posible, debe operar un amplificador de potencia lo más cercano posible a la saturación. La potencia de salida saturada es designada P_0 (sat) o simplemente P_t . La potencia de salida de un transmisor típico de estación terrena del satélite es mayor que la potencia de salida de un amplificador de potencia de microondas terrena. Consecuentemente, cuando se trata con sistemas satelitales, P_t generalmente se expresa en dBW (decibels con respecto a 1 W) en vez de en dBm (decibels con respecto al 1 mW).

La mayoría de los sistemas satelitales modernos usan transmisión por desplazamiento de fase (PSK), o modulación de amplitud en cuadratura (QAM), en vez de la modulación en frecuencia convencional (FM). Con PSK o QAM, la banda base de entrada generalmente es una señal PCM codificada con multicanalización por división de tiempo, la cual es digital por naturaleza. Además, con PSK o QAM, se pueden codificar varios bits en un solo elemento de señalización de transmisión. Consecuentemente, un parámetro más importante que la potencia de la portadora es la energía por bit (E_b). Matemáticamente, E_b es:

$$E_b = P_t T_b$$

En donde E_b = energía de un bit sencillo (joules por bit)
 P_t = potencia total de la portadora (watts)
 T_b = tiempo de un bit sencillo (segundos)

O por que $T_b = 1 / f_b$ en donde f_b es la razón de bit por segundo.

$$E_b = P_t / f_b$$

4.11.2 Potencia radiada isotrópica efectiva

La potencia radiada isotrópica efectiva (EIRP), se define como una potencia de transmisión equivalente y se expresa matemáticamente como:

$$EIRP = P_r G_t$$

En donde $EIRP$ = potencia radiada isotrópica efectiva (watts)
 P_r = potencia total radiada de una antena (watts)
 G_t = ganancia de la antena transmisora (relación sin unidades)

Expresado como logaritmo,

$$EIRP \text{ (dBW)} = P_r \text{ (dBW)} + G_t \text{ (dB)}$$

Con respecto a la salida del transmisor,

$$P_r = P_t - L_{bo} - L_{bf}$$

Por lo tanto

$$EIRP = P_t - L_{bo} - L_{bf} + G_t$$

En donde P_t = potencia de salida real del transmisor (dBW)
 L_{bo} = pérdidas por respaldo de HPA (dB)
 L_{bf} = ramificación total y pérdida de alimentador (dB)
 G_t = ganancia transmisora de la antena (dB)

4.11.3 Temperatura de ruido equivalente

Con los sistemas de microondas terrenas, el ruido introducido en un receptor o un componente dentro de un receptor comúnmente era especificado por el parámetro de figura de ruido. En los sistemas de comunicación por satélite, es frecuentemente necesario diferenciar o medir el ruido en incrementos tan pequeños, como una décima o una centésima de un decibel. La figura de ruido, en su forma estándar, es inadecuada para cálculos tan precisos. Consecuentemente, es común usar temperatura ambiente (T) y temperatura de ruido equivalente (Te) cuando se evalúa el rendimiento de un sistema satelital.

Resolviendo para T:

$$T = \frac{N}{KB}$$

En donde N = potencia total de ruido (watts)
K = constante de Boltzmann (joules por grado Kelvin)
B = ancho de banda (hertz)
T = Temperatura ambiente (grados Kelvin)

Nuevamente

$$NF = 1 + \frac{Te}{T}$$

En donde Te = temperatura de ruido equivalente (grados Kelvin)
NF = figura de ruido expresada como un valor absoluto
T = temperatura ambiente (grados Kelvin)

$$Te = T(NF-1)$$

Típicamente, las temperaturas de ruido equivalentes de los receptores usados en el transponder de los satélites son de aproximadamente 1000K. Para los receptores de las estaciones terrenas los valores Te están entre 20 y 1000 K. La temperatura de ruido equivalente es generalmente más útil cuando se expresa logérrmicamente con la unidad de dBK, de la siguiente manera:

$$Te(\text{dBK}) = 10 \log Te$$

Para una temperatura de ruido equivalente de 100 K, T_e (dBk) es

$$T_e \text{ (dBK)} = 10 \log 100 \text{ o } 20 \text{ dBK}$$

La temperatura de ruido equivalente es un valor hipotético que puede calcularse, pero no medirse. La temperatura de ruido equivalente frecuentemente se usa en vez de la figura ruido, porque es un método más exacto para expresar el ruido aportado por un dispositivo o un receptor cuando se evalúa su rendimiento.

Esencialmente, la temperatura de ruido equivalente (T_e) representa la potencia de ruido presente a la entrada a un dispositivo más el ruido agregado internamente por ese dispositivo. Esto nos permite analizar las características del ruido de un dispositivo simplemente evaluando una temperatura de ruido equivalente de entrada. Como se verá en discusiones posteriores, T_e es un parámetro muy útil cuando se evalúa el rendimiento de un sistema satelital.

4.11.4 Densidad de ruido

La densidad de ruido (N_o) es la potencia de ruido total normalizado a un ancho de banda de 1 Hz, o la potencia de ruido presente en un ancho de banda de 1 Hz. Matemáticamente, la densidad del ruido es:

$$N_o = \frac{N}{B} \text{ o } K T_e$$

En donde N_o = densidad de ruido (W/Hz) (N_o generalmente se expresa como simplemente watts; el por hertz es implicado en la definición de N_o)

N = potencia de ruido total (watts)

B = ancho de banda (hertz)

K = constante de Boltzmann (joules por grados Kelvin)

T_e = temperatura de ruido equivalente (grados Kelvin)

Expresado como logaritmo,

$$\begin{aligned} N_o(\text{dBW/Hz}) &= 10 \log N - 10 \log B \\ &= 10 \log K + 10 \log T_e \end{aligned}$$

4.11.5 Relación de densidad de portadora de ruido

C/N_0 es el promedio de la relación de densidad de potencia a ruido de la portadora de banda ancha. La potencia de la portadora de banda ancha es la potencia combinada del conducto y sus bandas laterales asociadas. El ruido es el ruido térmico presente en un ancho de banda de 1 Hz normalizado. La relación de la densidad de portadora a ruido, también se puede escribir como una función de la temperatura de ruido. Matemáticamente, C/N_0 es:

$$\frac{C}{N_0} = \frac{C}{kT_e}$$

Expresado como logaritmo,

$$\frac{C}{N_0} \text{ (dB)} = C \text{ (dBW)} - N_0 \text{ (dBW)}$$

4.11.6 Relación de la densidad de energía de bit a ruido

E_b/N_0 es uno de los parámetros más importantes y más usados, cuando se evalúa un sistema de radio digital. La relación E_b/N_0 es una manera conveniente de comparar los sistemas digitales que utilizan diferentes tasas de transmisión, esquemas de modulación o técnicas de codificación. Matemáticamente, E_b/N_0 es:

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{C/f_b}{N/B} = \frac{CB}{Nf_b}$$

E_b/N_0 es un término conveniente usado para los cálculos del sistema digital y comparaciones de rendimiento, pero en el mundo real, es más conveniente medir la relación de la densidad de potencia a ruido de la portadora de banda ancha y convertirlo a E_b/N_0 .

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{C}{N} \times \frac{B}{f_b}$$

La relación E_b/N_0 es el producto de la relación de portadora a ruido (C/N) y la relación de ancho de banda del ruido a tasa de bit (B/f_b). Expresada como logaritmo,

$$\frac{E_b}{N_o} \text{ (dB)} = \frac{C}{N} \text{ (dB)} + \frac{B}{f_b} \text{ (dB)}$$

La energía por bit (E_b) permanecerá constante, siempre y cuando la potencia de la portadora total de banda ancha (C) y la tasa de transmisión (bps) permanezcan sin ningún cambio. Además la densidad de ruido (N_o) permanecerá constante, siempre que la temperatura de ruido permanezca constante.

La potencia de una portadora específica, tasa de bit y temperatura de ruido, la relación E_b/N_o permanecerá constante, sin importar la técnica de codificación, esquema de modulación o ancho de banda usado.

Un $P(e)$ de 10^{-5} ($1/10^5$) indica una probabilidad de que 1 bit estará en error por cada 100,000 bits transmitidos. $P(e)$ es análogo a la tasa de error de bit (BER).

4.12 Relación de ganancia a temperatura de ruido equivalente

Esencialmente, la relación de ganancia a temperatura de ruido equivalente (G/T_e) es una figura de mérito usada para representar la calidad de un satélite en receptor de una estación terrena. La G/T_e de un receptor es la relación de la ganancia de la antena de recepción a la temperatura de ruido equivalente (T_e) del receptor. Debido a las potencias extremadamente pequeñas de la portadora de recepción que normalmente se experimentan con los sistemas satelitales, frecuentemente un LNA está físicamente situado en el punto de alimentación de la antena. Cuando éste es el caso, G/T_e es una relación de ganancia de la antena receptora más la ganancia del LNA, a la temperatura de ruido equivalente. Matemáticamente, la relación de ganancia a temperatura de ruido equivalente es:

$$\frac{G}{T_e} = \frac{A_r + A(\text{LNA})}{T_e}$$

Expresado en logaritmos:

$$G \text{ (dBK}^{-1}\text{)} = A_r(\text{dB}) + A(\text{LNA})(\text{dB}) - T_e(\text{dBK})$$

G/T_e es un parámetro muy útil para determinar las relaciones E_b/N_o y C/N , en el transponder del satélite y receptores de la estación terrena. G/T_e es esencialmente el único parámetro requerido en un satélite o un receptor de estación terrena, cuando se completa un cálculo de enlace.

4.13 Ecuaciones de enlace del sistema satelital

El rendimiento de error de un sistema satelital digital es bastante predecible. Cuando se evalúa el rendimiento de un sistema satelital digital, los parámetros de subida y de bajada se consideran, primero por separado, después, el rendimiento general se determina combinándolos de la manera adecuada. La porción de RF de radio es analógica; es decir, FSK, PSK, QAM o alguna otra modulación de alto nivel en una portadora de microondas analógica.

4.13.1 Ecuaciones de enlace

Las siguientes ecuaciones de enlace se usan para analizar por separado las secciones de subida y de bajada de un sistema satelital de portadora de frecuencia de radio sencilla. Estas ecuaciones consideran solo las ganancias y pérdidas ideales, así como los efectos de ruido térmico asociadas con el transmisor de la estación terrena, receptor de la estación terrena y el transponder del satélite. Los aspectos no ideales del sistema de discutirán más adelante en este capítulo.

4.13.2 Ecuación de subida

$$\frac{C}{N_o} = \frac{A_t P_r (L_p L_u) A_r}{K T_e} = \frac{A_t P_r (L_p L_u)}{K} \times \frac{G}{T_e}$$

En donde L_d y L_u son las pérdidas atmosféricas de subida y de bajada adicionales, respectivamente. Las señales de subida y de bajada deben pasar por la atmósfera de la tierra, en donde son absorbidas parcialmente por la humedad, oxígeno y partículas en el aire. Dependiendo del ángulo de elevación, la distancia que la señal de RF viaja por la atmósfera varía de una estación terrena a otra.

Debido a que L_p , L_u y L_d representan pérdidas, son valores decimales menores a 1. G/T_e es la ganancia de la antena receptora más la ganancia del LNA dividida por la temperatura de ruido equivalente de entrada.

Expresada como logaritmo

$$\frac{C}{N_o} = 10 \log A_t P_r - 20 \log \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right) + 10 \log \left(\frac{G}{T_e} \right) - 10 \log L_u - 10 \log K$$

Donde:

$$10 \log A_t P_r \quad \text{EIRP Estación Terrena}$$

$$20 \log \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right) \quad \text{pérdida de la trayectoria en el espacio libre}$$

$$10 \log \left(\frac{G}{T_e} \right) \quad \text{satélite } G/T_e$$

$$10 \log K \quad \text{constante de Boltzman}$$

$$= \text{EIRP (dBW)} - L_p \text{ (dB)} + \frac{G}{T_e} \text{ (dBK}^{-1}\text{)} - L_u \text{ (dB)} - K \text{ (dBWK)}$$

4.13.3 Ecuación de bajada

$$\frac{C}{N_o} = \frac{A_t P_r (L_p L_d) A_r}{K T_e} = \frac{A_t P_r (L_p L_d)}{K} \times \frac{G}{T_e}$$

Expresada como logaritmo,

$$\frac{C}{N_o} = 10 \log A_t P_r - 20 \log \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right) + 10 \log \left(\frac{G}{T_e} \right) - 10 \log L_d - 10 \log K$$

Donde:

$$10 \log A_t P_r \quad \text{EIRP del satélite}$$

$$20 \log \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right) \quad \text{pérdida de trayectoria del espacio libre}$$

$$10 \log \left(\frac{G}{T_e} \right) \quad \text{satélite } G/T_e$$

$$10 \log L_d \quad \text{pérdidas atmosféricas adicionales}$$

$$10 \log K \quad \text{constante de Boltzman}$$

$$= \text{EIRP (dBW)} - L_p \text{ (dB)} + G \text{ (dBK}^{-1}\text{)} - L_d \text{ (dB)} - K \text{ (dBWK)}$$

Estas ecuaciones son usadas para el cálculo del enlace de la Unab, permitiendo identificar los elementos esenciales para el diseño del sistema de televisión satelital en DVB.

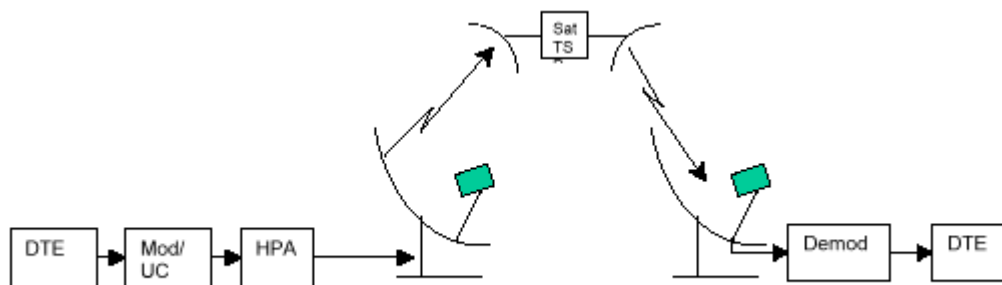
CAPÍTULO 5

5. CÁLCULOS DE ENLACE

El capítulo describe los cálculos del presupuesto de enlace. Estos cálculos básicamente relacionan los valores de la potencia del Up-link desde la Unab - Bucaramanga y la potencia de la señal en las zonas de recepción. Como se mencionó en el capítulo anterior, las ciudades de referencia serán Bogotá, Caracas, Quito y Lima.

El esquema del Up-link y Downlink es el siguiente:

Figura 37. Esquema cálculos de enlace



5.1 Presupuesto de Enlace UP-Link

Algunas variables adicionales considerados son:

Determinación de la tasa BER y E_b/N_0

E_b/N_0 v BER para BPSK or QPSK, Rate 3/4 FEC.

Tabla 14. Datos

VER	Eb/No(coded)	Margin	Eb/No(reqd)
10 ⁻³	3.9	1.4	5.3
10 ⁻⁴	4.7	1.5	6.2
10⁻⁵	5.4	1.6	7.0
10 ⁻⁶	5.9	1.7	7.6
10 ⁻⁷	6.6	1.7	8.3
10 ⁻⁸	7.1	1.7	8.8

El valor del Eb/No requerido es de 7 dB.³²

5.2 Fórmulas para el cálculo del Ancho de Banda

$$B_{IF} = \frac{(1+\rho)}{2} R_o$$

$$\rho = 0.35$$

5.2.1 Banda Central para Satmex 5

Tabla 15. Banda Central para Satmex 5

Up-link en Banda C	6 Ghz
Down-link en Banda C	4 Ghz
Up-link en Banda Ku	14 Ghz
Down-link en Banda Ku	12 Ghz

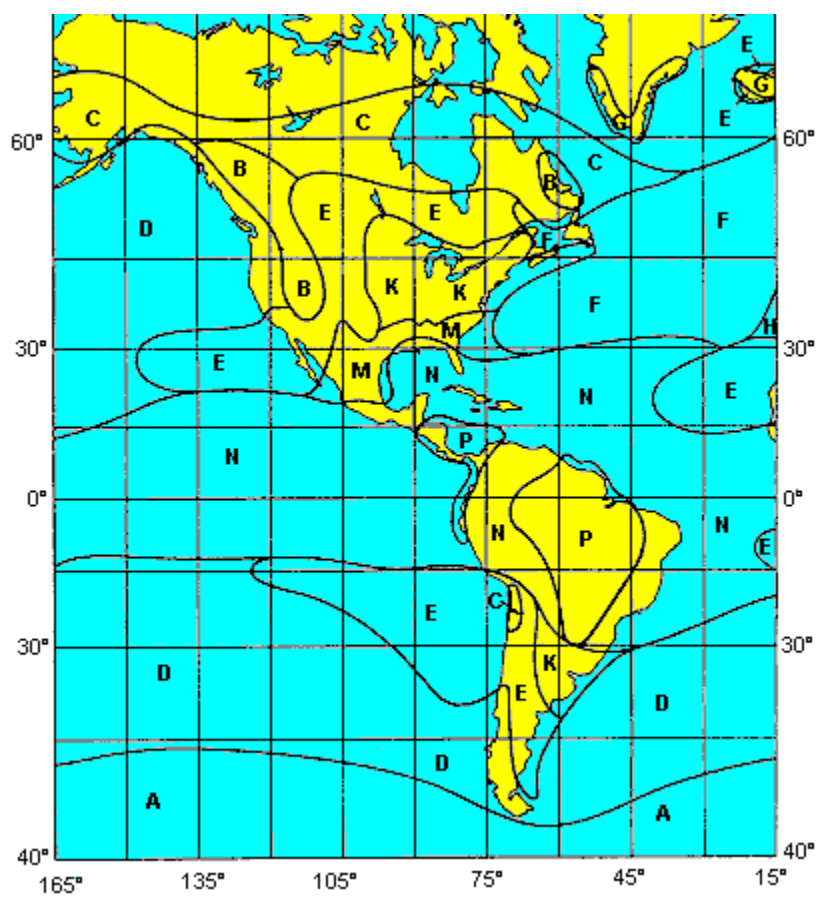
³² Cominetti, M. Mignone, V. Morello, A. Visintin, M. , "The European system for digital multi-programme television by satellite RAI Res. Centre, Torino" publicación de Broadcasting, IEEE Transactions on , páginas 49 - 62 , Volume: 41 Issue: 2 , ISSN: 0018-9316 . June 1995.

5.2.2 Zona Climática (N)

Tabla 16. Zona Climática / Disponibilidad

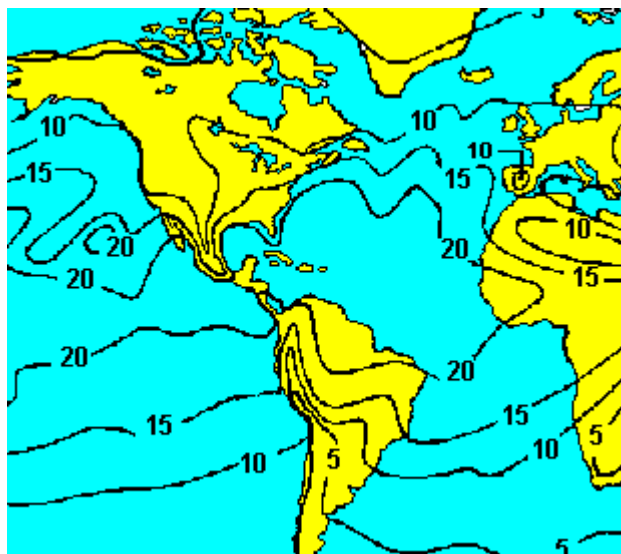
	99.5%	99.8%	99.9%
Tx	2.65	1.59	1.59
Rx	1.89	1.12	1.12

Figura 38 . Zonas de Lluvia ITU.³³



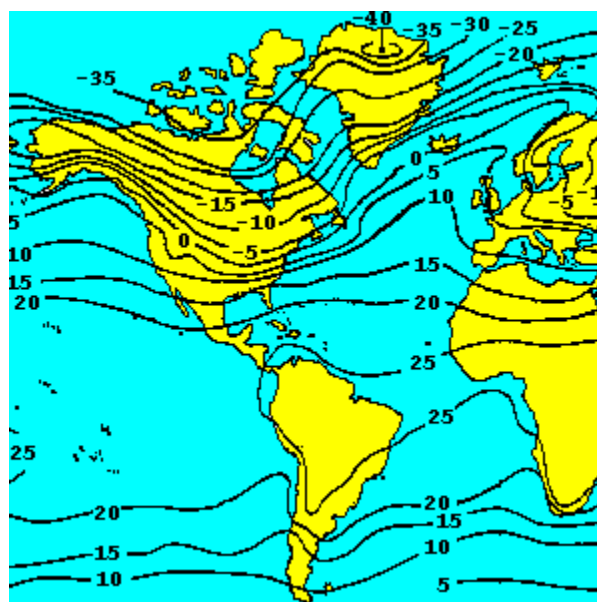
³³ Satmaster. Mk-pro 5.7.

Figura 39. Densidad de Vapor promedio ITU³⁴



* Densidad de Vapor $\text{g/m}^3 = 15 \text{ g/m}^3$

Figura 40. Temperaturas ITU.



* Temperatura promedio por año para Bucaramanga 25°C

³⁴ Satmaster. Mk-pro 5.7.

Tabla 17. Datos básicos de la Antena³⁵

Altitud	900 mtrs. Snmm
Polarización	Vertical/Horizontal
Diámetro de la antena	2.4 Mtrs.
Ganancia	
Recepción en Banda C	38.0 dBi
Recepción en Banda Ku	47.6 dBi
Transmisión en Banda C	42.0 dBi
Transmisión en Banda Ku	49.2 dBi
Ruido Térmico de la antena	44 K

5.2.3 Segmento Satelital

Tabla 18. Datos técnicos de Satmex 5.

Satmex 5	Banda C	Banda Ku
Ancho de Banda del Transponder	36 MHz	36 MHz
PIRE (dBW)	39	46.0
G/T (dB/°K) en la orilla de la cobertura	-2	-1.5
Densidad de flujo a saturación (dBW/m2)	-93	-95
No. de transpondedores	24	24
Rango de atenuación de entrada	0 a 15 dB en pasos de 1 dB	0 a 20 dB en pasos de 1 dB
Potencia (nominal)	33 W	250 W
IBO		
OBO		
PAS 3		
Ancho de Banda del Transponder	36 MHz	36 MHz
PIRE (dBW)	39	46.0
G/T (dB/°K) en la orilla de la cobertura	-2	-1.5
Densidad de flujo a	-93	-95

³⁵ Ver anexo No. 2 y 3

saturación (dBW/m2)		
No. de transpondedores	24	24
Rango de atenuación de entrada	0 a 15 dB en pasos de 1 dB	0 a 20 dB en pasos de 1 dB
IBO		
OBO		
	38, 55 Watt Output	125, 140 Watt Output

5.3 PIRE en los sitios de recepción dbw

Tabla 19. PIRE en los sitios de recepción dbw

Site/Satelite/Banda	Bogotá	Quito	Lima	Caracas
Satmex 5 Banda «C»	39	39	38	38
Satmex 5 Banda «Ku»	47	47	45	45
PAS IR Banda «C»	38	38	38	38
Pas IR Banda “Ku”	50	40	40	40

5.3.1 Estación terrena receptora (Down-link)

Tabla 20. Estación terrena receptora (Down-link)

	Banda C	Banda Ku
Diámetro	2.4M (96 in.)	2.4M (96 in.)
Operating Frequency (GHz)	3.625 – 4.2 GHz	10.95 - 12.75 GHz
Ganancia	37.5 dBi	47.0 dBi
Ruido Térmico	B 31 K	28 K
Pérdida por inserción (acoplamiento)	0.2 dB Max.	0.2 dB Max.
Ruido térmico del LNB	160 K	
Pérdidas por apuntamiento		

5.3.2 Fórmula para el cálculo de la pérdidas por espacio libre.

$$FSL = \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2$$

$$[FSL] = 10 \log \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2 = 32,4 + 20 \log r + 20 \log(f)$$

5.3.2.1 Pérdidas en el alimentador

Aquí se van a calcular las pérdidas en la conexión entre la antena de recepción y el receptor propiamente dicho.

$$RFL = 1.5 \text{ dB}$$

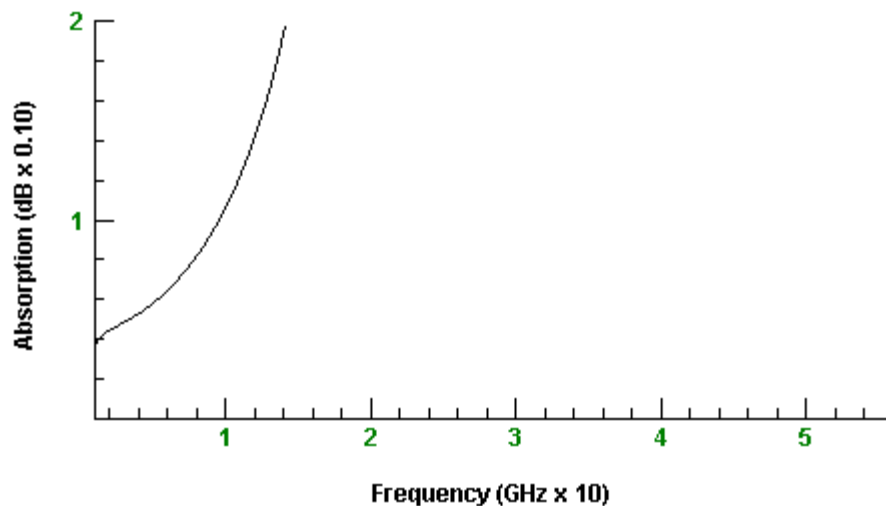
5.3.2.2 Pérdidas por desapuntamiento de la antena

Cómo parámetro de ajuste al cálculo se tomarán 0.5 dB por pérdida de apuntamiento de la antena.

$$[AM]L = .5 \text{ dB}$$

5.3.2.3 Pérdidas por absorción atmosférica e ionosférica.

Figura 41. Absorción atmosférica e ionosférica



5.3.2.4 Ruido del sistema

El LNC de 160 K con una amplificación de 40 dB, el receptor tiene una figura de ruido igual a 65 K , la pérdida máxima del cable es de 5dB, el ruido térmico de la antena es igual a 31 K en Banda C y 28 K en Banda Ku.

5.4 Resultados del cálculo de enlace satelital

En los anexos se encuentra un CD con archivos en Excel con la información sobre los resultados del cálculo de enlace satelital referenciado el Up-link en Bucaramanga y los Downlink en Bogotá. Caracas, Lima y Quito. En este capítulo se anexa únicamente el resultados correspondientes a los satélites Satmex y Panansat y a las configuraciones de las antenas y el transceiver seleccionado pero este proyecto realizó cálculos con diferentes configuraciones.

La siguiente tabla muestra el cálculo de enlace para Bucaramanga (UPLINK) y Bogota (DOWNLINK) usando la aplicación Satmaster 5.

Service Name	DVB Unab		
Coverage	Colombia		
Uplink earth station	Bucaramanga, Colombia		
Downlink earth station	Bogota, Colombia		
Satellite name	PAS 3		

Link Input Parameters	Uplink	Downlink	Units
Site latitude	7.13N	4.63N	degrees
Site longitude	73.17W	74.08W	degrees
Magnetic variation	6.6W	5.6W	degrees
Site altitude	.9	2.35	km
Frequency	6	4	GHz
Polarization	Vertical	Vertical	
Rain climatic zone (model)	N (ITU)	N (ITU)	%
Availability (average year)	99.5	99.5	gm/m3
Water vapour density	15	13.62	°C
Surface temperature	25	16	metres
Antenna aperture	2.4	2.4	% (+

			prefix dBi)
Antenna efficiency / gain	42	+37.5	dB
Coupling loss	.3	.3	dB
Antenna tracking / mispoint error	.5	.5	dB (+ prefix K)
LNB noise figure / temp		160	K
Antenna noise		31	dB
Adjacent carrier interference	24	24	dB
Adjacent satellite interference	18	18	dB
Cross polarization interference	17	24	dB
Uplink station HPA output back-off	3		
Number of carriers / HPA	1		dB
HPA C/IM (up)	89.7		dB
Uplink power control	0		dB
Uplink filter truncation loss	.3		

Satellite Input Parameters

	Value	Units
Satellite longitude	43.00W	degrees
Transponder type	TWTA	
Receive G/T	4.82	dB/K
Saturation flux density	-96.82	dBW/m2
Satellite attenuator pad	0	dB
Transmit EIRP at saturation	38.4	dBW
Transponder bandwidth	36	MHz
Number of carriers / transponder	14.00	dB
Input back off total	10	dB
Output back off total	10.00	dB
Intermodulation interference	14.17	dB

Carrier/Link Input Parameters

	Value	Units
Modulation	4-PSK	
Required bit error rate performance	10 ⁻⁵	
Required Eb/No without FEC coding	9.59	dB
Required Eb/No with FEC coding	7	dB
Carrier/Link Input Parameters	Value	Units
Information rate	1	Mbps
Overhead	0.5348	%
FEC code rate	0.75	

RS code (n/k)	1085106	
(1 + Roll off factor)	1.35	
Carrier spacing factor	1.4	
Bandwidth allocation step size	.1	MHz
System margin	0	dB

General Calculations

	Uplink	Downlink	Units
Elevation	53.97	53.44	degrees
True azimuth	102.05	97.63	degrees
Compass bearing	108.65	103.23	degrees
Path distance to satellite	36836.75	36867.40	km
Propagation time delay	0.12	0.12	seconds
Antenna efficiency	69.60	55.56	%
Antenna gain	42.00	37.50	dBi
Availability (average year)	99.5	99.5	%
Link downtime (average year)	43830	43,830	hours
Availability (worst month)	98440	98,440	%
Link downtime (worst month)	11393	11,393	hours
Spectral power density	-21.17	-6.96	dBW/4kHz

Uplink Calculation

	Clear	Rain Up	Rain Dn	Units
Uplink transmit EIRP	44.73	44.73	44.73	dBW
Transponder input back off (total)	10.00	10.00	10.00	dB
Mispoint loss	0.50	0.50	0.50	dB
Free space loss	199.34	199.34	199.34	dB
Atmospheric absorption	0.05	0.05	0.05	dB
Tropospheric scintillation fading	0.15	0.15	0.15	dB
Atmospheric losses total	0.20	0.20	0.20	dB
Total path loss (excluding rain)	200.03	200.03	200.03	dB
Rain attenuation	0.00	0.40	0.00	dB
Uncompensated uplink rain fade	0.00	0.40	0.00	dB
C/No (thermal)	78.12	77.72	78.12	dB.Hz
C/N (thermal)	18.20	17.80	18.20	dB
C/ACI	24.00	23.60	24.00	dB
C/ASI	18.00	17.60	18.00	dB
C/XPI	17.00	16.60	17.00	dB
C/IM	89.70	89.70	89.70	dB
Eb/(No+Io)	12.50	12.10	12.50	dB

--	--	--	--

Downlink Calculation

	Clear	Rain Up	Rain Dn	Units
Satellite EIRP total	38.40	38.40	38.40	dBW
Transponder output back-off (total)	10.00	10.00	10.00	dB
Mispoint loss	0.50	0.50	0.50	dB
Free space loss	195.82	195.82	195.82	dB
Atmospheric absorption	0.04	0.04	0.04	dB
Tropospheric scintillation fading	0.11	0.11	0.11	dB
Atmospheric losses total	0.16	0.16	0.16	dB
Total path loss (excluding rain)	196.48	196.48	196.48	dB
Rain attenuation	0.00	0.00	0.05	dB

Downlink Calculation

Noise increase due to precipitation
Downlink degradation (DND)
Fade due to uncompensated uplink rain
Total system noise
Figure of merit (G/T)
C/No (thermal)
C/N (thermal)
C/ACI
C/ASI
C/XPI
C/IM
Eb/(No+Io)

	Clear	Rain Up	Rain Dn	Units
Noise increase due to precipitation	0.00	0.00	0.05	dB
Downlink degradation (DND)	0.00	0.00	0.10	dB
Fade due to uncompensated uplink rain	0.00	0.40	0.00	dB
Total system noise	208.29	208.29	210.88	K
Figure of merit (G/T)	14.01	14.01	13.96	dB/K
C/No (thermal)	63.07	62.68	62.97	dB.Hz
C/N (thermal)	3.15	2.76	3.05	dB
C/ACI	24.00	23.60	24.00	dB
C/ASI	18.00	17.60	18.00	dB
C/XPI	24.00	23.60	24.00	dB
C/IM	14.17	13.77	14.17	dB
Eb/(No+Io)	2.52	2.13	2.44	dB

Totals per Carrier (End-to-End)

C/No (thermal)
C/N (thermal)
C/ACI
C/ASI
C/XPI
C/I total
C/IM
C/(No+Io)
C/(N+I)
Eb/(No+Io)
System margin

	Clear	Rain Up	Rain Dn	Units
C/No (thermal)	62.94	62.54	62.84	dB.Hz
C/N (thermal)	3.02	2.62	2.92	dB
C/ACI	20.99	20.59	20.99	dB
C/ASI	14.99	14.59	14.99	dB
C/XPI	16.21	15.81	16.21	dB
C/I total	11.97	11.57	11.97	dB
C/IM	14.17	13.77	14.17	dB
C/(No+Io)	62.13	61.73	62.05	dB.Hz
C/(N+I)	2.21	1.81	2.13	dB
Eb/(No+Io)	2.11	1.71	2.03	dB
System margin	0.00	0.00	0.00	dB

Net Eb/(No+Io)	2.11	1.71	2.03	dB
Required Eb/(No+Io)	7.00	7.00	7.00	dB
Excess margin	-4.89	-5.29	-4.97	dB

Earth Station Power Requirements

	Value	Units
EIRP per carrier	44.73	dBW
HPA power per carrier	2.73	dBW
Uplink power control	0.00	dB
HPA output back off	3.00	dB
Waveguide loss	.3	dB
Filter truncation loss	.3	dB
Number of HPA carriers	1	
Total EIRP required	44.73	dBW
Total HPA power required	6.33	dBW
Required HPA power capability	4.30	W
Spectral power density	-21.17	dBW/4kHz

Space Segment Utilization

	Value	Units
Information rate (inc overhead)	10053	Mbps
Transmit rate	14545	Mbps
Symbol rate	0.7273	MBaud
Occupied bandwidth	0.9818	MHz
Noise bandwidth	59.92	dB.Hz
Minimum allocated bandwidth required	10182	MHz
Allocated transponder bandwidth	11000	MHz
Percentage transponder bandwidth used	3.06	%
Max carriers by transponder bandwidth	32.73	
Space Segment Utilization		
Used transponder power	16.94	dBW
Percentage transponder power used	7.14	%
Max carriers by transponder power	14.00	
Maximum carriers limited by:-	Transponder power [14.00 carriers]	

5.5 Factibilidad de la configuración analizada

De acuerdo con los resultados se puede concluir lo siguiente:

La Unab podrá usar los equipos actuales de transmisión satelital en Banda "C" dado que la potencia requerida es menor que la que poseen los equipos actualente instalados, pero se recomienda para futura ampliación de la cobertura el cambio de banda a Ku. La selección de la zona de cobertura que la Unab desea, hasta la fecha se podría recomendar el satélite Satmex 5 debido a su amplia cobertura y a que logra los niveles de calidad del enlace para el tipo de video requerido. Los valores de Eb/No alcanzados en el Up-link de 12.50 dB y en condiciones de lluvia de 12.10, nos está indicando que la antena actual de transmisión está en capacidad de transmitir con la potencia mínima recomendada de 7 dB. Si se comparan los valores de la potencia requerida del transmisor de 4.33 Watts esto valida la posibilidad de usar el Transceiver EC20 de 20 Watts sin requerir comprar equipo nuevo.

Los datos de C/N, Potencia de Transmisor de todas las ciudades permite concluir que la configuración de la antena y los dispositivos de recepción pueden ser similares en todos los sitios siempre y cuando estén en los satélites seleccionados. Igualmente la configuración de las antenas será similar. Esta configuración se muestra en el siguiente capítulo.

En cuanto a la tasa de Bit se recomienda seleccionar una tasa superior a 1.5 Mbps con el fin de obtener la calidad de video requerida. Por lo tanto el Codificador de video deberá tener una capacidad no menor a 1 Msps, Ver equipo anexo recomendado.

Finalmente se presentas 2 alternativas tanto para Transceiver como para el diámetro de la antena en Banda Ku:

1.228758 Mbps DVB/MPEG2 + FEC 3/4

Bandwidth: 1.8 MHz

Antena Transmisora: 2.4m + 16 watts

Antena receptora: 1.8m (disponibilidad 99.7%)

Antena receptora: 2.4m (disponibilidad 99.86%)

1.5Mbps DVB/MPEG2 + FEC 3/4

Bandwidth: 2.1 MHz

Antena transmisora: 2.4m + 20 watts

Antena receptora: 1.8m (disponibilidad 99.7%)

Antena receptora: 2.4m (disponibilidad 99.86%)

Los equipos en banda "C" podrían ser reemplazados por equipos banda Ku. Estos son:

- Antena 2.4m banda Ku (La actual no es necesario su cambio)
- Transceiver o radio – según la potencia 8W o 20W.
- Las estaciones remotas también deberán ser solo de recepción en banda Ku. Se necesitaría 1 LNB Ku , por estación.

Estos equipos pueden ser adquiridos nuevos o usados³⁶.

³⁶ La firma Andesat presenta una propuesta tanto para ancho de banda como de cambio de equipos.

CAPÍTULO 6

6. PRESUPUESTO DE INVERSIÓN Y COSTOS DE OPERACIÓN

En este capítulo se determinan los costos de operación del sistema en la Universidad Autónoma de Bucaramanga. El diseño se basa en la selección de equipos que cumplen con los cálculos del capítulo anterior, incluyendo la tasa de datos en el codificador de MPEG y el modulador, así mismo se realiza la selección de la antena receptora considerando las potencias de las señales en su respectiva Banda.

Figura 42. Diagrama Básico

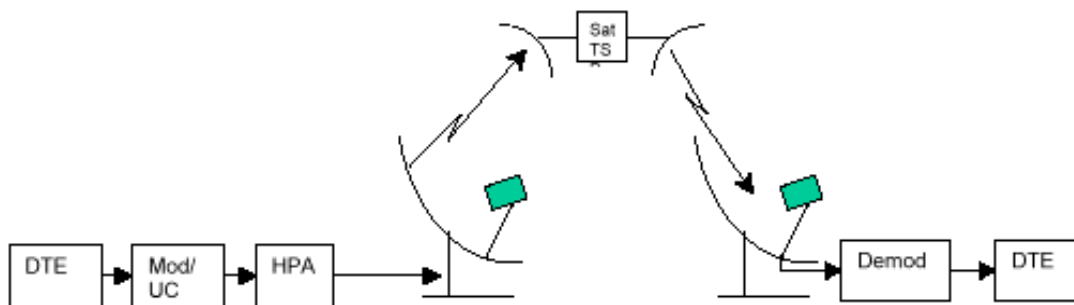


Figura 43. Esquema de operación

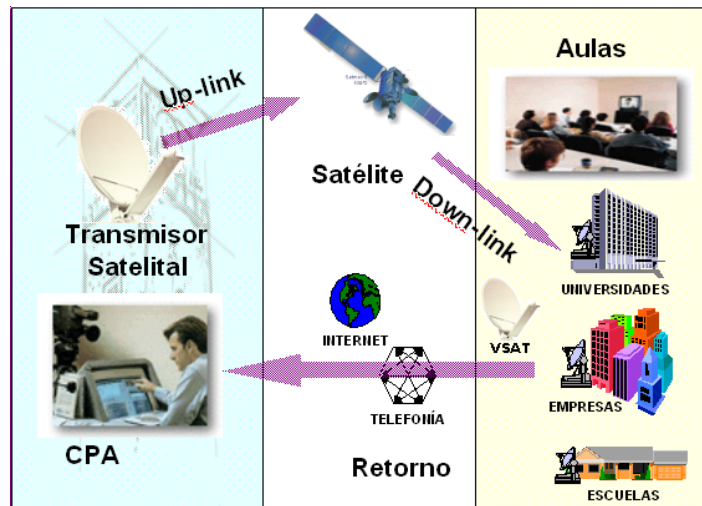
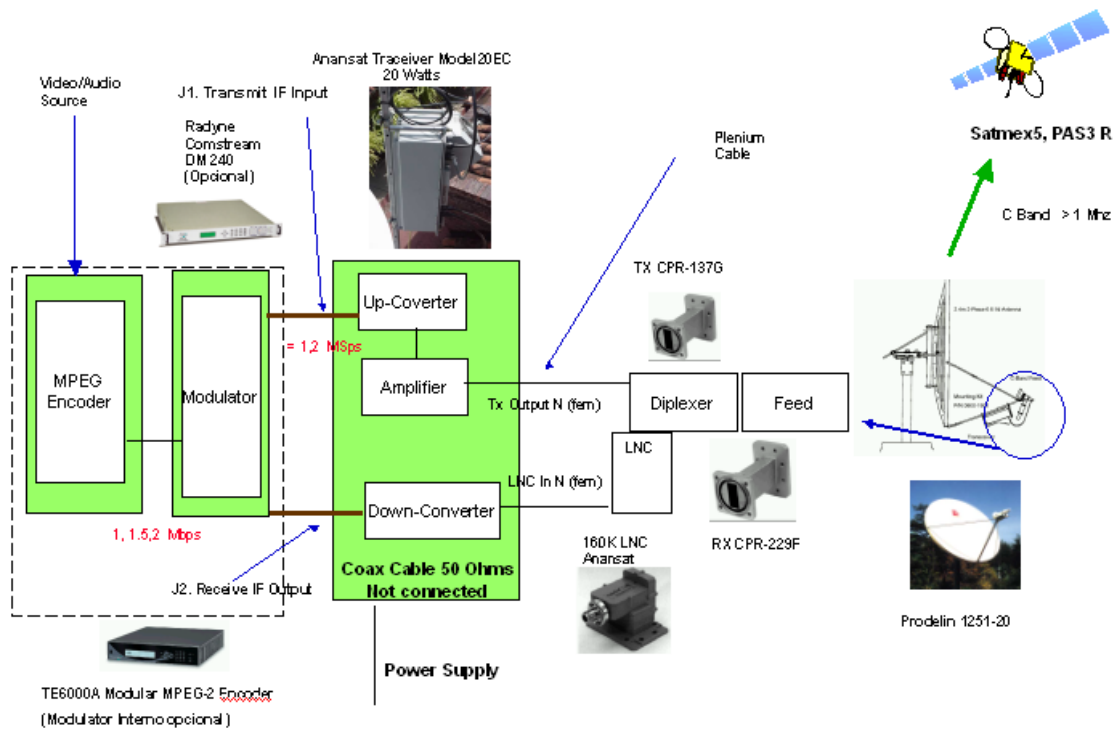


Figura 44. Diseño del sistema de transmisión en Banda C



Opción 1. Diagrama de red de DBV Banda C (Bucaramanga Colombia)

6.1 Detalles del sistema de transmisión

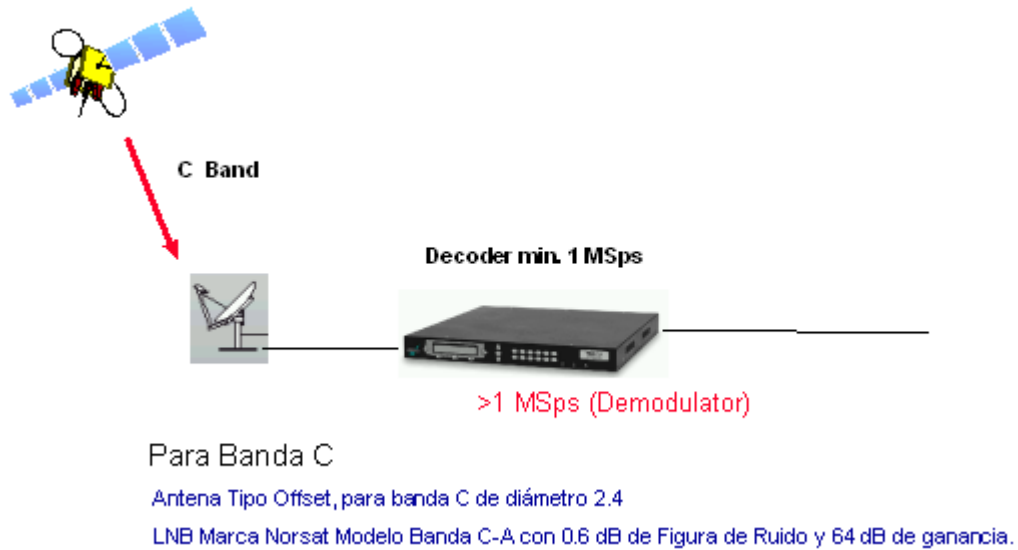
Tabla 21. Detalles del sistema de transmisión

Antena Prodelin serie 1521 con Mounting	3.556.00
KIT para CSTAR system	
35K LNB	825.00
High Power Basic Mounting Kit	135.00
CSTAR Transceiver 10W	16.450.00
ENCODER: Modular ATSC and DVB SDTV MPEG-2 Encoder TE600A. INTERNAL modulador.	21.815.00
EXTERNAL DM240 Digital Video Broadcast Modulator	Ya está incluido en el precio del codec
Total	42.781
Menos equipos actuales	20.966
Total Inversion	21.815

Los detalles técnicos se encuentran en los anexo.

6.2 Sistema de Recepción

Figura 45. Sistema de recepción para banda C

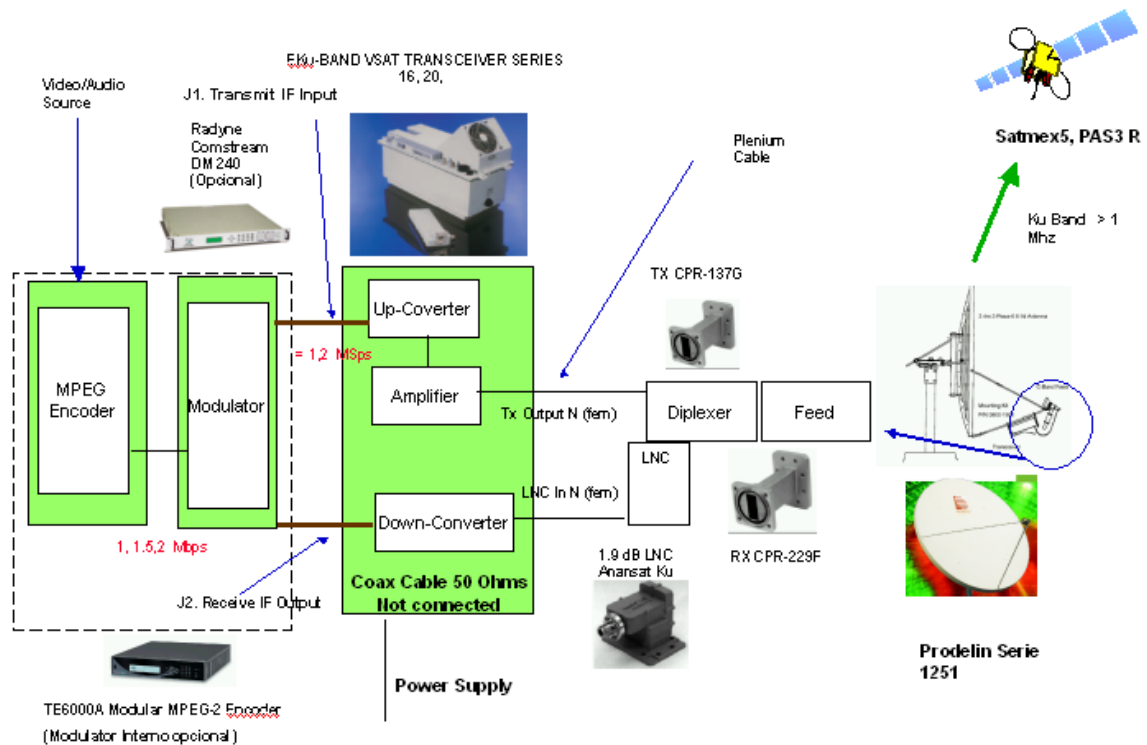


El sistema de recepción está compuesto de los siguientes elementos:

Tabla 22. Elementos del sistema de recepción para banda C

Antena para banda C de diámetro 2.4	600.00
Instalación y Cable coaxial RG-6 desde la antena hasta el decodificador.LNB 0.6 dB de Figura de Ruido y 64 dB de ganancia para Ku	200.00
Receptor IRD DVB-MPEG2 sin modulo de acceso condicional.	1.495.00
TOTAL	2.295.00

Figura 46. Diseño del sistema de transmisión en Banda Ku



Opción 2. Diagrama de red de DBV Banda Ku (Bucaramanga Colombia)

Tabla 23. Detalles del Sistema de transmisión Banda KU

Antena Prodelin serie 1521 con Mounting Ku Tx.	US\$3.556
KIT para Ku CSTAR system	
35K LNB Ku	US\$825
High Power Basic Mounting Kit	US\$135
CSTAR Transceiver 20 W	US\$15.400
ENCODER: Modular ATSC and DVB SDTV MPEG-2 Encoder TE600A. INTERNAL modulador.	US\$21.815
EXTERNAL DM240 Digital Video Broadcast Modulator	Ya está incluido en el precio del codec
Total	US\$41.371
Menos equipos actuales	US\$3.566
Total Inversión	US\$38.165

6.3 Sistema de Recepción

Figura 47. Diagrama de red de UNAB en DVB (recepción)



El sistema de recepción está compuesto de los siguientes elementos:

Tabla 24. Elementos de recepción para Banda Ku

Antena para banda Ku de diámetro 1.8	US\$400.00
Instalación y Cable coaxial RG-6 desde la antena hasta el decodificador.LNB 0.6 dB de Figura de Ruido y 64 dB de ganancia para Ku	US\$200.00
Receptor IRD DVB-MPEG2 sin modulo de acceso condicional.	US\$1.495.00
TOTAL	US\$2.095.00

6.3 Costo de enlace satelital

El costo del enlace satelital está expresado en función del ancho de Banda usado del transponder satelital o el porcentaje de potencia del mismo. Debido a la imposibilidad de lograr una diferenciación sobre los dos valores, se describen aquí

los costos asociados al satélite Satmex5 en banda C o Ku (igual) dado en Mbps (en el caso del proyecto Msp) con una tasa de US\$4.6 por Bit./ mes.

		US\$460
1 Mbps	0	
1.5		US\$690
Mbps	0	
		US\$920
2 Mbps	0	

Si la Universidad desea contratar el servicio por horas este puede variar desde US\$300 a US\$500 por hora para anchos de banda de 1 a 2 Mbps

6.5..Costos de Operación

El personal que actualmente tiene el CPA y la Red institucional asumirán la operación básica del sistema, incorporando un Especialista en Telecomunicaciones con énfasis especial en Sistemas Satelitales.

Costo estimado de operación

Mantenimiento

5% por año de la inversión	Aprox. US\$200/mes
Operación US\$2.000	US\$2000/mes
Capacitación 3% Año	US\$150 /mes
Total	US\$2350/mes

Tabla 25. Resumen de costo total

	Banda C	Banda Ku
1 Mbps	4600	4600
1.5 Mbps	6900	6900
2 Mbps	9200	9200
Inversión	21815	38165
Operación	2350	2350
Total costos inversión	21815	38165
Total costos mes		
1 Mbps	6950	6950
1.5 Mbps	9250	9250
2 Mbps	11550	11550

6.6 Instalación Básica

Algunos detalles que se deben tener en cuenta en la instalación inicial de las antenas receptoras consisten en colocar la antena en una superficie plana de concreto de al menos 1.2 X 1.2 mts. de lado por 0.2 mts de alto mediante una base metálica que sujeta a la superficie a través de tornillos.

El cableado puede ser visible, este va asegurado con grapas; la instalación de equipos se limita a un TV conectado al receptor incluyendo una Videocasetera en las sedes. Es importante que la instalación de la antena esté dentro de los 50 mts. de distancia entre la antena y el receptor.

La tecnología sugerida en este proyecto puede ser instalada en los sitios remotos por personal con capacitación.

6.7 Capacitación en el manejo del equipo

La capacitación en la operación del equipo decodificador comprende: el encendido del equipo, el cambio de canales, obtener la medición del nivel de señal, conexiones y cuidados del decodificador. Además instrucciones para el ajuste de la antena debido a que tiene un tamaño de 18 a 2.4 metros lo que la hace susceptible a movimientos ocasionados por la fuerza del viento o lluvia.

CAPÍTULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La televisión comparte junto con otros medios electrónicos, como la Internet, una posición estratégica tecnológica muy importante para el desarrollo de programas educativos

Los satélites constituyen hoy por hoy una oferta tecnológica versátil con grandes posibilidades para campo educativo a pesar de cierto de escepticismo en algunos educadores y de los nuevos modelos de educación “on-line”. Además de la proliferación de satélites de difusión directa, el desarrollo de las tecnologías de la información y su aplicación en los procesos de enseñanza-aprendizaje permiten que todos estos sistemas se integren para ofrecer situaciones de comunicación cada día más adecuadas para la interacción profesor-alumno.

Los principales factores que frenan el desarrollo del video y la televisión en todos los procesos pedagógicos lo constituye especialmente la imposibilidad de acceso a esa tecnología por su costo. Actualmente las tecnologías de video y los sistemas satelitales han disminuido su precio. Por esta razón en muchas instituciones educativas públicas y privadas de todo el mundo se han implementado sistemas de educación a distancia basado en la transmisión satelital análoga o digital. Estas instituciones han logrado liderazgo en sus zonas de influencia e impactado positivamente en el desarrollo regional además generado nuevas oportunidades de negocio.

Este estudio permite explorar las últimas tecnologías digitales de compresión de video y transmisión ofreciendo a la Unab una nueva alternativa de generar proyectos de educativos de impacto Nacional o Internacional convirtiéndola en la primera institución en el área Andina que transmite cursos o capacitación a través de sistemas satelitales. Esto permite crear una nueva oportunidad de Negocio y por lo tanto se recomienda que se inicie un proyecto para el estudio de factibilidad administrativa y económica, detectando posibles clientes y programas regionales.

Se realizaron todos los cálculos de un presupuesto de enlace que permiten concluir con el diseño del sistema de transmisión video MPEG-IP/Broadcast en forma asimétrica desde el Centro de Producción de Televisión hacia cualquier sitio remoto ubicado dentro de la huella Satelital de los satélites seleccionados Satmex5 o PAS3, requiriendo para cada sede los siguientes elementos:

Estación Terrena

- Estudio de TV CPA
- Cámaras miniDv y Dvcam
- Cámara de captura para transparencias, objetos.
- Video caseteras S-VHS
- Equipo de Edición no lineal
- Switcher de vídeo con efectos digitales
- Generador de Caracteres
- Consola de Sonidos Micrófonos corbateros y de superficie
- Cámara de Documentos
- Un sistema de administración de enseñanza para asistir al profesor en el desarrollos de las clases e interactuar con los alumnos. WebCT, ILIAS.
- Lneas de teléfono para recepción de consultas de los alumnos Conexión a Internet
- Un conjunto de monitor de video para el control previo de las distintas señales.
- Un sistema de recepción satelital para tomar señales de diversos satélites. Un sistema de interconexión de video y audio entre la estación Terrena y el Laboratorio de Televisión.
- Sistema de transmisión satelital (Up-Link) ubicado en el DSC. (Antena)
- Transmisor satelital utilizando el satélite Stmex 5 o PAS III en banda Ku. O banda C. Área de cobertura para el territorio de Colombia y países limítrofes . (Transceiver Banda C y7o Ku)
- Sistema de compresión de Vídeo y Audio de 1 a 2,5 Mbps DVB MPEG-2
- Receptor de satélite para control

Aulas Remotas

- Cada Aula Remota estará equipada con un receptor satelital
- Sistema de visualización de vídeo y audio (Televisor o proyector).
- Los alumnos interactúan con el profesor retornando su voz por un canal de comunicación telefónica o Internet (Para el futuro con V-SAT por satélite).
- Conexión a Internet

- Logística e infraestructura necesaria (Sillas, tablero, aire acondicionado, entre otros).

Canal de Televisión IP

- Codificador de video MPG ubicado en el CPA
- Computador y software para servidor de Video ubicado en Red Institucional

Esta tecnología permite a la UNAB brindar soluciones de capacitación a distancia y educación virtual a instituciones educativas, centros profesionales, a empresas que tienen su personal disperso geográficamente, reduciendo tiempos y costos. También apoya el proyecto de telemedicina de la Unab permitiendo hacer teleconsulta o actualización a médicos y la comunidad de regiones apartadas. Permite organizar y participar de videoconferencias.

El sistema estaría administrado por la red Institucional con el apoyo de un especialista en Telecomunicaciones, específicamente en transmisión satelital, y tendría como fines principales la administración y operación de la Red Satelital definiendo políticas asegurando del video (Satelital, por Red Local, por Internet). La producción y diseño del programa está a cargo del CPA y de la respectiva unidad académica que desarrolla el programa.

Dentro de las actividades del personal encargado del sistema, está la atención a usuarios e instaladores de los sitios remotos, administración y operación de la transmisión satelital, coordinación y operación de la red de distribución de video a través de la alternativa de vídeo IP, la definición de la infraestructura para la actualización, la Instalación de antenas y decoders, el mantenimiento preventivo y correctivo y la entrega de estadísticas e indicadores de soporte.

La tecnología sugerida para el proyecto corresponde a un sistema de video MPEG-2 en DVB a través de un enlace satelital inicialmente en Banda C y posteriormente en Banda Ku, este cambio obedece particularmente a que los equipos sugeridos para la etapa inicial tienen un tiempo de uso de más de 3 años siendo necesario reponerlos. El costo inicial US\$21.815.00 en Banda C y el cambio total a Banda Ku sería US\$38.165.00. La elección de utilizar video en MPEG-2 a través de codificadores digitales permitirá posteriormente a crecer a tecnologías de IP satelital buscando llegar también con datos a los sitios remotos.

Los equipos relacionados en esta tesis se plantearon teniendo en cuenta los resultados de los cálculos de enlace satelital y son útiles como referencia para la selección de equipos y para efectos de presupuestación. Si la Universidad desea cambiar la marca, estos deberán cumplir con las características relacionadas en los anexos técnicos.

Finalmente para reflexionar, vale la pena reiterar que uno de los aspectos que, tanto a partidarios como a críticos de los sistemas de educación basada en satélites, preocupa son los costos y la logística del contrato del transponder y de las condiciones del hardware, pero es importante que el inicio de este proyecto esté acompañado un planteamiento claro desde la perspectiva educativa. Por esta razón se debe vincular a la discusión final sobre la pertinencia del sistema satelital a las áreas de la Universidad que manejan las ciencias de la educación y la comunicación.

ANEXOS

Anexo No. 1. Satélites con huella sobre Colombia

Site location Bucaramanga, Colombia
Site latitude 7.13N
Site longitude 73.17W
Magnetic variation 6.6W
Modified polar elevation 82.69 degrees
Modified apex elevation 81.60 degrees
Modified polar axis 7.31 degrees
Modified apex declination 8.40 degrees
Modified declination offset 1.09 degrees

Key to Abbreviations:

Long: Sub satellite longitude (degrees)
AZm: Magnetic azimuth or compass bearing (degrees)
AZ: True azimuth (degrees)
EL: Elevation (degrees)
Band: Active Bands

Name	Long	AZm	AZ	EL	Band
Brazilsat A1	144.00W		274.1	267.5	10.5 C
Aurora 2	139.00W		273.4	266.8	15.6 C
Satcom C5	139.00W		273.4	266.8	15.6 C
Satcom C1	137.00W		273.1	266.5	17.7 C
GE 7	137.00W		273.1	266.5	17.7 C
Satcom C4	135.00W		272.8	266.2	19.7 C
Galaxy 1R	133.00W		272.5	265.9	21.8 C
Satcom C3	131.00W		272.1	265.5	23.9 C
Telstar 7	129.00W		271.8	265.2	26.1 C,Ku
Galaxy 5	125.00W		271.0	264.4	30.3 C
Galaxy 10R	123.00W		270.6	264.0	32.5 C,Ku
Galaxy 9	123.00W		270.6	264.0	32.5 C
SBS 5	122.90W		270.6	264.0	32.6 Ku
Morelos 2	120.30W		270.0	263.4	35.4 C,Ku
Echostar 4	119.20W		269.8	263.2	36.6 Ku
Echostar 2	119.00W		269.7	263.1	36.8 Ku
Echostar 1	119.00W		269.7	263.1	36.8 Ku
Tempo 2	118.80W		269.7	263.1	37.0 Ku
Satmex 5	116.80W		269.2	262.6	39.2 C,Ku

Solidaridad 2	113.00W	268.1	261.5	43.3	C,Ku
Anik E1	111.10W	267.6	261.0	45.4	C,Ku
Echostar 5	110.00W	267.2	260.6	46.6	Ku
DBS 1	109.80W	267.1	260.5	46.8	Ku
Solidaridad 1	109.20W	266.9	260.3	47.5	C,Ku
Anik E2	107.30W	266.2	259.6	49.6	C,Ku
MSAT 1	106.50W	265.9	259.3	50.5	L,Ku
Anik C1	106.30W	265.8	259.2	50.7	Ku
GStar 1	105.10W	265.3	258.7	52.0	Ku
GStar 4	105.00W	265.3	258.7	52.1	Ku
GE 1	103.00W	264.4	257.8	54.3	C,Ku
DBS 1R	101.20W	263.5	256.9	56.3	Ku
GE 4	101.00W	263.4	256.8	56.6	C,Ku
DBS 3	101.00W	263.4	256.8	56.6	Ku
AMSC-1	101.00W	263.4	256.8	56.6	L,Ku,Ka
DBS 2	100.80W	263.3	256.7	56.8	Ku
Galaxy 6	99.00W	262.2	255.6	58.8	C
Inmarsat 2 F2	98.10W	261.6	255.0	59.8	L,C
Inmarsat 3 F2	98.00W	261.6	255.0	59.9	L,C
Telstar 5	97.00W	260.9	254.3	61.0	C,Ku
Galaxy 3R	95.00W	259.4	252.8	63.2	C
Galaxy 8	95.00W	259.4	252.8	63.2	Ku
Telstar 6	93.00W	257.6	251.0	65.4	C,Ku
Brazilsat A2	92.00W	256.6	250.0	66.4	C
Nimiq	91.00W	255.5	248.9	67.5	C,Ku
Galaxy 7	91.00W	255.5	248.9	67.5	C,Ku
Telstar 4	89.00W	253.0	246.4	69.7	C,Ku
GE 3	87.00W	249.8	243.2	71.8	Ku
GE 2	85.00W	245.9	239.3	73.8	C,Ku
Brazilsat B3	84.00W	243.6	237.0	74.8	C
ASC 2	81.10W	234.9	228.3	77.5	C,Ku
Satcom K2	81.00W	234.5	227.9	77.6	Ku
GE 5	79.00W	226.0	219.4	79.2	Ku
Galaxy 11	78.00W	220.8	214.2	79.9	C,Ku
SBS 4	77.00W	214.9	208.3	80.5	Ku
Nahuelsat 2	76.00W	208.3	201.7	81.0	Ku
Comstar D4	76.00W	208.3	201.7	81.0	C
SBS 6	74.00W	193.3	186.7	81.5	Ku
Intelsat 505	72.60W	182.0	175.4	81.6	C,Ku
Anik C1	72.00W	177.3	170.7	81.5	Ku
Nahuelsat 1	72.00W	177.3	170.7	81.5	Ku
GE 3	72.00W	177.3	170.7	81.5	C,Ku
Brazilsat B1	70.00W	162.6	156.0	80.8	C,X
Brazilsat B2	65.00W	137.4	130.8	77.3	C,X
HGS 1	63.00W	131.3	124.7	75.4	C,Ku
Echostar 3	61.50W	127.6	121.0	74.0	Ku

PAS 5	58.00W	121.2	114.6	70.4	C,Ku
Intelsat 805	55.00W	117.3	110.7	67.2	C,Ku
Inmarsat 3 F4	54.00W	116.2	109.6	66.1	L,C
Intelsat 706	53.00W	115.3	108.7	65.0	C,Ku
Intelsat	50.00W	112.8	106.2	61.7	C,Ku
Intelsat 709	50.00W	112.8	106.2	61.7	C,Ku
TDRS 1	49.00W	112.1	105.5	60.6	S,C,Ku
TDRS 6	47.00W	110.8	104.2	58.4	C
PAS 1	45.00W	109.6	103.0	56.2	C,Ku
PAS 6B	43.20W	108.7	102.1	54.2	Ku
PAS 6	43.00W	108.7	102.1	54.0	Ku
PAS 3	43.00W	108.7	102.1	54.0	C,Ku
NSS 806	40.50W	107.6	101.0	51.2	C,Ku
TDRS 4	40.50W	107.6	101.0	51.2	L,Ku
Intelsat 515	37.80W	106.5	99.9	48.2	C,Ku
Telstar 11	37.50W	106.4	99.8	47.9	Ku
Intelsat 601	34.50W	105.4	98.8	44.6	C,Ku
Intelsat 801	31.50W	104.5	97.9	41.3	C,Ku
Hispasat 1B	30.00W	104.1	97.5	39.7	X,Ku
Hispasat 1A	30.00W	104.1	97.5	39.7	X,Ku
Intelsat 511	29.50W	104.0	97.4	39.1	C,Ku
Intelsat 605	27.50W	103.5	96.9	37.0	C,Ku
Intelsat 603	24.50W	102.8	96.2	33.7	C,Ku
NSS 803	21.50W	102.2	95.6	30.5	C,Ku
NSS K	21.50W	102.2	95.6	30.5	Ku
Intelsat 705	18.00W	101.5	94.9	26.8	C,Ku
Inmarsat 3F2	15.50W	101.1	94.5	24.1	L,C
Telstar 12	15.00W	101.0	94.4	23.6	C,Ku
Eutelsat 1F5	14.80W	101.0	94.4	23.4	C,Ku
Express 1	14.00W	100.8	94.2	22.5	C
Eutelsat II-F2	12.50W	100.6	94.0	21.0	Ku
Express 3A	11.00W	100.3	93.7	19.4	C,Ku
Gorizont 26	11.00W	100.3	93.7	19.4	C,Ku
Telecom 2A	8.00W	99.9	93.3	16.3	C,X,Ku
Nilesat 101	7.00W	99.7	93.1	15.2	Ku
Telecom 2B	5.00W	99.4	92.8	13.2	C,X,Ku
Telecom 2D	5.00W	99.4	92.8	13.2	Ku
Amos 1	4.00W	99.3	92.7	12.2	Ku

Anexo No.2 Especificaciones técnicas de la antena Prodelín de 1.8M C OR KU-
BAND RECEIVE ONLY SERIES 1183

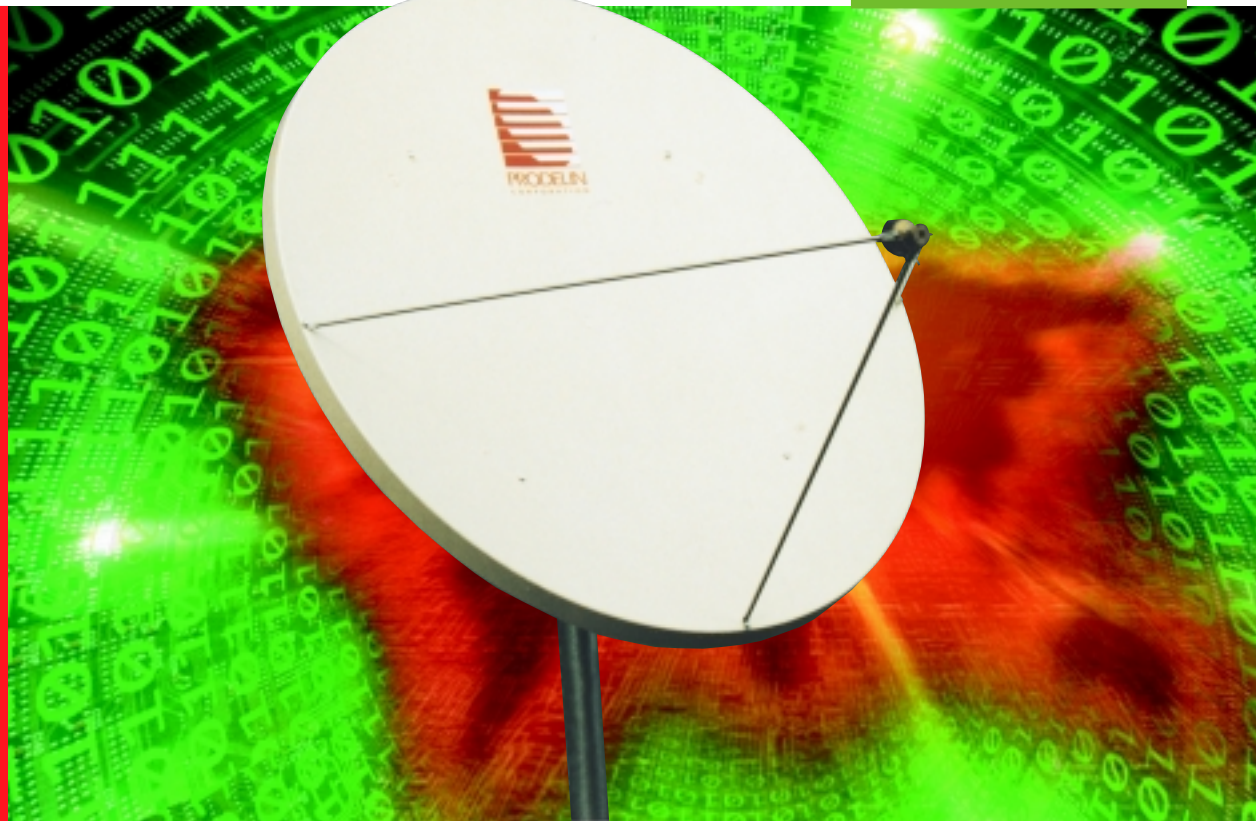
1.8M

C OR KU-BAND

RECEIVE ONLY

SERIES

1183



Prodelin Corporation is the world's largest manufacturer of Rx/Tx VSAT antennas. We have the broadest product line in the industry including Receive Only, Rx/Tx and Rural Telephony antenna systems. Prodelin offers nineteen antenna sizes, 47cm to 4.5M. Prodelin is the leader in obtaining type certifications and approvals for Intelsat, AsiaSat and Eutelsat. Prodelin antennas provide the best quality in the market due to the sophisticated, precision SMC compression molding process technology. Prodelin provides the best value antenna solution to the market with competitive prices, the highest quality products and superb engineering support. Prodelin is ISO registered, KEMA # 70022.01. *Prodelin - The Market Leader in VSAT Antennas.*



Back View
Series 1183



Option
Ku-Band Feed

Key Features

- Precision compression molded offset reflector
- Installation time reduced with improved mount design
- Fully galvanized steel Az/EI mount
- Reflector/Feed electrical anti-icing available
- Polar mount available

Receive Only
Series 1183

1.8M

C OR KU-BAND

RECEIVE ONLY

SERIES

1183

Electrical

	C-Band	Ku-Band
Antenna Size	1.8M (71 in.)	1.8M (71 in.)
Operating Frequency	3.625 - 4.2 GHz	10.95 - 12.75 GHz
Midband Gain (± .2dB)	35.5 dBi	45.5 dBi
3 dB Beamwidth	2.9°	.9°
Antenna Noise Temperature		
20° elevation	49 K	38 K
30° elevation	47 K	35 K
Polarization	Linear or Circular	Single or Dual Linear
First Sidelobe (typical)	- 20 dB	- 20 dB
Cross-Pol Isolation	>30 dB on axis	>30 dB on axis
VSWR	1.3:1 Max.	1.3:1 Max.
Feed Interface	CPR 229 F	Rectangular WR 75 or WC 75

Mechanical

Reflector Material	Glass Fiber Reinforced Polyester SMC
Antenna Optics	Prime Focus, One-Piece Offset Feed
Mast Pipe Size	3.5" SCH 40 Pipe (4.00" OD) 10.16 cm.
Elevation Adjustment Range	5° to 90°, Continuous Fine Adjustment
Azimuth Adjustment Range	360° Continuous
Shipping Specifications	160 lbs. (72 kg.)

Environmental Performance

Wind Loading	Operational	45 mph (72 km/h)
	Survival	125 mph (201 km/h)
Temperature	Operational	-40° to 140° F (-40° to 60° C)
	Survival	-50° to 160° F (-46° to 71° C)
Atmospheric Conditions	Salt, Pollutants and Contaminants as Encountered in Coastal and Industrial Areas	
Solar Radiation	360 BTU/h/ft ²	



1700 NE Cable Drive • Conover, NC 28613 USA
Tel: (828) 464-4141 • Fax: (828) 466-0860
www.prodelin.com

© Copyright 2000 Prodelin, a TriPoint Global Company.
All product specifications subject to change without notice.
The Prodelin logo is a trademark of TriPoint Global.

Anexo No.3 Especificaciones técnicas de la antena Prodelín de 2.4M C & KU-
BAND RECEIVE ONLY SERIES 1252 & 1253

2.4M

C & KU-BAND

RECEIVE ONLY

SERIES

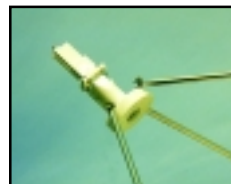
1252 & 1253



Prodelin Corporation is the world's largest manufacturer of Rx/Tx VSAT antennas. We have the broadest product line in the industry including Receive Only, Rx/Tx and Rural Telephony antenna systems. Prodelin offers nineteen antenna sizes, 47cm to 4.5M. Prodelin is the leader in obtaining type certifications and approvals for Intelsat, AsiaSat and Eutelsat. Prodelin antennas provide the best quality in the market due to the sophisticated, precision SMC compression molding process technology. Prodelin provides the best value antenna solution to the market with competitive prices, the highest quality products and superb engineering support. Prodelin is ISO registered, KEMA # 70022.01. *Prodelin - The Market Leader in VSAT Antennas.*



Back View
Series 1253



Option
C-Band Feed

Key Features

- Precision compression molded centered reflector
- Series 1252 - Az/EI Mount
- Series 1253 - Polar mount
- Low transportation cost with three panel reflector
- Individual panels interchangeable and field replaceable
- Galvanized steel mounts

Receive Only
Series 1252 & 1253

2.4M

C & KU-BAND

RECEIVE ONLY

SERIES

1252 & 1253

Electrical

Series 1252 & Series 1253

	C-Band	Ku-Band
Antenna Size	2.4M (96 in.)	2.4M (96 in.)
Operating Frequency (GHz)	3.625 - 4.2 GHz	10.95 - 12.75 GHz
Midband Gain (± .2dB)	37.5 dBi	47.0 dBi
3 dB Beamwidth	2.1°	.7°
Antenna Noise Temperature (normal)		
20° elevation	33 K	29 K
30° elevation	31 K	28 K
Feed Interface	CPR 229 F	WR 75
Cross-Pol Isolation (Linear)	>30 dB (on axis)	>30 dB (on axis)
First Sidelobe (typical)	- 20 dB	- 20 dB
Insertion Loss	0.2 dB Max.	0.2 dB Max.
VSWR	1.3:1 Max.	1.3:1 Max.

Mechanical

Reflector Material	Three Segment Glass Fiber Reinforced Polyester SMC	
Antenna Optics	Prime Focus, Axisymmetric	
Mast Pipe Size	5" SCH 40 Pipe (5.56" OD) 14.13 mm.	
Elevation Adjustment Range	0° to 90° Continuous Fine Adjustment	
Azimuth Adjustment Range	± 45° Fine, 360° Continuous	
f/D Ratio/Feed Support	.37/Tripod Feed Support	
Declination Corrected Polar Range	90° Arc Coverage with 24" Actuator, Available	
Shipping Specifications (Weight)	Az/EI: 205 lbs. (93 kg.)	Polar: 245 lbs. (111 kg.)

Environmental Performance

Wind Loading	Operational	50 mph (80 km/h)
	Survival	125 mph (201 km/h)
Temperature	Operational	-40° to 140° F (-40° to 60° C)
	Survival	-50° to 160° F (-46° to 71° C)
Rain	Operational	1/2" /hr
	Survival	2" /hr
Ice	Operational	-----
	Survival	1/2" radial
Atmospheric Conditions	Salt, Pollutants and Contaminants as Encountered in Coastal and Industrial Areas	
Solar Radiation	360 BTU/h/ft ²	



1700 NE Cable Drive • Conover, NC 28613 USA
Tel: (828) 464-4141 • Fax: (828) 466-0860
www.prodelin.com

© Copyright 2000 Prodelin, a TriPoint Global Company.
All product specifications subject to change without notice.
The Prodelin logo is a trademark of TriPoint Global.

Anexo No. 4 Digital Video Broadcast Modulator DM240



DM240

Digital Video Broadcast Modulator



DM240 Digital Video Broadcast Modulator and PCMCIA Feature Cards

HIGHLIGHTS

- ▶ Feature and Software Upgrades Readily Available Through Easy-to-Install PCMCIA Feature Cards
- ▶ Data Rates up to 238 Mbps (Variable in 1 bps steps)
- ▶ QPSK, 8PSK and 16 QAM Operation
- ▶ Rate 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8, 8/9
- ▶ Reed-Solomon Outer Coding
- ▶ Frequency-Agile 50 – 90, 100 – 180 or 950 – 1750 MHz
- ▶ EN 301-210, DVB and MPEG-2 Compliant
ITU-1294 System B (DSS) (Optional)
- ▶ Low Profile Chassis – 1U High (1.75")
- ▶ User Friendly Front Panel Interface
- ▶ Optional Redundancy Configuration

THE NEW STANDARD IN DVB PERFORMANCE

Radyne ComStream's DM240 High-Speed Video Broadcast Modulator is the ideal choice to meet the exacting standards of high data-rate Video, Internet and Fiber Restoral satellite applications. Meeting the DVB standard EN301-210, the unit supports 8PSK and 16QAM applications with symbol rates up to 68 Msps. Supporting a variety of data and IF interfaces, the DM240 is configurable to meet most high-speed satellite applications.

The powerful new onboard Monitor and Control (M&C) processor has the unique capability to download upgraded firmware and enhanced features from a field-changeable PCMCIA card. Offering unprecedented flexibility, this

feature represents a new level of Radyne ComStream's outstanding Customer Support. Additionally, features are added to the installed equipment base with extreme ease, allowing the equipment to expand with changes in service while lowering initial installation budgets.

The Modulator offers a frequency-agile IF output from 50 to 90, 100 to 180 or 950 to 1750 MHz in 100 Hz steps. Variable data rates from 1 Mbps to 238 Mbps can be set in 1 bps steps.

Additional features include the choice of remotely interfacing through one of three onboard connections: Ethernet, RS485, or RS232. The familiar Radyne ComStream front panel offers push-button control of all features and a backlit LCD display. Menus are specifically designed for ease of use and quick online operation as well as changes in all modulator configuration.

An optional 1:1 Redundancy Control Switch (RCS11) is available to provide the DM240 with superior system reliability.

**RADYNE
COMSTREAM**

DM240 Digital Video Broadcast Modulator

SPECIFICATIONS (EN301-210 AND EN300-421 COMPLIANT)

IF INTERFACE

Standard IF Specification

Tx IF :	70/140 MHz
IF Step Size:	100 Hz
Power Output:	+5 to -20 dBm
Power Output Accuracy:	+/- 0.5 dB
Power Output Stability:	+/- 0.5 dB
Carrier Mute:	-55 dB, Automatic on Frequency Change
Spurious:	-55 dBc, In-Band
Output:	-45 dBc, Out-of-Band
Output Impedance:	75 Ohm
Return Loss:	20 dB
Phase Noise:	100 Hz, -63 dBc 1 kHz, -73 dBc 10 kHz, -83 dBc 100 kHz, -96 dBc
Output Connector:	BNC Female

L-Band Specification

Tx IF :	950-1750 MHz
IF Step Size:	100 Hz
Power Output:	-5 to -30 dBm
Power Output Accuracy:	+/- 0.5 dB
Power Output Stability:	+/- 0.5 dB
Step Size:	0.1 dB
Carrier Mute:	-55 dB, Automatic on Frequency Change
Spurious:	-55 dBc, In-Band
Output:	-45 dBc, Out-of-Band
Output Impedance:	50 Ohm
Return Loss:	17 dB
Phase Noise:	100 Hz -63 dBc 1 kHz -73 dBc 10 kHz -83 dBc 100 kHz -96 dBc
Output Connector:	SMA

BASEBAND

Variable data rate:	1 to 238 Mbps
Step Size:	1 bps
Symbol Rate:	68 Msps max.

Forward Error Correction (FEC) Encoding

Inner Code:	PTCM (8PSK, 16QAM), QPSK (Viterbi)
Code Rates:	QPSK = 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 8PSK = 2/3, 5/6, 8/9 16 QAM = 3/4, 7/8
Outer Code:	Reed Solomon (204,188, T=8)
Interleaving:	Convolutional, I=12
Data Scrambling:	Per EN 300-421
Terrestrial Framing Modes:	204, 188, 187
Internal Clock Source	
Stability:	10 ppm
External Clock	
Accuracy:	100 ppm

MONITOR AND CONTROL

Interface:	Serial RS485 (Remote) and RS232 (Terminal) Ethernet 10BASE-T, 100BASE-T
Parameters Controlled:	IF Frequency IF Output Level IF Output On/Off Data Rate Symbol Rate Clock Polarity Data Polarity Inner Code Rate Test Modes
Parameters Monitored:	Faults Stored Faults

OPTIONAL DATA INTERFACES

Serial:	G.703, E3, T3, STS-1 DVB ASI RS422/449 (<16 Mbps) OC3 optical ATM optical STM-1 (Electrical)
Parallel:	RS422 (M2P, DVB) LVDS (M2P, DVB)

ENVIRONMENTAL

Prime Power	100-240 Vac, 50-60 Hz, 40 Watts Max.
Operating Temp:	0 to 50° C.
Humidity:	Up to 95%, Non-condensing
Storage Temp:	-20 to 70° C.
Humidity:	Up to 99%, Non-condensing

PHYSICAL

Weight:	10 pounds (4 Kg)
Size:	19" W x 17" D x 1.75" H 48.3 x 43.2 x 4.45 (cm)

OPTIONS

Output Impedance, 50 Ohm BNC (70/140 MHz) 48 Vdc Operation

CONFIGURATION SERIES

Series 100:	17.5 Mbps - 10 Msps, QPSK
Series 200:	78.75 Mbps - 45 Msps, QPSK
Series 300:	120 Mbps - 45 Msps, QPSK/8PSK
Series 400:	238 Mbps - 68 Msps, QPSK/8PSK/16QAM

U.S.A./Canada: 6340 Sequence Drive, San Diego, California 92121 USA Tel:+(1) 858.458.1800 Fax:+(1) 858.657.5404
3138 East Elwood Street, Phoenix, Arizona 85034 USA Tel:+(1) 602.437.9620 Fax:+(1) 602.437.4811
Latin America: 6413 Congress Avenue, Suite 220, Boca Raton, Florida, 33487 USA Tel:+(1) 561.988.1210 Fax:+(1) 561.988.8290
Europe/Middle East/Africa: Dunsfold Suite, 2nd Floor, Mill Pool House, Mill Lane, Godalming, Surrey, UK GU7 1EY Tel:+(44) 1483.421302 Fax:+(44) 1483.421303
China: Room 1501 Canway Building, 66 Lanilishi Road, Xicheng District, Beijing, 100045 Tel: (86) 10 6 804.2542 Fax: (86) 10 6 804.2524
Asia-Pacific: 15 McCullum Street, #12-04, NatWest Centre, Singapore, 069045 Tel: (65) 325.1951 Fax: (65) 325.1950
7th Floor Wisma Budi, Jl. H.R. Rasuna Said, Kav C-6 Jakarta, Indonesia 12940 Tel:+(62) 21.521.3295 Fax:+(62) 21.521.3343
Internet World Wide Web: <http://www.radynecomstream.com>

Price, specifications, and product availability subject to change without notice. All trademarks acknowledged.
©2000 Radyne ComStream Corporation. All rights reserved.

ML-0137 11/00



RADYNE
COMSTREAM

Anexo No.5 DVBeam 300 Data Receiver Card

DVBeam 300 Data Receiver Card

Sican has developed a satellite receiver card for data broadcasting via satellite. The Sican DVBeam 300 Data Card receives, demodulates and decodes an encrypted MPEG-2 DVB signal, enabling satellite data broadcasts using a standard PC. The open, programmable Sican API platform transmits IP data streams. The received data can be displayed immediately on the PC monitor, or can be stored on the hard disk for later retrieval.

Sican's DVBeam 300 Data Card creates a link between the satellite and the PC. It provides the perfect means to transport your data via satellite to PC.

Sican's Data Card adds DVB functionality to your desktop PC and server. The DVBeam 300 Data Card enables you to reach users around the world with data broadcasts via satellite. Possible applications for Sican's DVBeam 300 Data Card include data broadcasting, business broadcasting, interactive distance learning, telecommuting/teleworking and sales support (e.g. using POX systems).

Benefits

Sican's DVBeam 300 Data Card offers the following benefits:

- broadband internet connection via satellite directly to your desktop PC at work
- enables strategic marketing by using POX marketing measures for customers and external sales representatives, e.g. Point of Sale kiosks for retailers, city information systems
- expansion of existing corporate intranets

For example, using the Sican DVBeam Data Card, the user can surf the web, receive a stock ticker along the bottom of the PC screen and several software downloads and a daily electronic newspaper, all at the same time.

Intranet/Extranet

By connecting the Sican DVBeam Data Card to an intranet server, selected internal and external data can be distributed company-wide at very high speeds and low bandwidth. Corporate, marketing, financial and other information can be sent to specified groups of users. Using Intranet/Extranet technology, corporations can transfer large volumes of data from one site to another or to many sites.

Interactive Distance Learning

Continuous education is essential for many professionals. Yet, travelling to conferences and seminars is expensive and time-consuming. Using the DVBeam 300 Data Card, an interactive distance learning system can broadcast directly to the professional's office.

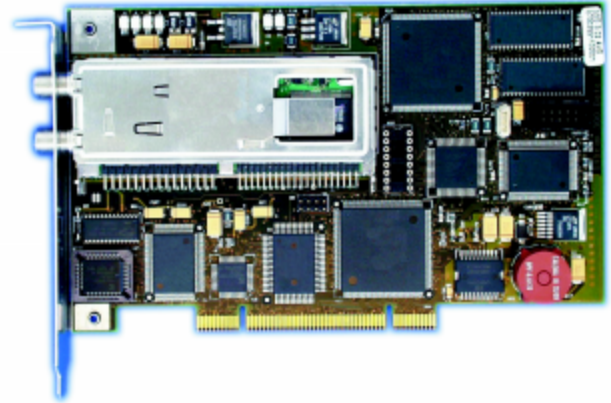


Fig. 1: The DVBeam 300 Data Card

In addition to offering interactive distance-learning services, educational institutions can use the Sican DVBeam 300 Data Card to communicate over long distances by sharing libraries and databases of research information.

By combining the satellite DVB/MPEG-2 technology with IP-based protocols and applications, Sican's DVBeam Data Card will enable service providers to improve their business and to provide new streams of revenue.

Features

Sican's DVBeam 300 Data Card offers the following features:

- open, programmable Sican API platform
- MPEG-2 transport (download 12 Mbit/s)
- QPSK demodulation
- conditional access system (optional)
- satellite front end
- further options: cable or terrestrial front end

DVB Compliant

The Sican DVBeam 300 Data Card complies with the worldwide DVB satellite standard. The Data Card will support applications anywhere around the globe, reducing the cost of implementing satellite networks significantly.

Conditional Access

On demand, Sican offers an on-board conditional access system, or a SmartCard interface as an additional option for the DVBeam Data Card. Sican can accommodate different conditional access requirements to fit the provider's specific needs. Using Sican's technology, internet service providers, broadcasters and other content providers can offer specialized information services on a subscription basis.

DVBeam 300 Data Technical Specifications

RF Tuner

External Connector	75 Ohm (F type female)
Loop Through Connector (optional)	75 Ohm (F type female)
Receiving Frequency	950 MHz to 2150 MHz
Input Signal Level	-25dBm to -65dBm
Nominal Input Impedance	75 Ohm
LNB Supply and Control	13/18V, 0/22 kHz DiSEqC 1.0 14V/19V line length compensation DiSEqC 1.1 return channel (optional)
Filter	Digital filters on board switchable SAW-Filter 27/55 MHz bandwidth (optional)

QPSK

Symbol Rates	1-45 Msymbols/s
--------------	-----------------

FEC

Decoding	Viterbi/Reed Solomon
Viterbi Inner Code	1/2, 2/3, 3/4, 4/5, 5/6, 6/7, 7/8, 8/9
Reed-Solomon Outer Code	204, 188, T=8

Conditional Access

CA Subsystem	Scientific Atlanta CA Power Vu (European DVB) DVB Common Descrambling Support DVB Common Interface
--------------	--

MPEG-2

System	ISO 13813-1 MPEG-2 Transport Stream MPEG-2 Program Stream (optional)
--------	---

PCI Interface

Bus System	PCI 2.1 compliant
Interface Protocol	Bus Master DMA
Host Bus Width	32-bit
Host Bus Burst Data Rate	132 Mbyte/s

Additional Interfaces

Smart Card Reader (optional)	ISO/IEC 7816 compliant
PCMCIA slot for DVB Common Interface module	

Electromagnetic Compatibility

Licence for Australia and New Zealand	AS/NZS 3548 B
---------------------------------------	---------------

Licence for Europe	EN55022 Class B EN50082 -1 EN55013 EN55020
--------------------	---

Licence for USA and Canada	FCC Part 15 Class B
----------------------------	---------------------

Safety Regulations

Europe and International	IEC 60950, IEC 60065 (Satellite Receiver Portion)
USA:	UL1950, UL1492 (Satellite Receiver Portion)
Canada:	CSA950, CSA E65 (Satellite Receiver Portion)



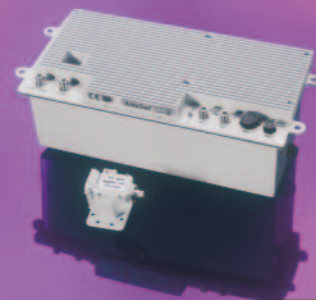
- Sican GmbH, Garbsener Landstr. 10, 30419 Hannover, Germany
Tel +49 (0)511 277-1491, Fax +49 (0)511 277-2490, www.sican.de, info@sican.de
- US Office: Sican Microelectronics Corp., 1032 Elwell Court, Suite 222, Palo Alto, CA 94303
Tel +1 650 625-1888, Fax +1 650 625-1818, www.sican.com, info@sican.com



Anexo No.6 EXTENDED C-BAND VSAT TRANSCEIVER SERIES
0, 2, 5, 10, 20 and 30 Watts

EXTENDED C-BAND VSAT TRANSCEIVER SERIES

0, 2, 5, 10, 20 and 30 Watts



AnaSat® 5EC

EC 0-30

GENERAL DESCRIPTION

AnaCom's series of Extended C-band VSAT transceivers are available in transmitter output levels up to 100 Watts, in single or redundant configurations. Type N for 0-20W, Waveguide for 30W. These transceivers are ruggedly built for continuous outdoor duty in all types of environments. They are especially suitable for SCPC, MCPC, and DAMA applications.

The up converter, down converter, power amplifier, monitor and control and power supply are included in a single enclosure and the only cabling required to the indoor equipment are IF cables. The LNC connects to the transceiver with a single coaxial cable. An ovenized, high stability crystal oscillator is used to lock the TX and RX synthesizers. The onboard microprocessor is used to give additional temperature and aging compensation.

FEATURES

- Built in test facilities for improved maintainability and reduced dependence on external test equipment
- No indoor equipment is needed
- Frequency agile radio equipment. Completely independent TX and RX frequency selection
- Superior phase noise
- Flexible, universal power supply

FLEXIBLE APPLICATIONS

- Rural telecommunications expansion
- Industrial networking
 - LAN and WAN extensions
 - Data distribution and collection
 - Emergency link restoration
 - Conventional voice traffic
 - Remote surveillance
 - Broadcast
 - Point-of-Sales systems
 - Video teleconferencing

BUILT IN TEST EQUIPMENT

To improve and simplify maintenance routines, an external terminal (*or computer*) can be connected to monitor a number of critical parameters without use of additional test equipment. These include:

- Transmitter power output level
- TX/RX IF input level
- Power supply voltages
- TX/RX synthesizer loop voltages
- Internal Temperature
- Alarm Details

CONTROLLABLE FUNCTIONS FROM THE TERMINAL

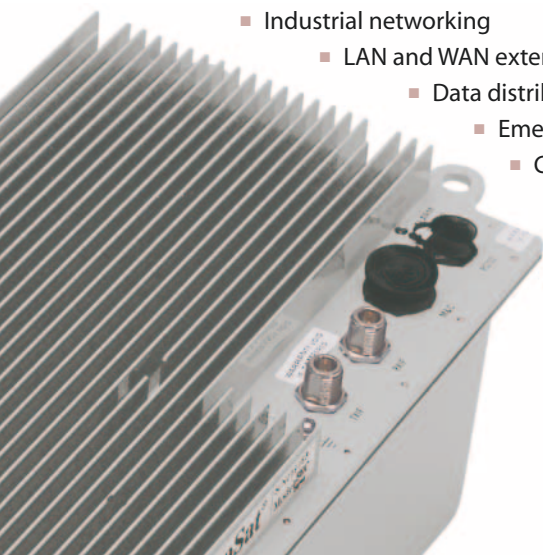
- TX frequency and gain (*ON / OFF feature*)
- RX frequency and gain (*independent from TX*)

COMPREHENSIVE MONITOR & CONTROL

A powerful Monitor & Control feature allows you to monitor and control the transceiver on the same M&C bus with most indoor equipment such as modems and multiplexers. The Monitor & Control system can be used in combination with the unit's internal metering function to monitor operational parameters.

BENEFITS

- A family of products with significant commonality minimizes demands for spares and training
- "Last Touch" controls allow for remote configuration or local (*manual*) configuration
- Flash memory means that the transceiver always powers up with exactly the same operating conditions as when it lost power (*or was turned off*)
- Comprehensive maintenance features for operational effectiveness and minimum outages
- Simple installation



 ANACOM, INC.

an evolution in communication

	0 dBm	2 Watts	5 WATTS	10 WATTS	20 WATTS	30 WATTS	
TRANSMIT CHARACTERISTICS	1 dB COMPRESSION POINT	8 dBm	33 dBm	37 dBm	40 dBm	44.8 dBm	
	TX GAIN	30 dB	64 dB	68 dB	71 dB	74 dB	76 dB
	TX GAIN ADJUSTMENT RANGE	+6 to -20 dB M&C controlled					
	TX LEVEL FLATNESS	±1.5 dB / 36 MHz					
	TX GAIN VARIATION	±1.5 dB over frequency and temperature					
	TX INPUT IF FREQUENCY	52 to 88 MHz					
	TX INPUT IF IMPEDANCE	50 ohms (75 ohms optional)					
	TX INPUT IF LEVEL	-30 dBm ±10 dB (+20 dBm MAX)					
	TX OUTPUT FREQUENCY	5.850 to 6.425 GHz					
	TX FREQUENCY STEP SIZE	1 MHz M&C controlled					
	TX PHASE NOISE	100 Hz: -60 dBc, 1 KHz: -70 dBc 10 KHz: -80 dBc, 100 KHz: -90 dBc					
	TX LINEARITY	-33 dBc (2 carriers @ 9 dB back-off)					
TX INSTANTANEOUS BANDWIDTH	±18 MHz						

RECEIVER CHARACTERISTICS	RX INPUT FREQUENCY	3.625 – 4.200 GHz				
	RX FREQUENCY STEP SIZE	1 MHz M&C controlled				
	RX OUTPUT FREQUENCY	52 to 88 MHz				
	RX INSTANTANEOUS BANDWIDTH	±18 MHz				
	RX GAIN	85 to 100 dB M&C controlled				
	RX GAIN VARIATION	± 1.5 dB over frequency and temperature				
	RX NOISE FIGURE	0.9 dB (65K) MAX / Optional 0.63 dB (45K) and 0.49 dB (35K)				
	RX LINEARITY	-35 dBc intermod, MAX				
	RX PHASE NOISE	100 Hz: -60 dBc, 1 KHz: -70 dBc 10 KHz: -80 dBc, 100 KHz: -90 dBc				
RX OUTPUT IMPEDANCE	50 ohms (75 ohms optional)					

SYSTEM	PORTS	1 RS-232 and 1 RS-485 / RS 232 configurable				
	PROTOCOL	RS-232 port supports any "dumb terminal" or ASCII interface RS-485 port supports addressed packetized data per ANACOM Supervisor™ software specifications				
	ALARM RELAYS	FORM C for MAJOR and MINOR alarms; isolated				
	VISUAL INDICATORS	GREEN LED (flashing) indicates power is active RED LED indicates a summary alarm				
	POWER	100 to 242 VAC; 47 to 63 Hz				

ENVIRONMENTAL	TEMPERATURE	-40 to +50°C operational -60 to +75°C storage				
	ALTITUDE	15,000 ft (5,000 meters) MAX				
	RAIN	20 inches per hour				
	WIND	150 miles per hour				
	VIBRATION	1.0 g random operational, 2.5 g random survival				
	SHOCK	10 g operational, 40 g survival				
REUSABLE CUSTOM DESIGNED PACKAGING	Exceeds 1 meter 10 point drop method					

	100W	150W	220W	340W	600W	735W	
OTHER	PRIME POWER REQUIREMENT	100W	150W	220W	340W	600W	735W
	WEIGHT	23 lbs (10.5 kg)	27 lbs (12.3 kg)	29 lbs (13.2 kg)	32 lbs (14.5 kg)	39 lbs (17.7 kg)	57 lbs (25.9 kg)
	TRANSCEIVER SIZEE — 0 dBm, 2W, 5W	21.6" x 9.0" x 7.0" (549 x 229 x 178 mm)					
	— 10W	21.6" x 9.0" x 11.6" (549 x 229 x 295 mm)					
	— 20W	21.6" x 9.0" x 13.5" (549 x 229 x 343 mm)					
	— 30W	21.6" x 9.0" x 15" (549 x 229 x 381 mm)					
LNC SIZE / WEIGHT	3.7" x 2.8" x 3.9" (91 x 71 x 99 mm) / 2.0 lbs (0.9 kg) max.						

Anexo No. 7 EXTENDED KU-BAND VSAT TRANSCEIVER SERIES
6 8, 16, 20, 23 and 25 Watts

EXTENDED KU-BAND VSAT TRANSCEIVER SERIES

8, 16, 20, 23 and 25 Watts



AnaSat® 16EKu

EKu 8-25

GENERAL DESCRIPTION

AnaCom's Extended Ku-Band VSAT transceivers integrate all necessary functions into a small, highly integrated out-door package which provides excellent reliability in a wide range of environments and functions. The up converter, down converter, power amplifier, monitor and control and power supply are included in a single enclosure and the only cabling required to the indoor equipment are the IF cables. The LNC connects to the transceiver with a single coaxial cable.

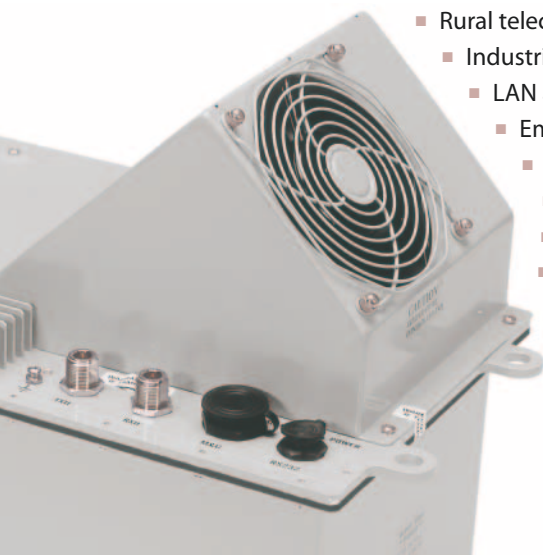
An ovenized, high stability crystal oscillator is used to lock the TX and RX synthesizers. The onboard microprocessor is used to give additional temperature and aging compensation. These transceivers are ruggedly built for continuous outdoor duty in all types of environments. They are especially suitable for SCPC, MCPC, and DAMA applications.

FEATURES

- No indoor equipment is needed
- Built in test facilities for improved maintainability and reduced dependence on external test equipment
- Frequency agile radio equipment. Completely independent TX and RX frequency selection
- Superior phase noise
- Flexible and universal power supply

FLEXIBLE APPLICATIONS

- Data distribution and collection
- Rural telecommunications
- Industrial networking
 - LAN and WAN extensions
 - Emergency link restoration
 - Remote surveillance
 - Broadcast
 - Point-of-Sales systems
 - Conventional voice traffic
 - Video teleconferencing



BUILT IN TEST EQUIPMENT

To improve and simplify maintenance routines, an external terminal (*or computer*) can be connected to monitor a number of critical parameters without use of additional test equipment. These include:

- Transmitter power output level
- TX/RX IF input level
- Power supply voltages
- TX/RX synthesizer loop voltages
- Internal Temperature
- Alarm Details

CONTROLLABLE FUNCTIONS FROM THE TERMINAL

- TX frequency and gain (*ON / OFF feature*)
- RX frequency and gain (*independent from TX*)

COMPREHENSIVE MONITOR & CONTROL

This powerful feature allows you to monitor and control the transceiver on the same M&C bus with most indoor equipment such as modems and multiplexers. The Monitor & Control system can be used in combination with the unit's internal metering function to monitor operational parameters.

BENEFITS

- A family of products with significant commonality minimizes demands for spares and training
- "Last Touch" controls allow for remote configuration or local (*manual*) configuration
- Flash memory means that the transceiver always powers up with exactly the same operating conditions as when it lost power (*or was turned off*)
- Comprehensive maintenance features for operational effectiveness and minimum outages
- Simple installation

 **ANACOM, INC.**

an evolution in communication

	8 WATTS	16 WATTS	20 WATTS	23 WATTS	25 WATTS	
TRANSMIT CHARACTERISTICS	1 dB COMPRESSION POINT	39 dBm	42 dBm	43 dBm	43.6 dBm	44 dBm
	TX GAIN	70 dB	73 dB	76 dB	77 dB	77 dB
	TX GAIN ADJUSTMENT RANGE	+6 to -20 dB M&C controlled				
	TX LEVEL FLATNESS	±1.5 dB / 36 MHz				
	TX GAIN STABILITY	±1.5 dB over temperature and frequency				
	TX INPUT IF FREQUENCY	52 to 88 MHz (optional 140 MHz)				
	TX INPUT IF IMPEDANCE	50 ohms (75 ohms optional)				
	TX INPUT IF LEVEL	-30 dBm ±10 dB (+20 dBm MAX)				
	TX OUTPUT FREQUENCY	13.75 to 14.25 GHz				
	TX FREQUENCY STEP SIZE	1 MHz M&C controlled				
	TX PHASE NOISE	100 Hz: -60 dBc, 1 KHz: -70 dBc 10 KHz: -80 dBc, 100 KHz: -90 dBc				
TX LINEARITY	-30 dBc (2 carriers @ 9 dB back-off)					
TX INSTANTANEOUS BANDWIDTH	±18 MHz					
RECEIVER (w/LNC) CHARACTERISTICS	RX INPUT FREQUENCY	10.95 – 12.75 GHz				
	RX FREQUENCY STEP SIZE	1 MHz M & C controlled				
	RX OUTPUT FREQUENCY	52 to 88 MHz				
	RX INSTANTANEOUS BANDWIDTH	±18 MHz				
	RX GAIN	85 to 100 dB M&C controlled				
	RX GAIN VARIATION	±1.5 dB over temperature and frequency				
	RX NOISE FIGURE	1.9 dB (160°K), 1.4dB (110°K) Optional				
	RX LINEARITY	-35 dBc intermod, MAX				
	RX PHASE NOISE	100 Hz: -60 dBc, 1 KHz: -70 dBc 10 KHz: -80 dBc, 100 KHz: -90 dBc				
RX OUTPUT IMPEDANCE	50 ohms (75 ohms optional)					
SYSTEM	PORTS	1 RS-232, and 1 RS-485/RS-232 configurable				
	PROTOCOL	RS-232 port supports any "dumb terminal" or ASCII interface RS-485 port supports addressed packetized data per ANACOM Supervisor™ software specifications				
	ALARM RELAYS	FORM C for MAJOR and MINOR alarms; isolated				
	VISUAL INDICATORS	GREEN LED (flashing) indicates power is active RED LED indicates a summary alarm				
	POWER	100 to 242 VAC; 47 to 63 Hz				
ENVIRONMENTAL	TEMPERATURE	-40 to +50°C operational -60 to +75°C storage				
	ALTITUDE	15,000 ft (5,000 meters) MAX				
	RAIN	20 inches per hour				
	WIND	150 miles per hour				
	VIBRATION	1.0 g random operational, 2.5 g random survival				
	SHOCK	10 g operational, 40 g survival				
REUSABLE CUSTOM DESIGNED PACKAGING	Exceeds 1 meter 10 point drop method					
OTHER	PRIME POWER REQUIREMENT	400W	690W	700W	710W	720W
	WEIGHT	28 lbs (12.7 kg)	37 lbs (16.8 kg)	40 lbs (18 kg)	40 lbs (18 kg)	40 lbs (18 kg)
	TRANSCEIVER SIZE — 8W	21.6" x 9.0" x 11.6" (549 x 229 x 295 mm)				
	— 16W, 20W, 23W, 25W	21.6" x 12.9" x 13" (549 x 328 x 330 mm)				
LNC SIZE / WEIGHT	8.4" x 2.9" x 1.8" (213 x 74 x 46 mm) / 1.2 lbs (0.54 kg) max.					

Anexo No.8 TDR6 Modular Professional Network IRD



TDR6

Modular Professional Network IRD



HIGHLIGHTS

- ▶ SDTV and HDTV formats
- ▶ Modular construction with six module slots for flexibility
- ▶ 4:2:2 and 4:2:0 SDTV video processing
- ▶ Analog and digital outputs
- ▶ Up to eight stereo audio channels
- ▶ MPEG or AC3 audio
- ▶ Four switchable L-band inputs on the DVB[®] QPSK/8PSK/16QAM satellite receiver
- ▶ SDI with embedded audio
- ▶ BISS Mode 1 and E
- ▶ DVB 4:2:2 expanded windows VBI data support

DESCRIPTION

Performance

The TDR6 is a high performance, modular receiver/decoder providing a high degree of flexibility to meet a variety of standard definition (SDTV) and high definition (HDTV) applications.

The modular design makes the TDR6 easy to adapt to changing requirements in digital TV contribution and distribution networks. A total of six module slots allow the flexibility of using common equipment for a variety of applications in SDTV requiring MPEG 4:2:2 Studio Profile @ Main Level or 4:2:0 Main Profile @ Main Level and HDTV requiring MPEG 4:2:0 Main Profile @ High Level video processing. The basic TDR6 provides a modular chassis including a backplane, universal power supply, and system control module with auxiliary input and data options.

Video

The TDR6 supports NTSC and PAL formats through the TDEC-6100 SD Decoder Module. Video output provides both analog composite and serial digital (SDI) with embedded audio. Video processing may be in MPEG 4:2:2 or 4:2:0 formats automatically sensed by the decoder. The TDR6 also supports decoding of HDTV signals in either 1080i or 720p formats through the use of a TDEC-6161 HD Decoder Option Module. Video output provides 1.5 Gbps SDI.

Audio

The TDR6 decodes up to two stereo (four mono) channels of audio in the standard configuration using the TDEC-6100 SD Decoder Module. A total of four additional stereo (eight mono) channels of MPEG audio or ATSC audio (with external decoders) may be decoded using the TAUD-6100 Digital Audio Module.

Auxiliary Data

In its basic configuration, using the TMAC-6125 Monitor and Control module, the TDR6 can support two channels of synchronous data up to 2048 kbps or asynchronous data up to 34.8 kbps on EIA-232 and EIA-422 ports.

Input Interfaces

The TDR6 can be configured for various inputs through the selection of input option modules. For example, a TDEM-6110 QPSK/8PSK/16QAM Receiver Module allows the TDR6 to perform as an SDTV or HDTV IRD with four selectable L-band inputs.

Operator Control

The TDR6 provides an intuitive menu of front panel operator controls with a bright display of the decoder functions. This is augmented by remote control of the functions through the Ethernet interface or by ASCII commands via the EIA-232 remote control interface.

TDR6



TECHNICAL SPECIFICATIONS

FACTORY-CONFIGURABLE FEATURES

INPUT INTERFACE MODULES	TDEM-6110 Receiver Module – Four Input QPSK/8PSK/16QAM Receiver <ul style="list-style-type: none">• Four selectable L-band inputs• DVB®-compliant FEC decoding, deinterleaving, and descrambling• LNB power supplied through the L-band feed cable, 18V, 13V or Off selectable, 350 mA maximum current
HDTV DECODING	TDEC-6161 HD Decoder Module
HD VIDEO PROCESSING	<ul style="list-style-type: none">• MPEG-2 4:2:0 Main Profile @ High Level (up to 70 Mbps)• ATSC resolutions: 1920 x 1080i (30 and 29.97 fps) and 1280 x 720p (60 and 59.94 fps)
HD VIDEO OUTPUT	TDEC-6161 HD Decoder Module <ul style="list-style-type: none">• Two serial digital outputs per SMPTE 292M SDI @ 1.485 Gbps, two BNC connectors
HD AUDIO OUTPUT	TAUD-6100 Digital Audio Module <ul style="list-style-type: none">• Four AES/EBU digital stereo pairs (eight mono channels) via four BNC connectors• MPEG decoding and Dolby AC3 decoding of 2- or 5.1-channels through an external decoder
SDTV DECODING	TDEC-6100 SD Decoder Module
SD VIDEO PROCESSING	<ul style="list-style-type: none">• MPEG-2 4:2:0 Main Profile @ Main Level (1 to 15 Mbps)• MPEG-2 4:2:2 Studio Profile @ Main Level (2.5 to 50 Mbps)• Horizontal resolutions: 720, 704, 544, 480, and 352• Vertical resolutions: 480/240 (NTSC) and 576/288 (PAL)
SD VIDEO OUTPUT	TDEC-6100 SD Decoder Module <ul style="list-style-type: none">• Composite analog NTSC (525) or PAL (625), BNC connector• Serial digital component video (SMPTE 259M), BNC connector
SD VBI DATA	TDEC-6100 SD Decoder Module <ul style="list-style-type: none">• Proprietary passage of NTSC line 21 closed captions• DVB 4:2:2 expanded windows carries WSS, VPS, VITC, CC, AMOL, XDS, etc.
SD AUDIO OUTPUT	TDEC-6100 SD Decoder Module <ul style="list-style-type: none">• Two AES3 digital stereo pair, XLR• Two AES3 digital stereo pairs @ 48 kSps, embedded in SDI, per SMPTE 272A• Two analog stereo pair, terminal block connector TAUD-6100 Digital Audio Module <ul style="list-style-type: none">• Four AES3 digital stereo pair, BNC• Dolby AC3 pass-through of 2 or 5.1 channels for an external Dolby decoder, 64 to 640 kbps @ 48 kSps• MPEG Layer II, sampling rates of 32, 44.1, and 48 kSps, output rates from 64 to 384 kbps

STANDARD FEATURES

DATA PROCESSING	TMAC-6125 Monitor and Control Module <ul style="list-style-type: none">• DVB® ASI transport input and DVB ASI transport output, BNC connectors• Two independently programmable auxiliary data ports on DB-9 connectors<ul style="list-style-type: none">• Asynchronous: 1200 to 38400 bps, EIA-232 and EIA-422 levels• Synchronous: 1 to 2048 kbps, resolution 1 bps, EIA-422 levels
CONDITIONAL ACCESS	<ul style="list-style-type: none">• PGCA proprietary conditional access• BISS (Basic Interoperable Scrambling System) Modes 0, 1, and E
FRONT PANEL CONTROL	Pushbuttons, illuminated LCD, bright indicator LEDs
PHYSICAL	<ul style="list-style-type: none">• 2U standard 19" rack-mount – 8.9 cm high, 48.3 cm wide, 58.4 cm deep (3.5" x 19" x 23")• Weighs less than 10.5 kg (23 lbs)
POWER SUPPLY	Autosensing, autoranging 90 to 240 VAC, 50 to 60 Hz universal power supply, 44 Watts (typical)
OPERATING CONDITIONS	Ambient temperature: 0° to 45°C
TYPICAL MODULE SELECTIONS	<i>HDTV</i> : TMAC-6125 Monitor and Control Module, TDEC-6161 HD Decoder Module, TAUD-6100 Digital Audio Module, and TDEM-6110 Receiver Module <i>SDTV</i> : TMAC-6125 Monitor and Control Module, TDEC-6100 SD Decoder Module, and TDEM-6110 Receiver Module

U.S.A./Canada: 3138 East Elwood Street, Phoenix, Arizona 85034 USA Tel: +(1) 602.437.9620 Fax: +(1) 602.437.4811
6340 Sequence Drive, San Diego, California 92121 USA Tel: +(1) 858.458.1800 Fax: +(1) 858.657.5400

Europe/Middle East/Africa: 8, Oriol Court, Omega Park Wilson Road, Alton, GU34 2YT, United Kingdom Tel: +(44) 1420.544.200 Fax: +(44) 1420.88.999

Latin America: 7700 Congress Ave., #2105, Boca Raton, Florida 33487 USA Tel: +(1) 561.988.1210 Fax: +(1) 561.988.8290

China: Room 405, Building B, Heqiao Mansion, No. 8 Guanghua Road, Chaoyang District, Beijing 100026 China Tel: +(86) 10.658.31975 Fax: +(86) 10.658.31974

Asia-Pacific: 15 McCallum Street, #12-04, NatWest Centre, Singapore 069045 Tel: +(65) 6225.4016 Fax: +(65) 6325.1950

Jl M.T. Haryono Kav 25, Jakarta, Indonesia 12820 Tel: +(62) 21.521.3733 Fax: +(62) 21.252.0142
www.radn.com

Prices, specifications, and product availability subject to change without notice. All trademarks acknowledged.

© Copyright 2003 Radyne ComStream Corporation. All rights reserved.

ML-0162B 01/03



Anexo No. 9 TDR60 Professional MPEG-2 DVB IRD



TDR60

Professional MPEG-2 DVB IRD



HIGHLIGHTS

- ▶ *MPEG-2 DVB-compliant IRD for professional television applications*
- ▶ *DVB ASI input*
- ▶ *Ideal for receiving sports contribution, DSNG and network distribution*
- ▶ *Supports both single program and multi-program transport streams*
- ▶ *Professional quality NTSC and PAL composite video*
- ▶ *DVB Teletext and Closed Captions*
- ▶ *Serial Digital (SDI) component video*
- ▶ *2 stereo audio pairs in analog and AES digital format*
- ▶ *Compact 1U rack mount chassis*

DESCRIPTION

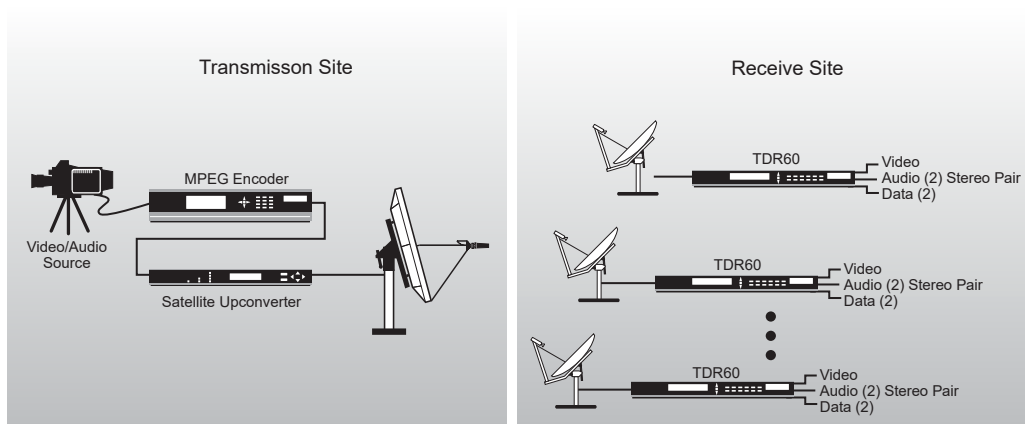
Performance

The TDR60 is used for standard definition broadcast television (SDTV) distribution and monitoring, digital satellite news gathering (DSNG) and sports/event contribution feeds that require reception and decoding of professional quality MPEG-2 digital television signals.

For satellite broadcast networks, the TDR60 receives and decodes video and audio at programmable DVB QPSK symbol rates from 2 to 30 MSps. The outputs include one NTSC or PAL composite analog video, one serial digital (SDI) video, two analog stereo audio, two AES digital stereo audio, one synchronous auxiliary data channel, and one asynchronous auxiliary data channel.

DVB-Teletext is automatically detected, processed and included in the composite PAL video output, according to the user configuration.

In addition to receiving DVB-compliant digital satellite signals, the TDR60 can decode transport streams provided on the integral DVB-ASI input port. This allows the TDR60 to decode transport streams that are received from terrestrial networks and to perform valuable system confidence monitoring and troubleshooting functions.



TDR60

TECHNICAL SPECIFICATIONS

INPUT	<ul style="list-style-type: none">• DVB-ASI (BNC female)• L-Band, 950-2150 MHz, F-connector (female)<ul style="list-style-type: none">• Variable QPSK symbol rate 2 to 30 MSps• Input levels -65 to -25 dBm• DVB®-compliant FEC decoding, deinterleaving and descrambling• Return loss greater than 8 dB
LNB POWER	Supplied through the L-Band feed cable, 13/18V selectable, 350mA maximum
VIDEO PROCESSING	<ul style="list-style-type: none">• MPEG-2 Studio Profile @ Main Level (4:2:2) auto-detected• MPEG-2 Main Profile @ Main Level (4:2:0) auto-detected• Compressed video rates up to 50 Mbps• Horizontal resolutions of 720, 704, 544, 480 and 352 pixels per line• Vertical resolutions of 240/480 (NTSC) and 288/576 (PAL)• Horizontal and vertical filtering for SIF expansion to ITU-R recommendation BT-601• 4:3 and 16:9 aspect ratios
VBI	<ul style="list-style-type: none">• DVB-teletext for World System Teletext (WST)• Tiernan proprietary closed caption (NTSC line 21)• DVB 4:2:2 expanded windows carries WSS, VPS, VITC, CC, AMOL, XDS, etc.
VIDEO OUTPUT	<ul style="list-style-type: none">• Composite analog NTSC, PAL — BNC (female) connector• Serial digital component video (SMPTE 259M) — BNC (female) connector
AUDIO PROCESSING	<ul style="list-style-type: none">• MPEG Layer I or Layer II• Sampling rates of 32, 44.1, and 48 kHz• Input rates from 64 to 384 kbps
AUDIO OUTPUT	<ul style="list-style-type: none">• Two AES/EBU digital stereo pairs — BNC connectors• Two balanced analog stereo pairs — XLR (male) connectors• Per EIA/TIA-250-C• Each audio channel may be used in stereo mode or as independent mono channels
DATA OUTPUT	<ul style="list-style-type: none">• One EIA-422 Synchronous data on a DB-15 HD (female) up to 2,048 kbps• One EIA-232 Asynchronous data on a DB-9 (female) up to 9,600 baud
CONDITIONAL ACCESS	PGCA Tiernan proprietary conditional access
REMOTE CONTROL	EIA-232-D on a DB-9 (male) connector, DTE, ASCII commands
FAULT MONITORING	Relay contact closure on alarm condition
FRONT PANEL CONTROL	Menu-driven illuminated LCD display with keypad for configuration and monitoring, TV service identification, status and fault monitoring (battery-backed real time clock)
PHYSICAL SPECIFICATIONS	<ul style="list-style-type: none">• 1U – 4.4 cm high, 43.2 cm wide, 42.4 cm deep (1.75" x 17" x 16.7")• Weighs 6.2kg (14 lbs)
POWER SUPPLY	<ul style="list-style-type: none">• Auto-sensing, auto-ranging 90 to 240 VAC• 50/60 Hz universal power supply• 60W maximum, 50W typical
OPERATING CONDITIONS	Ambient temperature: 0° to +50° C

U.S.A./Canada: 3138 East Elwood Street, Phoenix, Arizona 85034 USA Tel: +(1) 602.437.9620 Fax: +(1) 602.437.4811

6340 Sequence Drive, San Diego, California 92121 USA Tel: +(1) 858.458.1800 Fax: +(1) 858.657.5400

Europe/Middle East/Africa: 8, Oriol Court, Omega Park Wilson Road, Alton, GU34 2YT, United Kingdom Tel: +(44) 1420.544.200 Fax: +(44) 1420.88.999

Latin America: 7700 Congress Ave., #2105, Boca Raton, Florida 33487 USA Tel: +(1) 561.988.1210 Fax: +(1) 561.988.8290

China: Room 405, Building B, Heqiao Mansion, No. 8 Guanghua Road, Chaoyang District, Beijing 100026 China Tel: +(86) 10.658.31975 Fax: +(86) 10.658.31974

Asia-Pacific: 15 McCallum Street, #12-04, NatWest Centre, Singapore 069045 Tel: +(65) 6225.4016 Fax: +(65) 6325.1950

Jl M.T. Haryono Kav 25, Jakarta, Indonesia 12820 Tel: +(62) 21.521.3733 Fax: +(62) 21.252.0142

www.radn.com

Prices, specifications, and product availability subject to change without notice. All trademarks acknowledged.

© Copyright 2002 Radyne ComStream Corporation. All rights reserved.

ML-0173A 10/02



Anexo No. 10 TDR777 Professional MPEG-2 DVB IRD



TDR777

Professional MPEG-2 DVB IRD



HIGHLIGHTS

- ▶ Economical integrated receiver/decoder (IRD) for professional television network applications
- ▶ MPEG-2 DVB-compliant
- ▶ Video decoding of MPEG 4:2:0 MP@ML
- ▶ Supports both SCPC and MCPC applications
- ▶ Low-profile 1U rack-mount chassis
- ▶ Supports PGCA conditional access

DESCRIPTION

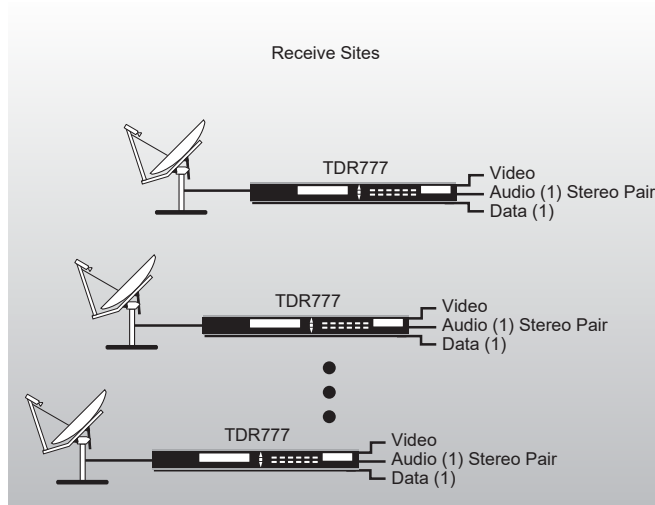
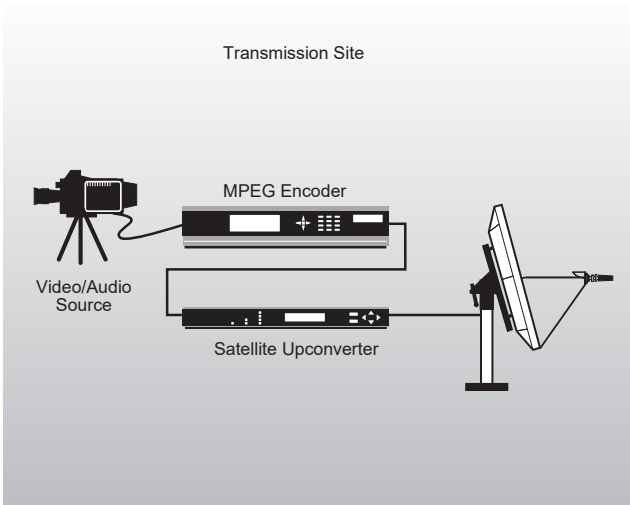
Performance

Applications for the TDR777 IRD include business television networks, distance learning, teleconferencing, broadcast monitoring, DSNG, and cable headend reception.

The TDR777 receives and decodes video and audio at programmable DVB QPSK symbol rates from 2 to 30 MSps. The output includes one NTSC or PAL composite analog video, one stereo analog audio pair, and a data channel.

Tiernan products are fully compliant with MPEG-2 and DVB standards and can be used in systems with equipment from any MPEG-2/DVB compliant manufacturer.

The TDR777 is simple to operate using a front panel keypad and LCD display. The display is illuminated for enhanced visibility in a wide range of operating environments. The rugged chassis is lightweight and can be configured for rack-mount as well as desktop installations.



TDR777

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Input	<ul style="list-style-type: none">• L-Band, 950-2150 MHz, F-connector (female)• Variable QPSK signal rate from 2 to 30 MSps• Input levels -65 to -25 dBm• DVB-compliant FEC decoding, deinterleaving and descrambling• Return loss greater than 8 dB
LNB Power	Supplied through the L-band feed cable, 13V,18V, or Off selectable, 350 mA maximum
Video Processing	<ul style="list-style-type: none">• MPEG-2 Main Profile @ Main Level (ISO/IEC 13818-2)• Compressed video rates from 1 to 15 Mbps• Horizontal resolution of 720, 704, 544, 480 and 352 pixels• Vertical resolutions of 240/480 (NTSC) and 288/576 (PAL)• Horizontal and vertical filtering for SIF expansion to ITU-R recommendation BT-601• 4:3 aspect ratio
VBI	Tiernan-proprietary closed captioning (Line 21)
Video Output	Composite analog NTSC or PAL (including PAL M) - BNC female
Audio Processing	<ul style="list-style-type: none">• MPEG Layer I or Layer II• Sampling rates of 32, 44.1, and 48 kHz• Input rates from 64 to 384 kbps
Audio Output	<ul style="list-style-type: none">• One analog stereo pair balanced on XLR (male)• Per EIA/TIA - 250 - C• Audio channels may be used in stereo mode or as two independent mono channels
Data Output	One data output configurable as EIA-232 asynchronous on a DB-9 connector (female) at 75 bps - 19.2 kbps
Conditional Access	PGCA Tiernan-proprietary conditional access
Remote Control	EIA-232-D on a DB-9 (male) connector, DCE, ASCII commands
Front Panel Control	Menu-driven illuminated LCD display with keypad for configuration, TV service identification, status and monitoring
Physical Specifications	<ul style="list-style-type: none">• 1U rack mount — 4.4 cm high, 43.2 cm wide, 42.4 cm deep (1.75" x 17.0" x 16.7")• Weight: 6.04kg/13.5 lbs Maximum
Power Supply	<ul style="list-style-type: none">• Auto-sensing, auto-ranging 90 to 240 VAC• 50/60 Hz universal power supply• 45 Watts maximum consumption
Operating Conditions	<ul style="list-style-type: none">• Temperature: 0° to 50° C

U.S.A./Canada: 3138 East Elwood Street, Phoenix, Arizona 85034 USA Tel: +(1) 602.437.9620 Fax: +(1) 602.437.4811

6340 Sequence Drive, San Diego, California 92121 USA Tel: +(1) 858.458.1800 Fax: +(1) 858.657.5400

Europe/Middle East/Africa: 8, Oriol Court, Omega Park Wilson Road, Alton, GU34 2YT, United Kingdom Tel: +(44) 1420.544.200 Fax: +(44) 1420.88.999

Latin America: 7700 Congress Ave., #2105, Boca Raton, Florida 33487 USA Tel: +(1) 561.988.1210 Fax: +(1) 561.988.8290

China: Room 405, Building B, Heqiao Mansion, No. 8 Guanghua Road, Chaoyang District, Beijing 100026 China Tel: +(86) 10.658.31975 Fax: +(86) 10.658.31974

Asia-Pacific: 15 McCallum Street, #12-04, NatWest Centre, Singapore 069045 Tel: +(65) 6225.4016 Fax: +(65) 6325.1950

Jl M.T. Haryono Kav 25, Jakarta, Indonesia 12820 Tel: +(62) 21.521.3733 Fax: +(62) 21.252.0142

www.radn.com

Prices, specifications, and product availability subject to change without notice. All trademarks acknowledged.

© Copyright 2002 Radyne ComStream Corporation. All rights reserved.

ML-0171A 10/02



Anexo No. 11 TE6000A DVB MPEG-2 4:2:2 Contribution Encoder

TE6000A

DVB MPEG-2 4:2:2 Contribution Encoder



HIGHLIGHTS

- ▶ Fully DVB compatible
- ▶ Ideal for DSNG and sports/ event contribution
- ▶ Rugged 2U construction for mobile environments
- ▶ Intuitive front panel user interface for simple operation
- ▶ Large 4 x 40 character illuminated LCD display eases configuration
- ▶ Available as 4:2:2 Studio Profile @ Main Level or 4:2:0 Main Profile @ Main Level
- ▶ Compresses one video, four audio and two auxiliary data channels
- ▶ BISS Modes 1 and E conditional access
- ▶ Integrated DVB[®] QPSK satellite modulator with one touch control buttons
- ▶ Functions as a stand-alone modulator or can be chained for MCPC operation
- ▶ Extensive VBI data support (DVB Teletext, WSS, VPS, VITC, NABTS, CC, AMOL V-Chip, XDS, etc.)

DESCRIPTION

The TE6000A is a rugged, modular MPEG-2 encoder designed for news gathering and professional broadcast applications. Video input may be analog, PAL or NTSC, or SDI serial digital 525/625. Two stereo audio inputs may be either analog or AES/EBU serial digital. Encoding may be 4:2:0 in accordance with MPEG-2 Main Profile @ Main Level or 4:2:2 Studio Profile @ Main Level depending on the encoding module chosen. The compressed digital output is a DVB[®] MPEG-2 compliant transport stream.

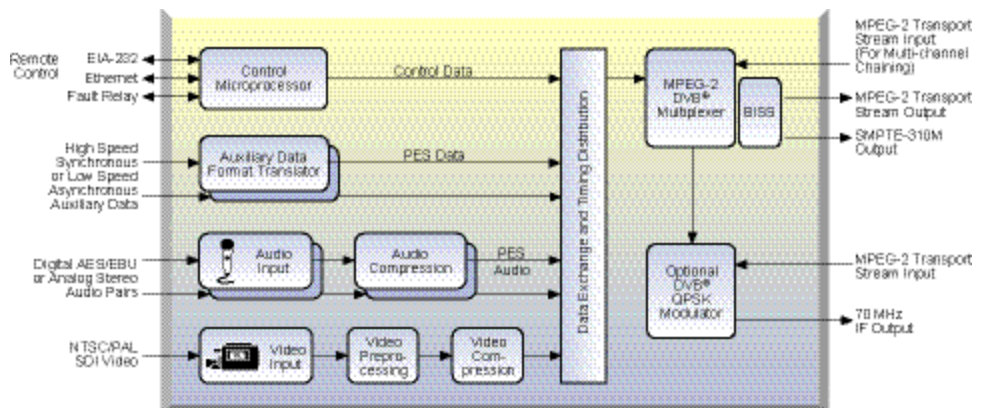
The TE6000A compresses the incoming video with the latest adaptive field-frame MPEG-2 algorithm. The video compression is performed with I, B, and P frames using bidirectional predictive coding and motion estimation. The four stereo or eight mono audio channels are compressed using the MPEG audio encoding standard. The two auxiliary data channels support both synchronous and asynchronous serial formats.

Control and system status is provided by a backlit pushbutton front panel with an illuminated LCD and bright LED indicators.

The integrated DVB[®], QPSK satellite modulator is controlled by one touch buttons for carrier on/off and modulate. Additionally, remote control is available using ASCII commands via the EIA-232 remote control and Ethernet ports.

The TE6000A's rugged chassis is a 2U high (8.9cm), 19" width rack-mount unit providing full rear panel cabling. The main power switch is conveniently located on the front panel.

The TE6000A can be configured with a BISS scrambling module, which supports BISS Mode 1 and Mode E scrambling. Tiernan PGCA (Privacy Guard Conditional Access) is included as a standard feature in all TE6000A encoders. PGCA is a Tiernan proprietary fixed key addressable conditional access system. All Tiernan decoders support PGCA as a standard feature. Decoder addresses can be added and deleted from the TE6000A authorization list via the front panel or remote control.



TE6000A

TVIP-6021	TVIP-6001
TMOD-6000	TENC-6002
TMAC-6000	TTX-6001



TECHNICAL SPECIFICATIONS

VIDEO INPUT	<ul style="list-style-type: none">• PAL (625) or NTSC (525) formats
ANALOG	<ul style="list-style-type: none">• SMPTE-170M NTSC or ITU-R BT.470-6 PAL-I/B/D, BNC connector (TVIP-6021 or TVIP-6025)• SMPTE-259M SDI at 270 Mbps with embedded audio, BNC connector (TVIP-6001)
SERIAL DIGITAL	
VIDEO PROCESSING	<ul style="list-style-type: none">• MPEG-2 4:2:0 Main Profile @ Main Level 1.0 to 15 Mbps (TENC-6001)• MPEG-2 4:2:2 Studio Profile @ Main Level 2.5 to 50 Mbps (TENC-6002)
ASPECT RATIO	<ul style="list-style-type: none">• 4:3 and 16:9 configurable
VERTICAL BLANKING INTERVAL DATA	<ul style="list-style-type: none">• Proprietary NTSC line 21 closed-captions and XDS (carries VCHIP, etc.)• ATSC closed captioning per A/53• DVB Teletext for World System Teletext (WST) on PAL composite video (TVIP-6025)• DVB 4:2:2 expanded windows carries WSS, VPS, VITC, CC, AMOL, XDS, etc.
AUDIO INPUTS	<ul style="list-style-type: none">• Two stereo or four independent analog mono channels on XLR connectors (TVIP-6021 or TVIP-6025)• Two AES/EBU digital stereo pairs on XLR connectors (TVIP-6001)• Two AES/EBU digital stereo pairs @ 48 kSps embedded in SDI video input per SMPTE-272M (TVIP-6001)
AUDIO PROCESSING	<ul style="list-style-type: none">• MPEG Layer II; sampling rates of 32, 44.1 and 48 kSps• Output rates from 64 to 384 kbps
AUXILIARY DATA	<ul style="list-style-type: none">• Two independently programmable auxiliary data ports on DB-9 connectors<ul style="list-style-type: none">• Asynchronous: 1200 to 38400 bps, EIA-232 and EIA-422 levels• Synchronous: 1 to 4096 kbps, resolution 1bps, EIA-422 levels
CONTROL TABLES	<ul style="list-style-type: none">• Internally-generated DVB[®]-compatible PSI/SI tables
LATENCY	<ul style="list-style-type: none">• Normal: 180 to 720 ms (transport rate dependent)• Low delay: 180 ms
CONDITIONAL ACCESS	<ul style="list-style-type: none">• PGCA proprietary conditional access• BISS (Basic Interoperable Scrambling System) Mode 1 and Mode E (TBM-6001)
TIMING	<ul style="list-style-type: none">• Genlock to either incoming composite video or external composite black burst signal
TRANSPORT OUTPUT	<ul style="list-style-type: none">• Two DVB[®] ASI outputs (75 Ohm BNC connector), 1 to 70 Mbps• MPEG-2 DVB[®]-compliant transport stream• Single-program (SCPC/SPTS) and multi-program (MCPC/MPTS) formats
TRANSPORT INPUT	<ul style="list-style-type: none">• DVB[®] ASI transport input (75 Ohm BNC connector) for chaining encoders to create a multi-program (MCPC or MPTS) transport stream using Tiernan patented Daisy Chain capability
MODULATOR OUTPUT	<ul style="list-style-type: none">• QPSK, DVB[®]-compliant• Symbol rate: 1 to 20 Msps, 1 sps steps• IF frequency: 52 to 88 MHz, 1 Hz steps• Power output: -20 to -5 dBm, 0.1dBm steps
REMOTE CONTROL	<ul style="list-style-type: none">• EIA-232-D on a DB-9 connector, DTE or DCE configurable, ASCII commands• IEEE 802.3 10BaseT (Ethernet) on an RJ-45 connector, ASCII commands via Telnet• SNMP V2
FAULT MONITORING	<ul style="list-style-type: none">• Contact closure for alarm conditions on an RJ-11 connector
FRONT PANEL CONTROL	<ul style="list-style-type: none">• Backlit pushbuttons, 4 x 40 Illuminated LCD Display, bright indicator LEDs, AC power switch• 20 user-programmable preset configurations
PHYSICAL	<ul style="list-style-type: none">• 2U — 8.9cm high, 44.5cm wide, 53.3cm deep (3.5" x 17.5" x 21")• Weighs less than 12.7kg (28 lb.)
POWER SUPPLY	<ul style="list-style-type: none">• Autoranging 90 to 132 VAC and 180 to 240 VAC; 50/60Hz universal power supply• 100 Watts typical
OPERATING CONDITIONS	<ul style="list-style-type: none">• Ambient temperature: 0° to +50°C

U.S.A./Canada: 3138 East Elwood Street, Phoenix, Arizona 85034 USA Tel: +(1) 602.437.9620 Fax: +(1) 602.437.4811
6340 Sequence Drive, San Diego, California 92121 USA Tel: +(1) 858.458.1800 Fax: +(1) 858.657.5400
Europe/Middle East/Africa: Charwell House, Wilsom Road, Alton, GU34 2PP, United Kingdom Tel: +(44) 1420.540.233 Fax: +(44) 1420.540.232
Latin America: 7700 Congress Ave., #2105, Boca Raton, Florida 33487 USA Tel: +(1) 561.988.1210 Fax: +(1) 561.988.8290
China: Room 405, Building B, Heqiao Mansion, No. 8 Guanghua Road, Chaoyang District, Beijing 100026 China Tel: +(86) 10.658.31975
Fax: +(86) 10.658.31974
Asia-Pacific: 15 McCallum Street, #12-04, NatWest Centre, Singapore 069045 Tel: +(65) 6225.4016 Fax: +(65) 6325.1950
JI M.T. Haryono Kav 25, Jakarta, Indonesia 12820 Tel: +(62) 21.521.3733 Fax: +(62) 21.252.0142
www.radn.com

Prices, specifications, and product availability subject to change without notice. All trademarks acknowledged.

© Copyright 2003 Radyne ComStream Corporation. All rights reserved.

ML-0174B 03/03



Anexo 12 CD con los Cálculos de enlace Satelital (Se encuentra en tesis física)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bellamy, John. Digital Telephony. Second Edition, 1991.

Bostian, Charles y Timothy Pratt. Satellite Communications, 1986.

Cominetti, M. Mignone, V. Morello, A. Visintin, M. , "The European system for digital multi-programme television by satellite RAI Res. Centre, Torino" publicación de Broadcasting, IEEE Transactions on , páginas 49 - 62 , Volume: 41 Issue: 2 , ISSN: 0018-9316 . June 1995.

Diaz, Alfredo. "Taxonomía de la Videoconferencia". Bucaramanga, 1.999.

Duran J. y C. Sauer. Mainstream Videoconferencing. Addison-Wesley Reading. Mass, 1997.

EL UNIVERSAL. "Piden el uso de medios en pro de la enseñanza" , 13 de diciembre de 1998

Freeman, Roger. Telecommunication System Engineering. 3rd ed., , 1996.

Gordan, and Morgan , JohnWiley . Principals of Communications Satellites. 1993

Hernández , Carlos. "Televisión: poder y conocimiento en el siglo xx" . 1.999

Hernandez, G. " IP services over satellite platforms". Multimedia Services and Digital Television by Satellite (Ref. No. 1999/111), IEE Colloquium on, páginas 4/1 - 4/5 , 22 Oct. 1999 , London, UK , 1999 .

King , Kenneth P. "One hundred percent efficiency:" the use of technology in science education since 1900. 1.999

Konstantinides, K. Cheng-Tie Chen Ting-Chung Chen Hown Cheng Fure-Ching Jeng. "Design of an MPEG-2 codec , Cirrus Logic". IEEE Signal Processing Magazine, 32 - 41 , Jul 2002 , Volume: 19 Issue: 4 , ISSN: 1053-5888

KUHN , Peter M. Algorithms. Complexity Analysis and Vlsi Architectures for Mpeg-4 Motion Estimation . Kuhn Peter M, 1.999.

Lauterjung, J. Rohde & Schwarz, Munchen, Germany A measurement system for the test of DVB receivers , Broadcasting Convention, 1995. IBC 95., International , páginas 25 - 28 , Amsterdam, Netherlands , 1995 , ISBN: 0-85296-644-X

Maral, Gerard y Michel Bousquet. Satellite Communications Systems, 2nd ed. 1993.

Maveddat, P. Boray, G. Homayoun, F. "Advanced return channel system architecture for broadband multimedia communications via satellite, Nortel Networks, Richardson, TX, USA ". Global Telecommunications Conference, 1999. GLOBECOM '99, páginas 1103 - 1108 vol.2 , 5-9 Dec. 1999.Rio de Janeiro, Brazil , 1999 , Volume: 2 , ISBN: 0-7803-5796-5

Mitchell, Joan L. Mpeg Video : Compression Standard (Digital Multimedia Standards Series) . Joan L. Mitchell (Editor), 1996.

Neale, J. . "Symposium on future satellite communications for global IP and ATM networking market trends and technological developments for DVB-RCS , - Space & Electron. Group, EMS Technol. Canada Ltd., Ste-Anne-de-Bellevue, Que., Canada" , Global Telecommunications Conference, 2001. GLOBECOM '01. IEEE, Páginas 2789 - 2791 vol.4 , 25-29 Nov. 2001 , San Antonio, TX, USA , 2001 , Volume: 4 , ISBN: 0-7803-7206-9

Niño Diez, Jaime. Discurso Vi Encuentro de la televisión educativa y cultural. Comisión Nacional de Televisión. Bogotá. Agosto del 2.002.

Orozco, Guillermo. Los niños, los medios y la televisión. Bogotá. 2.002

Pisanty , Alejandro. Dos taxonomías de los medios técnicos para la educación a distancia. 31 de Marzo de 2000 Vol. 1 No.0

Poulin, Michel y Michael Robin. Digital Television Fundamentals: Design and Installation of Video and Audio Systems. 1.997.

Roddy, Dennis. Satellite Communications, 2nd ed, 1996.

Salinas, Rocio Esperanza. Guías de lectura audiovisual: Una forma de encuentro con la imagen televisiva. 2.000

Villegas Villegas Germán. Informe de gobierno 2.001. Gobernación del Valle del Cauca. Marzo 2.002.

Watkinson, John. Mpeg Handbook . MCgrawhill. 2000.

