

Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo



Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones

”Unidad Móvil Satelital para Apoyo al Instituto de Ciencias de la Salud”

Proyecto De Tesis que Para Obtener El Título De:

INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES

Presentan:

**Arteaga Pérez Lorena Primavera
Cruz López Gabriel**

Director De Tesis:

M. en C. Eva Jeanine Lezama Estrada

Pachuca Hidalgo 2007



AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios la oportunidad que me da para terminar lo iniciado y por todo lo que tengo.

A mis padres Nila y Román por todo lo enseñado, todo lo vivido y sobre todo porque en ellos encontré el principal apoyo para llegar hasta donde estoy. Gracias papá por tus consejos y gracias mamá por tu comprensión, gracias a los dos por su cariño.

A mis hermanos Edson, Ari y Adrián por su apoyo incondicional y por permitirme conocer el significado de tener un hermano.

A mi prima y amiga Yudeisy por estar conmigo, escucharme y sobre todo por aguantarme desde siempre.

A mis amigas lik, laucs, fa, Diana, Tania, Qk y demás amigos de la generación, por todo lo que pasamos juntos, por el apoyo mutuo que siempre nos brindamos y sobre todo por la etapa tan buena que compartimos.

A mi compañero de tesis Gabriel por el apoyo y los consejos que recibí de su parte. También agradezco a su familia, por la confianza y el buen trato que me brindaron en todo momento.

Por último quiero agradecer a las personas que ayudaron en la realización de éste trabajo, a la maestra Jeanine, a los Ingenieros Arumir, Cuellar, Varela, Rosas, Cerezo y Ávila. También agradezco a las personas que me atendieron por parte de las empresas de CPI y de Radyne que son el Sr. Esteban Luna y el Ing. Jorge Ortega.

LoReNa PRiMaVeRa.

AGRADECIMIENTOS

El amor por la fuerza nada vale, la fuerza sin amor es energía gastada en vano.

Albert Einstein.

Me siento muy agradecido con Dios ya que me ha llenado de todo lo necesario para poder subsistir en esta vida llena de contrariedades.

A ti madre con todo mi amor, en agradecimiento por la gran comprensión y enorme confianza siempre brindados para la realización de mis metas. Sabiendo que la única forma de agradecerle es no defraudándola. Todos los objetivos logrados también son tuyos y la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue tu incondicional apoyo y confianza.

A mis hermanas y mi sobrino Eve, Kari y Luís Angel por estar siempre a mi lado y saber que son incondicionales a mí, al brindarme todo su apoyo comprensión y cariño.

A mi abuela a esa gran mujer que en cualquier momento me abre las puertas de su corazón y escucha mis necesidades para darles un excelente consejo.

A toda mi familia por soportarme y ayudarme cuando más lo necesito en especial a mi tía Alicia. Han sido parte fundamental en mi formación como persona y estoy muy agradecido con todos ustedes.

A mis amigos Alfredo, Fredy, Hugo, Iván XXL, Iván Motín, Memo, Willi, Demian, jair, Eric, Héctor, Vero comita, Y-si, Ivonne, Nancy, Angie, Dana, Marahi, Paty y por supuesto a Lore que me soporto durante todo este proceso, a los amigos del fut y a todos los que han dejado huella y que han sido parte de mi historia por los excelentes momentos que hemos vivido.

A una persona muy especial que ha sido fundamental e importante en mi vida y que pese a todas las condiciones adversas que ha y hemos tenido que sufrir sigue en pie de guerra mostrando todo su apoyo y comprensión además de su cariño y amor gracias Are.

A todos mis maestros que durante los distintos niveles cursados han sido la fuente que me ha brindado herramientas para competir en un mundo que cada vez aumenta más el grado de dificultad especialmente a la maestra Eva Jeanine y al Ing. Mariano Arumir por el apoyo y los consejos siempre brindados, al doctor Omar Arturo y al doctor Luís Enrique por considerarme un amigo.

En general a toda la gente que de alguna manera ha participado de los momentos tristes y alegres que la vida me ha brindado no tengo con que pagarles, solamente siendo una persona de bien que pueda aportarles algún tipo de ayuda cuando ustedes la necesiten saben que aquí estaré no duden en llamarme.

Todos somos muy ignorantes. Lo que ocurre es que no todos ignoramos las mismas cosas.

Gabrich.....

ÍNDICE GENERAL

Introducción	I
Justificación	III
Objetivo General	V
Objetivos Específicos	V
I. Conceptos Básicos de Telecomunicaciones	1
1.1 Sistemas De Comunicación Inalámbrica	2
1.1.1 Comunicación Vía Microondas	4
1.1.1.1 Funcionamiento y Características de los enlaces Vía Microondas	6
1.1.1.2 Factores que Intervienen en los Enlaces de Microondas	10
1.1.2 Comunicaciones Vía Satélite	11
1.1.2.1 Descripción de los Enlaces Vía Satélite	14
1.1.2.1.1. Estación Terrena Transmisora	15
1.1.2.1.2. Satélite de Comunicaciones	15
1.1.2.1.3 Estación Terrena Receptora	16
1.1.2.2 Factores que Intervienen en la Comunicación Vía Satélite	17
1.1.2.2.1 Bandas de Frecuencias	17
1.1.2.2.2 Técnicas de Acceso Satelital	19
1.1.2.2.3 Tipos de Modulación	21
1.2 Estaciones Terrenas	29
1.2.1 Definición	29
1.2.2 Estructura y Parámetros que Conforman una Estación Terrena	29
1.3 Servicios Satelitales	31
1.3.1 Telefonía móvil por Satélite	31
1.3.2 Redes Vsat	32
1.3.3 Distribución de Televisión	32

1.3.4 Acceso a Internet Vía Satélite	33
1.3.5 Radionavegación por Satélite	34
1.3.6 Teleconferencia por Satélite	34
1.3.6.1 Videoconferencia	35
1.3.6.1.1 Elementos que integran un sistema de Videoconferencia	35
1.3.6.1.2 Funcionamiento de un Sistema de Videoconferencia	37
1.3.6.2 Audioconferencia	38
II. La Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Vinculando la Tecnología y el Servicio Social en Apoyo de la Comunidad	39
2.1 Constitución Actual de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo	40
2.1.1 Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería	41
2.1.2 Instituto de Ciencias Económico-Administrativas	42
2.1.3 Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades	43
2.1.4 Instituto de Ciencias de la Salud	43
2.2 Servicio Social que Brinda el Instituto de Ciencias de la Salud	44
2.2.1 Brigada Médica Móvil para Servicio Social	45
2.2.2 Zonas Beneficiadas por la Brigada	48
2.3 Las Telecomunicaciones Aplicadas a la Salud	48
2.3.1 Telemedicina	48
2.3.2 La Telemedicina en México	49
2.3.3 Beneficios que Brinda la Telemedicina	50
2.4 Vinculación de las Telecomunicaciones con el Servicio Social del Instituto de Ciencias de la Salud	51
III. Descripción del Enlace Satelital ICSA-Unidad Móvil Quirúrgica	52
3.1 Enlace Satelital ICSA-Unidad Móvil	54
3.1.1 Topología General	54
3.1.2 Estación Terrena Fija	56

3.1.2.1 Equipamiento	57
3.1.3 Unidad Móvil Quirúrgica	65
3.1.3.1 Equipamiento	66
3.1.4 Satélite	71
3.1.4.1 Consideraciones para la elección de un Satélite de Comunicaciones	73
3.1.4.2 Especificaciones del Satélite a utilizar	74
3.2 Cotización del Equipo Propuesto	75
3.3 Cálculos Matemáticos del Enlace Satelital	76
3.3.1 Enlace ICSa-Huejutla	76
3.3.2 Balance del Enlace ICSa-Huejutla	88
3.3.3 Enlace Huejutla-ICSa	91
3.3.4 Balance del Enlace Huejutla-ICSa	99
Conclusiones	101
Glosario	i
Acrónimos	ix
Apéndice A: Hoja de Técnica de antena Marca Prodelin de 3.8m de diámetro	xi
Apéndice B: Hoja de Técnica de antena Marca Patriot de 1.5m de diámetro	xiii
Apéndice C: Hoja de Técnica del Módem CM701 Marca Radyne ComStream	xiv
Apéndice D: Hoja de Técnica del Amplificador Marca CPI	xvii
Apéndice E: Hoja de Técnica del Transceiver EC 50_80 Marca AnaCom, Inc.	xix
Apéndice F: Especificaciones del Satélite de Comunicaciones Satmex 5	xx
Apéndice G: Hoja de Técnica del Módem DMD20 Marca Radyne ComStream	xxiv
Apéndice H: Documentos de Cotización	xxvii
Apéndice I: Especificaciones de las Interfaces de Conexión	xxxii
Referencias	xxxvi

ÍNDICE DE FIGURAS

I. Conceptos Básicos de Telecomunicaciones

1.1	En el año de 1957 fué lanzado el satélite Sputnik 1 por la ya desaparecida U.R.S.S.	3
1.2	Telestar 1: Primer Satélite Internacional de Telecomunicaciones	4
1.3	El Espectro Electromagnético	5
1.4	Trayectoria de un Enlace de Microondas	11
1.5	Topología de un Enlace Satelital Punto-Multipunto	12
1.6	Orbitas Satelitales y altura a la que se encuentran de la superficie terrestre	13
1.7	Elementos que Participan en un Enlace Satelital	14
1.8	Diagrama Simplificado de una Estación Transmisora	15
1.9	Diagrama de Bloques de un Transponder de Comunicaciones Satelitales	16
1.10	Elementos Principales de una Estación Receptora	16
1.11	Forma de Señal Resultante de una Modulación por Corrimiento de Amplitud	22
1.12	Forma de Señal Resultante de una Modulación por Corrimiento de Frecuencia	24
1.13	Forma de Señal Resultante de una Modulación por Corrimiento de Fase	25
1.14	Forma de Señal Resultante de una Modulación por Desplazamiento Binario de Fase	26
1.15	Formas de Señal Resultante de una Modulación por Desplazamiento Cuaternario de Fase	27
1.16	Formas de Señal Resultante de una Modulación por Fase Diferencial	28
1.17	Formas de Señal Resultante de una Modulación por Amplitud en Cuadratura	28
1.18	Servicios Satelitales	34
1.19	Esquema General de una Videoconferencia	35
1.20	Seguimiento de una Señal de una Videoconferencia	36
1.21	Proceso de Digitalización de la Imagen y Voz	37

II. La Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo Vinculando la Tecnología y el Servicio Social en Servicio de la Comunidad

2.1	Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería	41
2.2	Instituto de Ciencias Económico-Administrativas	42
2.3	Ubicación del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades	43
2.4	Instituto de Ciencias de la Salud	44
2.5	Unidad Móvil Quirúrgica	45
2.6	Área de Quirófano	46
2.7	Lavabo del Área de Selle	46
2.8	Área de Recuperación	47
2.9	Área de Expulsión	47
2.10	Pasillo de la Unidad Móvil	48

III. Enlace Vía Satélite ICESA-Unidad Móvil Quirúrgica

3.1	Redes SCPC (Single Channel Per Carrier)	52
3.2	Topología SCPC Punto a Punto	53
3.3	Topología SCPC Punto a Punto a Utilizar en el Enlace ICESA-Unidad Móvil Quirúrgica.	55
3.4	Instituto de Ciencias de la Salud	56
3.5	La Imagen Muestra el Área Propuesta	56
3.6	Subestación Eléctrica en el Instituto de Ciencias de la Salud	57
3.7	Aquí se Muestran Partes que Conforman la Antena de 3.8m así como la Cimentación Necesaria para su Instalación	58
3.8	Antena de la marca Prodelin de 3.8m de Diámetro para la Estación Terrena Fija	59
3.9	Módem Satelital Modelo CM701 de la marca Radyne ComStream	61
3.10	Diagrama de Bloques de los Procesos de Transmisión y Recepción del módem CM701	62
3.11	Transceiver de la Marca AnaCom, Inc. Modelo ES 50_80	63

3.12	Amplificador de Estado Sólido marca CPI	64
3.13	Refugio del Sistema de Energía de ICESA	65
3.14	Unidad Móvil Quirúrgica con la antena de la marca Patriot de 1.5 m	65
3.15	Antena de la Marca Patriot de 1.5m de Diámetro para Banda C	67
3.16	Módem Satelital Modelo DMD20 de la Marca Radyen ComStream	68
3.17	Transceiver de la Marca AnaCom, Inc. Modelo ES 50_80	69
3.18	Amplificador de la Marca CPI para Banda C	70
3.19	Planta Eléctrica de Alimentación Alterna de la Unidad Móvil Quirúrgica	71
3.20	Satmex 5 Satélite Geoestacionario Mexicano Ubicado a 116.8º	71

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la Tecnología nos ofrece herramientas y oportunidades que representan una solución para acercar a más personas a servicios eficientes en asistencia de salud, a conocimientos médicos, a capacitación e información y lo más importante, es un instrumento que puede representar en muchos casos, el único medio por el cual se puede prestar asistencia de salud en zonas rurales y de preferente interés social.

En el ámbito de la salud, las tecnologías de la información y de las telecomunicaciones se resumen en una sola palabra y es la Telemedicina, ésta consiste en el intercambio de imágenes, voz, datos y video, por algún medio electrónico, para proveer servicios médicos de calidad, independientemente de la ubicación física, tanto de los que ofrecen el servicio, como de los pacientes que lo reciben, y la información necesaria para la actividad asistencial que permita el diagnóstico y la opinión en casos clínicos.

Para éste logro es medular sumar esfuerzos, promover la participación de todos los sectores involucrados en éste ámbito como el sector público, privado, la sociedad civil, entidades académicas y organizaciones internacionales, de tal manera que se conozcan y articulen las iniciativas y prácticas de telemedicina en el país; a fin de promover su difusión, réplica y mejoramiento. Del mismo modo es preciso identificar la demanda de servicios de asistencia en salud que pueden ser atendidos eficientemente a través de la aplicación de la Telemedicina.

La introducción de las nuevas tecnologías en la asistencia médica y el avance de las telecomunicaciones han impulsado la Telemedicina en los países del mundo, repercutiendo en el cambio de los sistemas de salud.

Esta disciplina en nuestro país puede convertirse en el medio para vencer las barreras de acceso a los servicios de salud, en especial en zonas rurales y de difícil acceso.

La Telemedicina no sólo es la implantación de tecnología, sino que es todo un proceso, es una herramienta asistencial que permite la prestación de servicios de salud a distancia, es la integración de la información entre los subsistemas que lo componen para facilitar la adecuada coordinación entre los niveles de atención y organización de cada uno de ellos, minimiza la duplicidad de esfuerzos y acciones ineficientes reflejados en el pobre desempeño de los sistemas de salud.

La Telemedicina facilita la oferta de los servicios concentrados en las urbes para que puedan llegar hasta zonas rurales y/o marginadas minimizando la concentración y traslado de personas hacia zonas urbanas.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad hablar de rezago en cualquier ámbito es una conversación cotidiana, la cual debemos erradicar día con día. Esto es una tarea que preocupa a la sociedad en general, las grandes necesidades, los pocos recursos y servicios son los principales indicadores de dicho rezago.

La población, en general, presenta mayores necesidades de salud y el acceso que tiene a los recursos y servicios que se requieren para atenderlas es considerablemente menor, aun más si se encuentran en una zona marginada, rural o periférica a las ciudades, la prestación del servicio de salud es básico para un desarrollo integral en la gente en nuestra sociedad.

Como ya se mencionó, los problemas del rezago se concentran en las comunidades rurales dispersas y en la periferia de las grandes ciudades. La causa fundamental de estos problemas es la pobreza, y su solución definitiva depende de la posibilidad de incrementar el nivel de bienestar general de estas poblaciones, es ahí donde la participación de nuestra máxima casa de estudios es indispensable para lograr un crecimiento en conjunto con nuestra sociedad.

La participación que tiene nuestra Universidad en el ramo es de forma activa por medio de los alumnos del Instituto de Ciencias de la Salud (ICSA) que prestan servicio social a las comunidades, auxiliados de unidades móviles así como de catedráticos e inclusive especialistas en la materia, aunque cada vez es un poco más difícil la participación de estos últimos ya que las distancias y/o lugares que se visitan en apoyo cada vez están más retirados o son de difícil acceso, para ello proponemos una solución, la cual hoy en día es la conjunción

de la tecnología de punta en las telecomunicaciones y la medicina, de esta manera surge la telemedicina como solución.

La telemedicina cuenta con el potencial de modificar en muchos aspectos los estilos de vida de la comunidad, en áreas rurales remotas en donde un paciente puede estar a cientos o miles de kilómetros del médico, y en caso de emergencias este acceso puede significar la diferencia entre la vida y la muerte.

En la actualidad es de suma importancia considerar la integración de las ciencias médicas con el desarrollo de las telecomunicaciones; es por esto que el principal objetivo del presente trabajo, es proponer un sistema para asesorar y supervisar a los alumno que prestan servicio social por parte del Instituto de Ciencias de la Salud de nuestra máxima casa de estudios. Para lograr el objetivo se complementará la Unidad Móvil Quirúrgica con la que cuenta actualmente la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo con un sistema de comunicación vía satélite, de este modo los médicos especialistas podrán apoyar a los prestatarios del servicio social sin tener la necesidad de estar en forma presencial con ellos.

De ésta manera se mejorará la calidad de atención a la comunidad, los estudiantes podrán resolver sus dudas de forma inmediata así como brindar un servicio de calidad, existirá la participación de manera mas activa por parte de especialistas y catedráticos, se contará con una Unidad de Telemedicina digna de nuestra universidad, a la vanguardia tecnológica y lo más importante es que nuestra máxima casa de estudios será parte esencial y trabajará en forma conjunta para lograr el desarrollo de nuestra sociedad de una manera muy participativa.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de este trabajo es proponer a la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo el máximo aprovechamiento de sus recursos y la implementación de una unidad móvil terrestre de Tx - Rx vía satelital para apoyo a los alumnos del Instituto de Ciencias de la Salud que prestan servicio social en zonas rurales, marginadas o de difícil acceso en el estado de Hidalgo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ◇ Asociar el uso de la unidad móvil quirúrgica terrestre con la cual cuenta la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo con las telecomunicaciones, mediante el diseño de un sistema de Tx – Rx móvil vía satélite.
- ◇ Apoyar y supervisar a los alumnos del Instituto de Ciencias de la Salud en la prestación del servicio social mediante la unidad móvil quirúrgica de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo con el sistema de Tx – Rx móvil vía satélite, por parte de los catedráticos y especialistas.
- ◇ Impulsar a nuestra máxima casa de estudios en el uso de nuevas tecnologías como la telemedicina, la cual relaciona a la medicina con las telecomunicaciones, todo esto en apoyo a nuestra sociedad.

CAPÍTULO I.

CONCEPTOS BÁSICOS DE TELECOMUNICACIONES

El desarrollo de las telecomunicaciones, la disminución de los costos reales de los servicios, y el aumento en disponibilidad, confiabilidad, seguridad y conectividad de los servicios ofrecidos, no han sido producto de investigaciones aisladas y espontáneas de las comunicaciones, han sido resultado de avances en diversos campos del conocimiento como la ingeniería espacial y la aeronáutica, pasando por la ciencia de los materiales y la física, hasta la tecnología digital, la electrónica y la computación. [1]

Las telecomunicaciones en la actualidad y desde sus inicios han sido un satisfactor de necesidades cotidianas, pero a pesar de esto, solamente unos cuantos se habrán preguntado cómo opera algún sistema en especial. Asimismo, pocas personas están conscientes de cuáles han sido los verdaderos fundamentos de las comunicaciones, los cimientos sobre los cuales se han construido las telecomunicaciones de fines de este siglo. Es por esto que a continuación mencionaremos de manera general las cinco eras que han definido las comunicaciones y la radiodifusión.

1. La era del cable que tiene su principal desarrollo entre los años de 1840 a 1900 y la más destacada de las aportaciones de éste periodo es el telégrafo submarino.
2. La era de la telegrafía sin hilos, para ésta era se considera al transmisor telegráfico de onda larga como el principal representante.
3. La era de la radiodifusión sonora con fines de entretenimiento, que se presenta a partir del año de 1920.

4. La era de la radiodifusión televisiva que inicia en el año de 1939 y la podemos apreciar hasta nuestros días.
5. La era satelital, que inicia en el año de 1945 y que hasta nuestros días es el medio más rápido y eficiente para la comunicación a largas distancias.

Cada una de las épocas ha ganado un lugar en la historia y, cada una a su manera, ha sido responsable de la creación de un nuevo mercado de comunicaciones y radiodifusión, estimulando con ello una creciente demanda global.[a]

1.1 Sistemas de Comunicación Inalámbrica

En el año de 1890 se inició el estudio de los fundamentos naturales de las ondas electromagnéticas. Posteriormente surgieron los primeros sistemas de radiotelegrafía que comenzaron a dar servicio al público en 1897, principalmente para radiocomunicación marítima y ayudas a la navegación. El primer enlace radiotelegráfico trasatlántico entre Europa y América se logra en 1901, al transmitir por aire a través de ondas electromagnéticas o radioeléctricas mensajes en clave Morse. [b][c]

Posteriormente, en el año de 1945 cuando se propuso la colocación en órbita de tres repetidores separados entre sí, a 120 grados a 36000 Km. sobre la superficie de la tierra en una órbita situada en un plano coincidente con el que pasa por el ecuador terrestre (Cinturón de Clarke). Con esta propuesta había surgido la concepción de los sistemas satelitales.

El primer satélite espacial el Sputnik 1 lanzado en 1957 fue la primera nave en órbita alrededor de la tierra; éste llevaba a bordo un radiofaro el cual emitía una señal en las frecuencias de 20 y 40 Mhz. esta señal podía ser recibida por simples receptores y así lo hicieron muchos radioaficionados a lo largo del mundo realizándose la primera prueba de transmisión y recepción de señales desde el espacio.

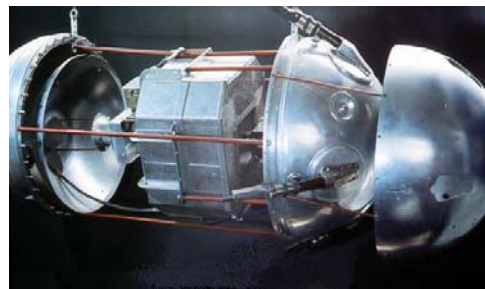


FIG. 1.1 EN EL AÑO DE 1957 FUE LANZADO EL SATÉLITE SPUTNIK 1 POR LA YA DESAPARECIDA U.R.S.S.

En el año de 1962 fue puesto en orbita el primer satélite activo de comunicaciones "Telstar 1", el cual se muestra en la figura 1.2, mismo que transportaba equipos de recepción y transmisión. [d]

Un adelanto importante en la comunicación internacional satelital se dió en 1964 con el establecimiento del Consorcio Internacional de Satélites de Telecomunicaciones (INTELSAT), estos satélites fueron el punto clave en el desarrollo de la comunicación satelital, esto por la gran capacidad de transmisión, y el bajo costo que producía su utilización, además de que proveían de conexión a lugares que estaban realmente distantes. [2]



FIG. 1.2 TELSTAR 1: PRIMER SATELITE INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

La era de los satélites, anunciada por la creación de Intelsat, Eutelsat y Arabsat, pronto fué seguida por una segunda oleada, procedente de compañías de comunicaciones internacionales y bien establecidas, como AT&T, que había pasado de la telegrafía del siglo XIX a las comunicaciones sin hilos, después de onda corta y ahora por satélite. Cada una de ellas lanzó su propia flota de la más moderna generación de satélites, y cada una adquirió su propio nombre.

1.1.1 Comunicación Vía Microondas

El Espectro Electromagnético es un conjunto de ondas que van desde las ondas con mayor longitud como las ondas de radio hasta las que tienen menor longitud como los rayos Gamma. La característica propia de cada tipo de onda no solo es su longitud de onda, sino también su frecuencia y energía. [e]

En la Figura 1.3 se puede apreciar de manera simple la clasificación de acuerdo a su longitud de onda, que como se sabe esta en relación inversa con su frecuencia.

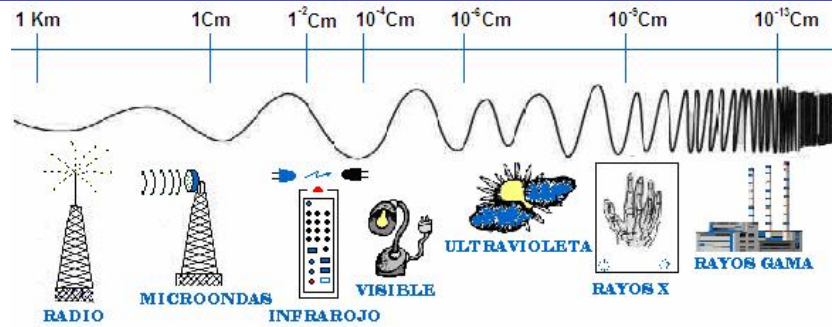


FIG. 1.3 EL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

Partiendo del conocimiento del espectro electromagnético, podemos deducir que las microondas son ondas de radio de alta frecuencia y por consiguiente de longitud de onda muy corta, de ahí su nombre. Estas ondas están situadas entre los rayos infrarrojos (cuya frecuencia es mayor) y las ondas de radio convencionales. Su longitud de onda va aproximadamente desde 1 mm hasta 30 cm. [f].

Estas características las hacen muy atractivas para ser utilizadas como medio de comunicación, pues gracias a éstas, las microondas se pueden enfocar y dirigir como la luz y manipular como la electricidad, de modo que ofrecen un medio práctico para transmitir información a grandes distancias sin necesidad de alambres. Una señal de frecuencia de radio (rf) es generada, modulada, amplificada y acoplada por una antena transmisora. Estas viajan a través del espacio libre hacia una antena receptora en donde se captura una porción de la energía radiada siendo esta amplificada y demodulada.

1.1.1.1 Funcionamiento y Características de los Enlaces Vía Microondas

El uso principal de los sistemas de microondas terrestres son los servicios de telecomunicación de larga distancia, como alternativa al cable coaxial o a la fibra óptica. Para una distancia dada, las microondas requieren menor número de repetidores o amplificadores de cable coaxial, pero por el contrario necesita que las antenas estén perfectamente alineadas. El uso de las microondas es frecuente en la transmisión de televisión y de voz. [3]

Existen distintos tipos de sistemas de microondas funcionando a distancias que varían de 15 a 400 millas. Los sistemas de microondas de servicio intraestatal o alimentador se consideran en general de corto alcance, porque se usan para llevar información a distancias relativamente cortas, por ejemplo entre ciudades de un mismo estado; por el contrario los sistemas de muy largo alcance se utilizan para llevar la información a distancias relativamente largas, por ejemplo, en aplicaciones de ruta interestatal. Las capacidades de los sistemas de radio de microondas van desde menos de 12 canales de banda de voz hasta más de 22000. [4]

Un enlace de microondas básicamente esta constituido por equipos terminales que son puntos en el sistema donde las señales de banda base se originan o se terminan y por repetidores intermedios, que son puntos de un sistema donde se puede reconfigurar la señal, o donde tan solo se repiten o amplifican las señales.

Los repetidores pueden ser:

- ◇ Activos
- ◇ Pasivos

La función de ambos tipos de repetidores es salvar la falta de visibilidad impuesta por la curvatura terrestre y conseguir así enlaces superiores al horizonte óptico. [g]
[4]

Un repetidor pasivo es un sistema de radiación pasiva que se coloca en la trayectoria de una transmisión vía microondas con el único propósito de cambiar la dirección de la onda interceptada. Típicamente un repetidor pasivo consiste de uno o dos reflectores planos.

Los repetidores pasivos se pueden ubicar en campos lejanos o cercanos de la antena de transmisión o recepción. Existen dos tipos de repetidores pasivos que son los más comúnmente usados, estos son:

1. Repetidores "Back-to-back". Este tipo de repetidor está integrado por dos antenas de radiación directa, las cuales están interconectadas por un tramo corto de línea de transmisión.
2. Otro tipo de repetidor pasivo es el llamado "De Espejo", el cual consiste de una simple superficie reflectora. [5]

Las características de propagación de las ondas electromagnéticas dependen en gran medida de la frecuencia, estas características son el resultado de cambios en la velocidad de las ondas de radio en función de la altitud y las condiciones limítrofes.

En la tabla 1.1 se muestran los rangos de frecuencias para el uso de las microondas y sus aplicaciones.

Banda de Frecuencia	Nombre	Datos Analógicos		Datos Digitales		Aplicaciones Principales
		Modulación	Ancho De Banda	Modulación	Velocidad de Transmisión	
30-300 KHz	LF (Frecuencia Baja)	Normalmente no se usa		ASK,FSK,MSK	0,1 para 100 bps	Navegación
300-3.000KHz	MF (Frecuencia Media)	AM	4 KHz	ASK,FSK,MSK	10 para 1.000 bps	Radio AM comercial
3-30 MHz	HF (Frecuencia Alta)	AM, SSB	4 KHz	ASK,FSK,MSK	10 para 3.000 bps	Radio de Onda Corta
30-300 MHz	VHF (Frecuencia muy alta)	AM, SSB; FM	5 KHz-5 MHz	FSK, PSK	Para 100 Kbps	Televisión VHF, radio FM comercial
300-3.000 GHz	UHF (Frecuencia Ultra Alta)	FM,SSB	20 MHz	PSK	Para 10 Mbps	Televisión VHF, microondas terrestres
3-30 GHz	SHF (Frecuencia Súper Alta)	FM	500 MHz	PSK	Para 100 Mbps	Microondas Terrestres, microondas por satélite
30-300 GHz	EHF (Frecuencia Extremadamente alta)	FM	1 GHz	PSK	Para 750 Mbps	Enlaces punto a punto cercanos experimentales

TABLA 1.1 CLASIFICACION DE LAS MICROONDAS Y APLICACIONES

Las bandas más usuales en la transmisión a larga distancia se sitúan entre 4 y 6 GHz. Debido a la creciente congestión que están sufriendo estas bandas, la banda de 11 GHz se está empezando a usar. La banda de 12 GHz se usa para proporcionar la señal de TV a las cabeceras de distribución de TV por cable.

También es importante mencionar que las microondas de altas frecuencias se están utilizando para enlaces cortos punto a punto entre edificios.

Los principios de las microondas son los mismos que los de las ondas de radio de baja frecuencia. Una señal de frecuencia de radio (rf) es generada, modulada, amplificada y acoplada por una antena transmisora, éstas viajan a través del espacio libre hacia una antena receptora en donde se captura una porción de la energía radiada siendo esta amplificada y demodulada.

Para finalizar se presentan algunos de los puntos que pueden ser considerados en los enlaces de microondas:

- 1.- La energía de las microondas no sigue la curvatura de la tierra, ni se difracta fácilmente sobre terrenos montañosos, en la trayectoria en la que las transmisiones de media onda y onda larga lo harían.
- 2.- Las transmisiones de microondas están particularmente bien calculadas para una comunicación punto a punto, desde ancho de banda, alta ganancia, antenas de tamaño razonable pueden ser fácilmente diseñadas.
- 3.- Cerca de 1GHz las técnicas para el diseño de un circuito cambian usando saltos para distribuir los elementos. Por encima de los 20 GHz resulta difícil y/o caro generar una cantidad razonable de potencia de microondas.

Las antenas están localizadas sobre un lugar alto como edificios o montañas para sobrepasar obstáculos, y los repetidores son usados cada 40 ó 50 Km para compensar y evitar las pérdidas de señal. [6]

1.1.1.2 Factores que Intervienen en los Enlaces de Microondas

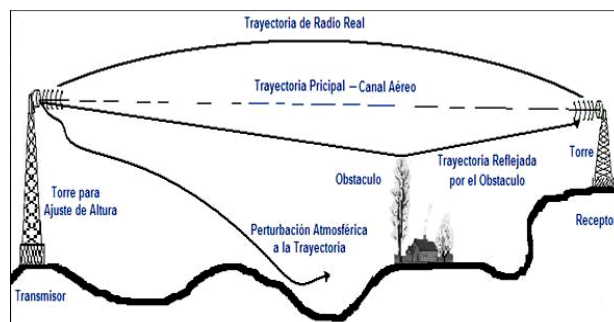
Básicamente un enlace vía microondas consiste en tres componentes fundamentales:

- a. El Transmisor
- b. El receptor
- c. El Canal Aéreo.

El Transmisor es el responsable de modular, amplificar y transmitir una señal a una frecuencia dentro del rango requerido. El Canal Aéreo representa el camino abierto que será utilizado entre el módulo transmisor y el receptor, y como es de esperarse el receptor es el encargado de capturar la señal transmitida, demodular y amplificar de nuevo la señal original.

El factor limitante de la propagación de la señal en enlaces de microondas es la distancia que se debe cubrir entre el transmisor y el receptor, además esta distancia debe ser libre de obstáculos. Otro aspecto que se debe señalar es que en estos enlaces, el camino entre el receptor y el transmisor debe tener una altura mínima sobre los obstáculos en la vía, para compensar este efecto se utilizan torres para ajustar dichas alturas como se muestra en la Figura 1.4 en donde podemos apreciar de manera notable que los principales obstáculos que pueden afectar a la señal son las montañas, las casas e inclusive la vegetación.

La figura muestra además la trayectoria principal que ofrece el canal aéreo, así como la trayectoria que se presenta en forma real para las ondas de radio y la posible trayectoria de las señales que presentan perturbación debido al ambiente en donde se propaga la señal.

**FIG. 1.4 TRAYECTORIA DE UN ENLACE DE MICROONDAS**

1.1.2 Comunicaciones Vía Satélite

El funcionamiento de las sociedades humanas es posible gracias a la comunicación. Esta consiste en el intercambio de mensajes entre los individuos, es así, que la comunicación vía satélite se puede definir como el intercambio de información (datos, voz, video) mediante el uso de un satélite el cual se encarga de reflejar dicha información entre dos o más puntos sin importar su situación geográfica.

El número de sistemas de comunicación por satélite se ha incrementado de manera notable en los últimos años. Las comunicaciones por satélite proporcionan la alternativa de transmisión de datos, voz, video e Internet, y ahora es posible enviar estas señales a nivel nacional e inclusive internacional.

La transmisión vía satélite provee los medios óptimos de comunicación de larga distancia en cualquier punto del planeta o a través de terrenos difíciles de comunicar. También provee medios efectivos para transmitir la misma señal a un número grande de estaciones receptoras. [1]

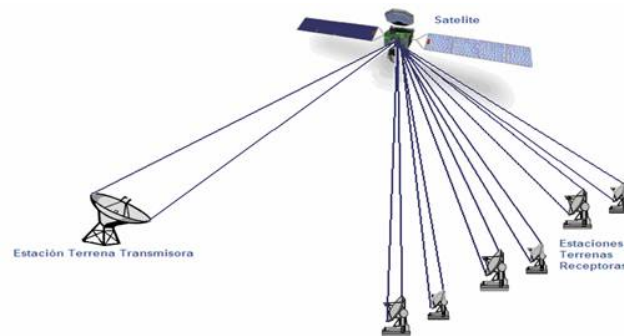


FIG. 1.5 TOPOLOGÍA DE UN ENLACE SATELITAL PUNTO-MULTIPUNTO

Los satélites que son utilizados para comunicaciones de datos se pueden clasificar principalmente de la siguiente manera:

1) EN BASE A SU COBERTURA

- ⇒ **Cobertura Global.** Que como su nombre lo indica es de cobertura mundial. Uno de los sistemas que proporciona esta cobertura es el sistema *INMARSAT*.
- ⇒ **Cobertura Regional.** Se pueden considerar a los satélites que cubren un solo continente, como es el caso del sistema *SATMEX 6*, el cual aunque no de manera total, cubre una gran parte del continente americano.
- ⇒ **Cobertura Doméstica.** Que son de uso exclusivo para un país.

2) EN BASE A SUS SERVICIOS

- ⇒ **Comunicaciones.** En donde se incluyen aplicaciones para la transmisión de datos, voz, video e Internet.

- ⇒ **Gobierno.** Que su aplicación principal es para el espionaje, el posicionamiento, uso militar, comunicaciones etc.
- ⇒ **Científicos.** Utilizados para ayuda en la investigación en diferentes áreas como la meteorología, la exploración remota así como para el desarrollo de nuevas tecnologías.

3) EN BASE A SU ALTURA

- ⇒ **LEOS** (Low Earth Orbit Satellite) que son los satélites que se encuentran en órbita baja.
- ⇒ **MEOS** (Médium Earth Orbit Satellite), los cuales se encuentran ubicados a una distancia aproximada de 12000 Km sobre la superficie terrestre. Estos satélites son menos pesados y por lo tanto más económicos.
- ⇒ **GEOS** (Geosynchronous Earth Orbit Satellite). [h]

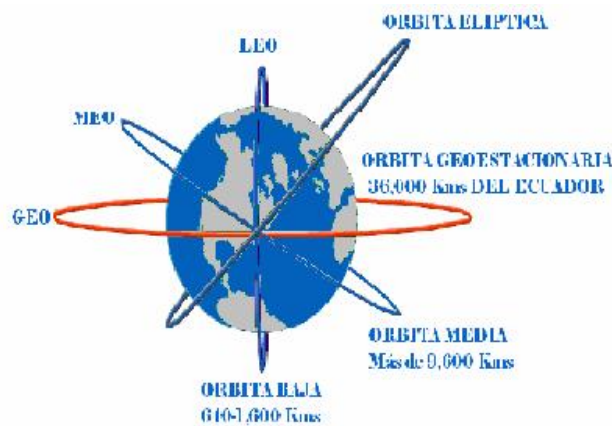


FIG. 1.6 ORBITAS SATELITALES Y ALTURA A LA QUE SE ENCUENTRAN DE LA SUPERFICIE TERRESTRE

1.1.2.1 Descripción de los Enlaces Vía Satélite

Un satélite de comunicaciones es una estación que retransmite microondas. Se usa como enlace entre dos o más receptores/transmisores terrestres, denominados *estaciones terrenas base*. El satélite recibe la señal en una banda de frecuencia (*canal ascendente o up link*), la amplifica y posteriormente la retransmite en otra banda de frecuencia (*canal descendente o down link*). [3] Los sistemas de comunicaciones por satélite constan de tres segmentos y se pueden apreciar en la figura 1.7.

- ◇ Estación Transmisora
- ◇ Satélite de Comunicaciones
- ◇ Estación Terrena Receptora

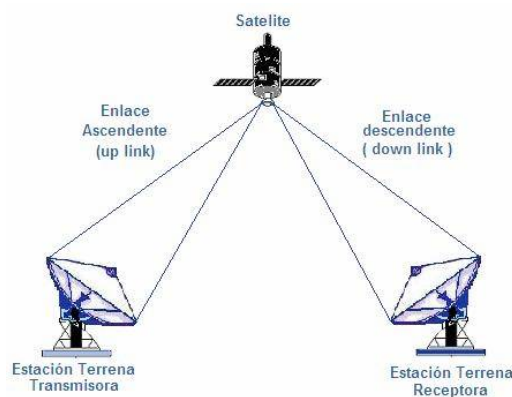


FIG. 1.7 ELEMENTOS QUE PARTICIPAN EN UN ENLACE SATELITAL

1.1.2.1.1 Estación Terrena Transmisora

El principal componente dentro de la sección de subida satelital, es el transmisor de estación terrena. Un típico transmisor de la estación terrena consiste de un modulador de IF, un convertidor de microondas de IF a RF, un amplificador de alta potencia (HPA) y algún medio para limitar la banda del último espectro de salida. El modulador de IF convierte las señales de banda base de entrada a una frecuencia intermedia modulada en FM, en PSK o en QAM. El convertidor (mezclador y filtro pasa-bandas) convierte la IF a una frecuencia de portadora de RF apropiada. El HPA proporciona una sensibilidad de entrada adecuada y potencia de salida para propagar la señal al transponder del satélite.



FIG. 1.8 DIAGRAMA SIMPLIFICADO DE UNA ESTACION TRANSMISORA

1.1.2.1.2 Satélite de Comunicaciones

Un *transponder* satelital consta de un dispositivo para limitar la banda de entrada (BPF), un amplificador de bajo ruido de entrada (LNA), un convertidor de frecuencias, un amplificador de potencia de bajo nivel y un filtro pasa-bandas de salida. Este transponder es un repetidor de RF a RF.



FIG. 1.9 DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN TRANSPONDER DE COMUNICACIONES SATELITALES

1.1.2.1.3 Estación Terrena Receptora

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. [7]



FIG. 1.10 ELEMENTOS PRINCIPALES DE UNA ESTACIÓN RECEPTORA

1.1.2.2 Factores que Intervienen en la Comunicación Vía Satélite.

Las comunicaciones digitales vía satélite continuamente se someten a una diversidad de transformaciones que hacen más eficiente su transmisión y permiten un menor deterioro de la información original que contienen. En los siguientes puntos describiremos los factores que intervienen en la comunicación por satélite.

1.1.2.2.1 Bandas de Frecuencias

En las transmisiones satelitales se emplean diversos rangos de frecuencia para realizar los enlaces ascendentes (uplink) y descendentes (downlink), por lo que es importante mencionar cuales son los más comunes y algunas de sus aplicaciones.

La más común y de mayor uso es la **Banda C** en la que se consideran los rangos de frecuencias que van de 4/6 GHz es la más utilizada porque desde el punto de vista de transmisión estas frecuencias son menos susceptibles a la absorción por lluvia.

Las frecuencias de la **banda K** permite a los usuarios construir estaciones terrestres en casi cualquier parte como en áreas metropolitanas. La primera clase de este tipo de nave utiliza la **Banda Ku**, con su rango de frecuencias de 12/14 GHz. La desventaja primaria de la banda Ku es la atenuación provocada por la lluvia, la cual produce que sea un poco menos fiable.

Los satélites que trabajan con la **Banda Ka** están volviéndose más factibles, esto porque utiliza un rango de frecuencias más alto. La banda Ka opera con un uplink de 27.5 a 31 GHz y un downlink de 17.7 a 21.2 GHz. Las frecuencias de la Banda Ka son aún más susceptibles a atenuación. [5]

Otras bandas menos utilizadas, pero no por ello menos importantes son la **Banda L**, que utiliza frecuencias que van de 1.5 a 2.7 GHz y una parte de esta banda se utiliza en muchos países para la difusión en MMDS. La **Banda S**, que utiliza las frecuencias que van de 2.7 a 3.5 GHz., este tipo de frecuencias son explotadas sobre todo para los enlaces intercontinentales de telecomunicaciones. La **Banda X** que tiene su aplicación principal en actividades militares.

En la tabla 1.2 se muestran las frecuencias utilizadas por los satélites geoestacionarios en servicios satelitales fijos. [2]

Nombre de la Banda	Uplink (Ancho de Banda)	Downlink (Ancho de Banda)
6/4 (Banda C)	5.725-6.275 (550 MHz)	3.4-3.95 (550 MHz)
	5.850-6.425 (575 MHz)	3.625-4.2 (575 MHz)
	6.725-7.025 (300 MHz)	4.5-4.8 (300 MHz)
8/7 (Banda X)	7.925-8.425 (500 MHz)	7.25-7.75 (500 MHz)
13-14/11-12 (Banda Ku)	13.75-14.5 (750 MHz)	10.95-11.2 (1000 MHz)
18/12	17.3-18.1 (800 MHz)	Bandas de emisión de servicios satelitales
30/20 Banda Ka	27.5-30.0 (2500 MHz)	
40/20 Banda Ka	42.5-45.5 (3000 MHz)	

**TABLA 1.2 BANDAS DE FRECUENCIAS DE SATELITES
GEOESTACIONARIOS**

1.1.2.2.2 Técnicas de Acceso Satelital

Las técnicas de acceso múltiple hacen posible que distintas estaciones terrenas transmisoras utilicen un mismo transpondedor de satélite. El acceso múltiple puede clasificarse de acuerdo con la forma en que las estaciones terrenas utilizan la capacidad de un transpondedor.

◇ **FDMA** (Acceso Múltiple por División de Frecuencia). Este tipo de acceso permite que cada estación terrena utilice una parte distinta de la gama de frecuencias del transpondedor, permitiendo que cada una de estas transmita una o varias portadoras multidesfase y que la estación receptora extraiga la información que corresponde a cada una de ellas. Esta técnica presenta problemas inherentes a la transmisión, problemas de intermodulación y mala compartición del recurso.

Una de las ventajas de esta técnica es su simplicidad y menor costo inicial de inversión especialmente para redes de punto a punto de tamaño pequeño o mediano empleando circuitos con asignación previa, es decir, de frecuencia fija a tiempo completo. También es muy útil para redes telefónicas SCPC de muchas estaciones con rutas de muy bajo tráfico y asignación por demanda, proporcionando una alta eficiencia de la capacidad satelital empleada.

◇ **TDMA** (Acceso Múltiple por División de Tiempo). Esta técnica consiste en la compartición de la capacidad de una sola portadora por todas las estaciones de una red mediante turnos de utilización, en forma tal que aun así el tráfico de entrada y de salida de cada una puede ser continuo.

Esta técnica de acceso a diferencia de la anterior, solo es aplicable a portadoras digitales y es ideal para evitar las limitaciones de la técnica FDMA originada por los efectos de intermodulación, lo que se logra con una sola portadora por

transponder. En esa circunstancia el transponder puede operar a su potencia total de saturación con un aumento importante en la potencia descendente. Se obtiene con esto una doble ventaja en la relación portadora a ruido (C/N) por aumentar la potencia de la portadora y por eliminarse el ruido de intermodulación.

Cada estación de una red TDMA transmite en la misma frecuencia, pero en ráfagas separadas por breves guardas de tiempo para evitar que variaciones de las condiciones de propagación, hagan que se superpongan.

◇ **CDMA** (Acceso Múltiple por División de Código). Es utilizado para señales digitales y en esta técnica de acceso cada carácter binario de información antes de ser transmitido se transforma por medio de un código individual en una señal que puede ocupar hasta la totalidad de la anchura de banda destinada en la red.

Es una técnica útil para contrarrestar los efectos de deterioro de las señales causados por interferencias o desvanecimientos que sean selectivos en frecuencia.

Cada estación receptora identifica la señal que le corresponde utilizando para ello métodos de correlación que permiten una alta probabilidad de recepción correcta aún en presencia de la alta interferencia causada por las demás señales, debido a que cuenta con el código individual para descifrarla y a la gran longitud de los trenes de bits que representan a cada carácter.

Los sistemas CDMA se diseñaron originalmente para aplicaciones militares y tienen una eficiencia baja en la utilización del espectro, no obstante, se pueden utilizar en las aplicaciones comerciales en que se compense dicha limitación con sus ventajas.

1.1.2.2.3 Tipos de Modulación

La transición hacia los sistemas digitales de comunicación se ha venido presentando en los últimos años de manera sorprendente, pues estos ofrecen múltiples ventajas respecto a un sistema analógico, como por ejemplo mayor inmunidad al ruido, menor consumo de energía eléctrica y menor costo, por tal motivo es necesario pensar en técnicas de modulación digital, mismas que ofrecen una mayor capacidad para acarrear grandes cantidades de información y proveen transmisiones de mejor calidad, compatibilidad con servicios digitales de datos y mayor seguridad en la transmisión de información. [i]

Dependiendo de las características que se varíen en una señal portadora, las técnicas de modulación digital se clasifican en:

- ◇ **ASK** (Modulación por Corrimiento de Amplitud) que es distinguida por la variación que se realiza en la amplitud de la señal.
- ◇ **FSK** (Modulación por Corrimiento de Frecuencia) si en la señal se varía la frecuencia.
- ◇ **PSK** (Modulación por Corrimiento de Fase) que resulta cuando la que se varía es la fase.
- ◇ **QAM** (Modulación de Amplitud en Cuadratura) Es un tipo de modulación, donde la información digital está contenida tanto en la amplitud como en la fase de la portadora transmitida.

Cualquiera que sea la técnica de modulación empleada, la amplitud, la frecuencia o la fase de la señal portadora podrá tomar únicamente un número finito de

valores discretos. En los siguientes puntos se mencionarán algunas de las características más importantes de cada tipo de modulación.

ASK (Modulación por Corrimiento de Amplitud)

Es la técnica de modulación más sencilla y consiste en la modulación de la amplitud con portadora completa y doble banda lateral. Esta modulación también es conocida como Manipulación por encendido o apagado, esto debido a la demostración que se realiza partiendo de la siguiente ecuación, en donde al hacer una prueba con una forma de onda binaria normalizada se obtiene como resultado $v_{am}(t) = A \cos(\omega_c t)$ ó 0.

$$v_{am}(t) = [1 + v_m(t)] \left[\frac{A}{2} \cos(\omega_c t) \right]$$

Donde:

$v_{am}(t)$. Voltaje de la onda de amplitud modulada

$A/2$. Amplitud de la portadora no modulada (volts)

$v_m(t)$. Señal binaria moduladora

ω_c . Frecuencia de la portadora en radianes (rad/seg)

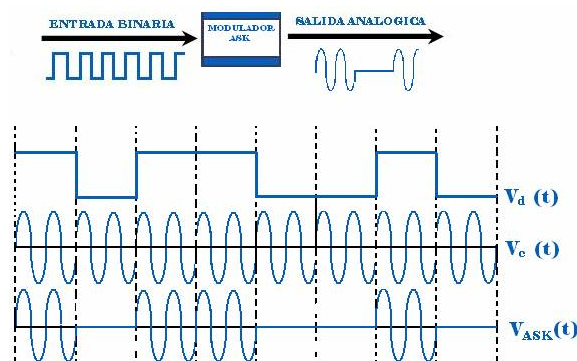


FIG. 1.11 FORMA DE SEÑAL RESULTANTE DE UNA MODULACION POR CORRIMIENTO DE AMPLITUD

FSK (Modulación Por Corrimiento de Frecuencia)

Este tipo de modulación se considera relativamente sencilla y de baja eficiencia, esto debido a que solo se aumenta o disminuye la potencia según la fuerza del sonido a transportar, si el sonido es fuerte, se requiere de una frecuencia más alta para poder representarlo y si el sonido es débil se requerirá de una frecuencia menor. Para la modulación digital el procedimiento es el mismo aunque se deben considerar ciertas particularidades ya que se transmite en código binario.

Dentro de la modulación por frecuencia se encuentra la **FSK binaria** que es una forma de modulación de ángulo, de amplitud constante; en este tipo de modulación la señal moduladora es una señal binaria que varía entre dos valores discretos de voltaje, y no es una forma de onda analógica que varíe constantemente. La ecuación de la FSK binaria es

$$v_{fsk}(t) = V_c \cos\{2\pi[f_c + v_m(t)\Delta f]t\}$$

Donde:

- $v_{fsk}(t)$ Forma de onda binaria FSK
- V_c Amplitud de la portadora (volts)
- f_c Frecuencia central de la portadora (hertz)
- Δf Desviación máxima de frecuencia (hertz)
- $v_m(t)$ Señal moduladora de entrada binaria (± 1)

Con una FSK binaria, la señal binaria de entrada desvía a la frecuencia de la portadora. En la figura 1.12 se muestra una señal binaria de entrada y la forma de onda FSK de salida, para un modulador FSK. Se aprecia en la figura que

cuando la entrada binaria cambia de un 1 lógico a un 0 lógico y viceversa, la frecuencia de salida FSK cambia de una frecuencia de marca, f_m a una frecuencia de espacio, f_s , y viceversa. También se aprecia que la frecuencia de marca es la frecuencia mayor, $f_c + A_f$, y la frecuencia de espacio es la menor, $f_c - A_f$.

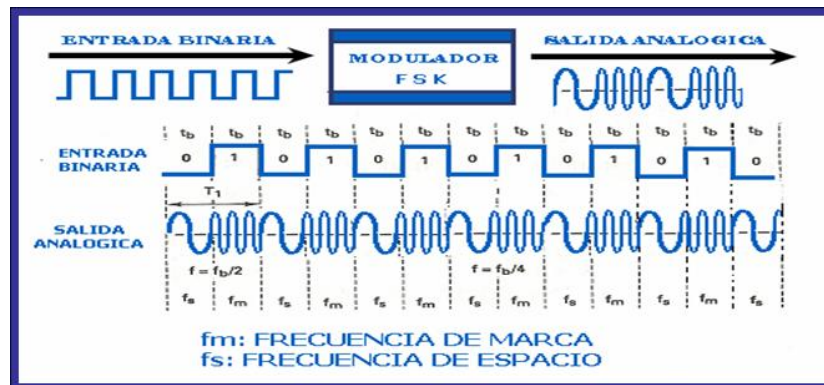


FIG 1.12 FORMA DE SEÑAL RESULTANTE DE UNA MODULACION POR CORRIMIENTO DE FRECUENCIA.

PSK (Modulación Por Corrimiento de Fase)

Esta es una forma de modulación digital angular de amplitud constante y se considera la más utilizada para la comunicación vía satélite. Esta técnica consiste básicamente en cambiar el punto en donde comienza la onda. Si la onda comienza hacia arriba, es el 0, fase 0 y si la onda comienza hacia abajo, fase 180, fase 1. Con esto se permite utilizar menor anchura de banda y existe la opción de reducirla significativamente en operación multifásica, teniendo además óptima eficiencia de potencia. [9][10]

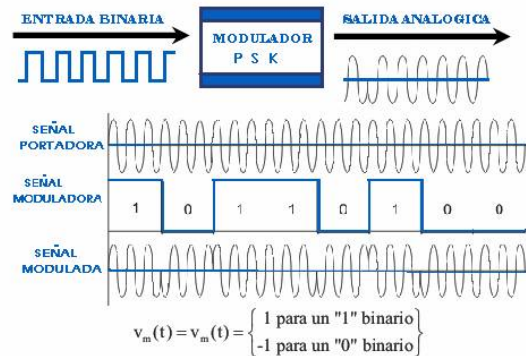


FIG. 1.13 FORMA DE SEÑAL RESULTANTE DE UNA MODULACION POR CORRIMIENTO DE FASE.

Gracias a las operaciones con distintas fases que se pueden tener dentro de este tipo de modulación, podemos considerar una clasificación de la siguiente manera.

BPSK (Modulación por Desplazamiento Binario de Fase)

Aquí son posibles dos fases de salida para una sola frecuencia portadora, cada una de estas fases representan un 1 ó 0 lógico. Cuando la señal de entrada digital cambia de estado, la fase de la portadora de salida varía entre dos ángulos que están desfasados 180°.

En un modulador BPSK, la señal portadora de entrada se multiplica por los datos binarios. Si se asigna +1V al 1 lógico y -1V al 0 lógico, la portadora de entrada, sen Wct; se multiplica por +1 o -1 y se obtiene una señal de salida que puede ser +1 sen wct ó -1 sen wct; el primer producto representa una señal que está enfasada con el oscilador de referencia, y el último producto, una señal que está desfasada 180° respecto al oscilador de referencia. Para la BPSK el ancho de banda máximo se representa cuando los datos binarios en la entrada son una secuencia de 1 y 0 alternados.

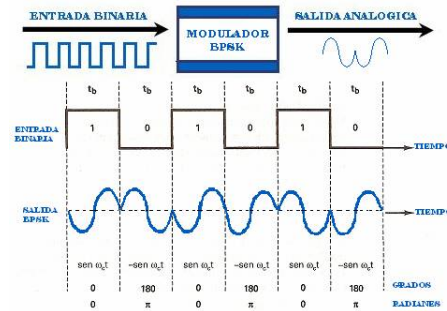


FIG. 1.14 FORMA DE SEÑAL RESULTANTE DE UNA MODULACION POR DESPLAZAMIENTO BINARIO DE FASE

QPSK (Modulación por Desplazamiento Cuaternario de Fase)

Es una técnica de modulación para la de transmisión basada en el desplazamiento de fase en cuadratura, aquí, son posibles cuatro fases de salida para una sola frecuencia de portadora. Como hay cuatro fases distintas de salida, debe haber cuatro condiciones distintas de entrada.

Se emplean cuatro fases a 90 grados de diferencia entre ellas, admitiendo la unidad de modulación 2 bits a la vez que pueden formar 4 combinaciones, una por cada fase, constituyendo cada una un símbolo. Así un símbolo esta representado en la modulación bifásica por un bit, en la cuadrifásica por 2 y en la octofásica por 3. [7]

Esta modulación es utilizada en servicio fijo para telefonía SCPC, transmisión de datos y difusión de TV comprimida en los estándares MPEG-2.

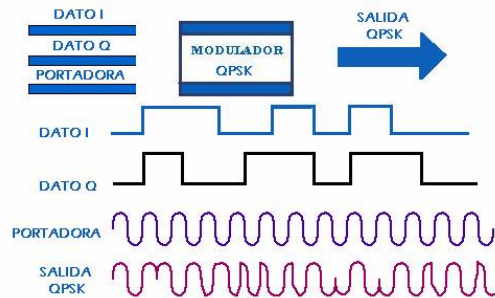


FIG.1.15 FORMA DE SEÑAL RESULTANTE DE UNA MODULACION POR DESPLAZAMIENTO CUATERNARIO DE FASE

8-PSK (Modulación por Desplazamiento de Ocho Fases)

Con modulador 8-PSK hay ocho fases posibles de salida. Para codificar ocho fases distintas, se consideran a los bits en grupos de tres.

DPSK (Modulación de Fase diferencial)

En este método se cambia la fase de la portadora de acuerdo con los cambios de la señal digital. Es un método muy fiable bastante utilizado en módems de alta velocidad. En el sistema de modulación de fase diferencial la portadora cambia de fase 180 cuando trasmite un "1" y permanece con la misma fase cuando trasmite un "0".

Pero existen limitaciones, pues cualquiera de estas modulaciones presenta un límite a la velocidad de transmisión que es inherente al propio método. Esto es debido a que el extremo receptor (módem) necesita que la señal esté presente en línea sin cambios un tiempo mínimo para poder reconocerla. Así por ejemplo si utilizamos una portadora de 2400Hz y el receptor necesita un ciclo completo para reconocer la señal, no se podrán enviar señales digitales de velocidad superior a 2400 BPS.

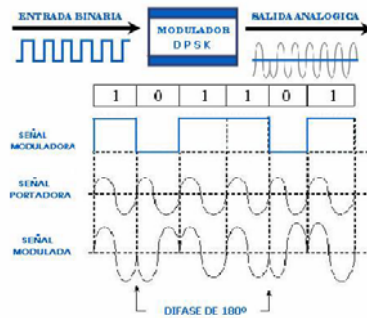


FIG. 1.16 FORMA DE SEÑAL RESULTANTE DE UNA MODULACION POR FASE DIFERENCIAL

QAM (Modulación de Amplitud en Cuadratura)

En algunos casos suele emplearse una combinación de modulación denominado QAM (Quadrature Amplitude Modulation), la cual es una técnica de modulación moderna de alta velocidad que emplea tanto modulación de fase como modulación de amplitud.

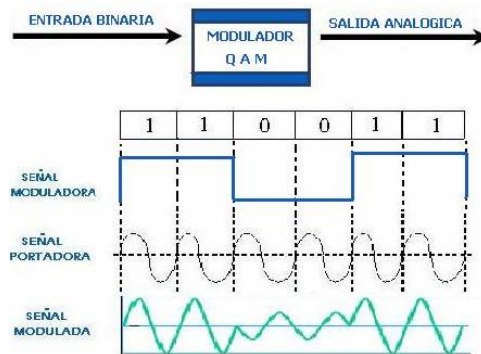


FIG. 1.17 FORMA DE SEÑAL RESULTANTE DE UNA MODULACIÓN POR AMPLITUD EN CUADRATURA

1.2 Estaciones Terrenas

1.2.1. Definición

Las Estaciones Terrenas se definen como una estación situada en un punto terrestre cualquiera y cuyo principal objetivo es establecer comunicación con una o varias estaciones espaciales, estas estaciones pueden ser transmisoras, receptoras o transreceptoras. [j]

1.2.2 Estructura y Parámetros que Conforman una Estación Terrena

Los elementos que conforman una estación terrena y sus características generales son los que se mencionan a continuación.

- ◇ El Sistema de Antena, que es el más importante para el diseño de una estación grande o mediana en capacidad y complejidad debido a que no puede modificarse.

Los principales objetivos del diseño de las antenas dotadas con elementos para dirigir la potencia consiste en lograr suficiente ganancia de transmisión y de recepción con las menores dimensiones posibles, bajo efecto de interferencia en transmisión y baja captación de interferencia en recepción, poca captación de ruido térmico por radiación del suelo, emisión y recepción con gran pureza de polarización, resistencia al viento y relativamente alta eficiencia. Los parámetros más importantes que se deben considerar para el diseño de este sistema son: la ganancia, la eficiencia, la directividad y la temperatura de ruido.

◇ Los Transmisores y Receptores. La sección transmisora o cadena de transmisión de una estación terrena se considera que está constituida básicamente por los convertidores elevadores (C/E) y los amplificadores de potencia como parte de la terminal de radiofrecuencia, aunque algunas veces se incluyen también a los moduladores. La P.I.R.E. del enlace ascendente es el parámetro más importante de una estación terrena en transmisión. Para operar con un determinado satélite, la potencia necesaria del amplificador final de radiofrecuencia de la estación terrena puede variar desde una fracción de watt hasta varios kilowatts, dependiendo principalmente de la ganancia de la antena, de la cantidad de canales por transmitir y de la anchura de banda de cada uno.

Los amplificadores de potencia empleados en las estaciones terrenas son de tres tipos: los de estado sólido (SSPA), los tubos de ondas progresivas (TOP) y los de tubos Klistrón. Las diferencias técnicas más importantes entre estos amplificadores son las gamas de potencias y las de frecuencias en las que pueden operar.

En cuanto a la cadena de recepción podemos mencionar que está constituida por el amplificador de bajo ruido (ABR), el divisor de canalización, si es el caso, el convertidor reductor (C/R) y el demodulador. Debido a que las señales recibidas en la antena son muy débiles es necesario que la cadena de recepción tenga un ruido térmico muy bajo, en el cual predomina la temperatura de ruido de la antena. En la cadena de recepción se puede mencionar como parámetro más significativo la relación de la ganancia de la antena a la temperatura de ruido del subsistema referida a la antena G/T y este puede mejorarse hasta cierto punto con un preamplificador que tenga un factor de ruido muy bajo.

- ◇ Los Moduladores y Demoduladores. En esta etapa se modulan las señales por transmitir y remodulan las señales recibidas lo cual implica la conversión de banda base a frecuencia intermedia y el proceso inverso.
- ◇ Los Procesadores en Banda de Base. En esta categoría se incluyen los equipos que realizan las funciones de multiplexar y demultiplexar y también equipos para la conversión analógica a digital y viceversa, y la codificación y decodificación de canal, como es el caso de las estaciones móviles.
- ◇ El Sistema de Energía y la Infraestructura General. Este sistema debe operar en forma ininterrumpida y dentro de límites normativos estrechos respecto de tensión, frecuencia y perturbaciones transitorias, cuando menos para sus partes más críticas que corresponden a los equipos de comunicaciones y a sus instalaciones de apoyo. [7]

1.3 Servicios Satelitales

Debido a la amplia cobertura geográfica y la facilidad de instalación de los equipos, la comunicación vía satélite permite soportar una gran variedad de servicios aquí se mencionan algunos de los mas importantes.

1.3.1 Telefonía móvil por satélite

La cobertura global es la característica principal de la telefonía móvil satelital. Las redes de telefonía móvil por satélite son muy similares a las redes terrestres, salvo por el hecho de que las estaciones base están ubicadas en un repetidor espacial en lugar de un emplazamiento fijo en la superficie de la Tierra. Sin embargo, este servicio tiene dos inconvenientes, el primero de ellos son las

características de las terminales (precio, tamaño, etc.) y el segundo inconveniente es el costo de las llamadas.

1.3.2 Redes VSat

Las redes VSAT (Very Small Apertura Terminal) se conforman por terminales receptoras de mucho menor tamaño y costo. Estas terminales son sistemas de muy pequeña apertura que operan en las bandas C y Ku, y que están pensadas para comunicaciones predecibles de bajo nivel de interactividad.

Los terminales VSAT son estaciones terrenas pequeñas equipadas con una antena de reducidas dimensiones. Las redes VSAT están formadas por otras estaciones terrenas mayores (con antenas de un diámetro mayor) que realizan las funciones de gestión (NMC, Network Management Center).

Estas redes ofrecen servicios de datos unidireccionales o bidireccionales, servicios de difusión de video o comunicaciones de voz. Además permite crear redes privadas con una alta rentabilidad, lo que hace posible un ahorro importante en equipo terreno, puesto que emplean un número elevado de estaciones VSAT de bajo costo.

1.3.3 Distribución de Televisión

Otra aplicación importante de los sistemas satelitales, es en la difusión de televisión. En la actualidad existen formas de recibir señales de televisión:

terrenal, por cable y satelital; sin embargo en las tres formas comparten como característica principal la utilización de un satélite.

En el caso de la televisión terrenal, ya sea que se trate de televisión analógica o digital, el satélite constituye un medio de interconexión entre una serie de centros repetidores que cambian de modulación de la señal y la envían por la red de distribución terrestre. En el caso de la televisión por cable el satélite se emplea en la cabecera para captar los canales de televisión e inyectarlos, previo procesamiento, en la red de cable para la distribución a sus abonados.

1.3.4 Acceso a Internet Vía Satélite

Debido a su gran ancho de banda, las comunicaciones vía satélite, al menos en principio, son capaces de soportar el acceso a Internet y las aplicaciones corporativas.

La primera de las topologías de acceso a Internet por satélite es una red unidireccional en la que el satélite envía contenidos al los usuarios sin que estos tengan posibilidad de escoger las páginas *Web* que desean visualizar. Por esta razón, se suele emplear en aplicaciones tales como canales de publicidad, servicios financieros o servicios de noticias. Una arquitectura unidireccional no resulta adecuada para llevar Internet a los hogares puesto que no soporta la interactividad. La primera solución a este problema fué utilizar el canal de retorno por la red telefónica, de manera que los usuarios enviaban, a través de un módem, las peticiones a su proveedor de servicios de Internet.

Finalmente es posible conseguir que todo el tráfico de acceso a Internet, tanto ascendente como descendente, atravesase el satélite simplemente dotando a los

equipos de usuario con la capacidad de transmitir información. Esta sería la Comunicación bidireccional.

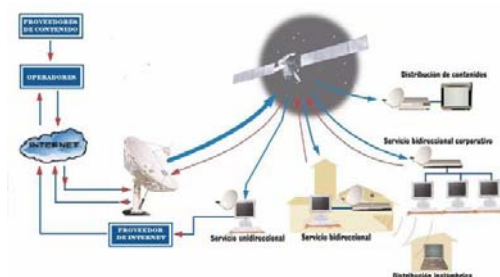


FIG 1.18 SERVICIOS SATELITALES

1.3.5 Radio Navegación por Satélite

Los sistemas de navegación por satélite se basan en la recepción de señales procedentes de satélites en órbita alrededor de la Tierra y en la determinación de la posición a partir de las mismas. Los satélites, por su situación privilegiada, son capaces de cubrir grandes áreas de la superficie terrestre, fue precisamente este hecho el que hizo pensar en su empleo para los sistemas de navegación y posicionamiento.

1.3.6 Teleconferencia por Satélite

El término Teleconferencia describe un vínculo electrónico o reunión entre dos o más lugares. Estas reuniones comprenden desde las audioconferencias, en las que las personas en diferentes sitios pueden mantener conversaciones interactivas o de dos vías, hasta las videoconferencias donde también se intercambia información de video e imágenes.

Una Teleconferencia pueden realizarse a través de una variedad de canales de comunicación, incluyendo el satélite, además de la fibra óptica y las líneas telefónicas convencionales.

La teleconferencia se clasifica principalmente en:

1.3.6.1 Videoconferencia

La Videoconferencia es una forma de Teleconferencia. En una *videoconferencia de dos vías*, los diferentes participantes pueden verse y escucharse entre si, mientras que en la videoconferencia de *una vía*, el intercambio de información es un sistema de transmisión de audio y video de una vía. [8]

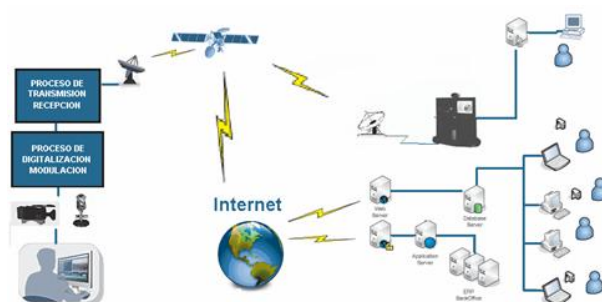


FIG. 1.19 ESQUEMA GENERAL DE UNA VIDEOCONFERENCIA

1.3.6.1.1 Elementos que integran un sistema de Videoconferencia

Un sistema de Videoconferencia esta integrado principalmente por los elementos que se describen a continuación.

◇ CODEC (Codificador / Decodificador)

Este dispositivo convierte las señales de video y audio en señales digitales, es considerado el corazón del sistema de Videoconferencia.

◇ Dispositivo de Control

Puede ser: tableta de control, teclado, mouse, pantalla sensible al tacto o control remoto. Este dispositivo controla el CODEC y el equipo periférico del sistema.

◇ Dispositivo de Comunicación

Es el dispositivo (DCU/CSO) al que llega la señal digital desde el CODEC y la envía por el canal de transmisión (satélite, microondas, fibra óptica, etc.) lo que permite enviar y recibir la señal a los sitios remotos.

◇ Canal de Transmisión

Todo sistema de Videoconferencia requiere de un canal para transmitir la señal de audio y video a otro sitio, este puede ser cable coaxial, microondas, fibra óptica, satélite, etc.

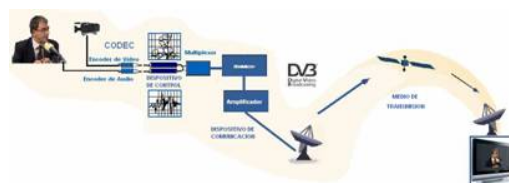


FIG. 1.20 SEGUIMIENTO DE UNA SEÑAL EN UNA VIDEOCONFERENCIA

1.3.6.1.2 Funcionamiento de un Sistema de Videoconferencia

Las señales proporcionadas por las cámaras, el micrófono y equipos periféricos son enviados al CODEC, dentro de éste se realiza un proceso complejo el cual resumimos en tres etapas:

1.- El CODEC convierte las señales de audio y video a un código de computadora. A esto se le conoce como digitalizar. La información es reducida en pequeños paquetes de datos binarios (1 ó 0). De esta forma se transmiten datos requiriendo menos espacio en el canal de comunicación.

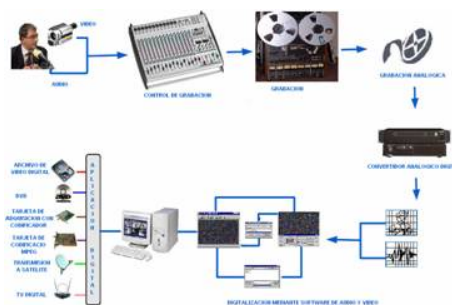


FIG. 1.21. PROCESO DE DIGITALIZACION DE LA IMAGEN Y VOZ

2.- Los datos son enviados a otro dispositivo de comunicación, el cual los transmite al sitio remoto por un canal de transmisión, en este caso el medio que utilizaremos son las microondas vía satelital.

3.- A través del canal, el otro sitio recibe los datos por medio del dispositivo de comunicación, el cual lo entrega al CODEC que se encarga de descifrar y decodificar las señales de audio y video, la que envía a los monitores para que sean vistas y escuchadas por las personas que asisten al evento. [k]

1.3.6.2 Audioconferencia

Una audioconferencia permite hablar con varias personas a la vez. En una operación de esta clase, es posible conectar varios sitios por medio de un puente de teleconferencia.

Una audioconferencia es una herramienta de comunicaciones satisfactoria en muchas situaciones y relativamente económica de implementar. Los equipos básicos que se requieren para realizar una audioconferencia son micrófonos especiales que ayudan a facilitar y mejorar la operación. [9]

CAPÍTULO II.

LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO VINCULANDO LA TECNOLOGÍA Y EL SERVICIO SOCIAL EN APOYO DE LA COMUNIDAD

La UAEH desde su creación en Febrero de 1961 fue definida como un organismo público y descentralizado dotado con plena capacidad y personalidad jurídica y autónoma en sus aspectos económicos técnicos y administrativos.

Al inicio la máxima casa de estudios del estado de Hidalgo estaba integrada por distintas escuelas entre las que se destacaban: la Escuela de Medicina, Escuela de Derecho, Escuela de Ingeniería Industrial, Escuela de Enfermería y Obstetricia de Pachuca, Tula y Ciudad Sahagún.

A partir de 1961, la Universidad utilizó las instalaciones que fueran sede del Instituto Politécnico donde se establecieron las carreras de Derecho e Ingeniería Industrial, la creación de la carrera de Comercio y el nacimiento de nuevas dependencias administrativas causó un agudo problema de espacios; dicho problema llegó a resolverse con la entrega de las nuevas instalaciones del bachillerato en la prolongación de la Av. Juárez (hoy preparatoria 1).

Para el año de 1974 la unidad universitaria estaba prácticamente concluida y constaría de cuatro módulos equipados cada uno con 14 aulas, espacios para la dirección, 2 salas de buen tamaño, baños de personal y alumnos y una sala audiovisual, así mismo se construyeron naves para laboratorios y una explanada en el centro de estas edificaciones.

En el año de 1976 se concluye la reubicación en la Unidad Universitaria de todas las escuelas e Institutos que se alojaban en el Edificio Central, con lo cual a la

vieja casona de San Juan de Dios se le dió uso exclusivo de sede para oficinas técnico-académicas, administrativas y la rectoría. Para este año el local de la Biblioteca Central en el edificio de Abasolo era inadecuado e insuficiente por lo que para el año de 1984 se concluye la primera etapa de lo que sería la nueva sede de la Biblioteca Central en la Unidad Universitaria.

Un mes después son entregadas las instalaciones completas del CEUNI, en donde se construyeron diversas áreas y canchas deportivas, un área de seminarios donde se alojan dos salas de trabajo, una cafetería, sala, comedor y baños; la casa de profesores visitantes, un aula magna circular la Alfonso Cravioto y dos espacios más, la primera destinada a albergar la colección del Centro de Investigaciones Documental y la segunda dotada de cafetería, cuatro aulas taller y jardines.

Ya para 1985 se concluye la segunda parte de la biblioteca central, cuyo acervo se conformó con los volúmenes existentes en la de Abasolo y los de las bibliotecas particulares de los Institutos de Ciencias Exactas, Contable-Administrativas, Sociales y las Escuelas de Trabajo Social y Odontología, todos ubicados en la Unidad Universitaria. [11]

2.1. Constitución Actual de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Actualmente la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo esta constituida por el Edificio Central, CEUNI, Ciudad Universitaria en donde se encuentran los Institutos de Ciencias Básicas e Ingeniería, de Ciencias Económico-Administrativas, la Biblioteca Central, CEVIDE, Autoacceso, CITIS, CIQ, el Polideportivo, La Escuela de Medicina, FEUH, Servicio Social, ICSA, CEDICSO, ICAP, Rancho Universitario, las Preparatorias 1,2,3 y 4 y los Campus de Cd. Sahagún, Actopan, Tlahuelilpan, Tizayuca entre otros.

Existen un sin número de antecedentes los cuales construyen la historia de cada uno de los institutos que conforman nuestra máxima casa de estudios, mencionaremos de manera general la creación, constitución y ubicación actual de algunos de ellos.

2.1.1. Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería

El antecedente directo del Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, es la Escuela de Ingeniería Industrial que nace junto con la UAEH el 3 de marzo de 1961, iniciando sus labores el 22 de marzo del mismo año. Actualmente este instituto cuenta con las carreras de: Ingeniería Industrial, en Electrónica y Telecomunicaciones, Minero-metalúrgico, Licenciatura en Química, Química en Alimentos, Sistemas Computacionales, Matemáticas Aplicadas, entre otras.

El Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería, forma parte de la Ciudad Universitaria que se encuentra ubicada a la altura del kilómetro 4.5 de la carretera Pachuca-Tulancingo.



FIG. 2.1 INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA

2.1.2. Instituto de Ciencias Económico-Administrativas

La Licenciatura en Administración que se imparte en el Instituto de Ciencias Económico - Administrativas, tiene como antecedente los cursos que se impartían en el Instituto Científico y Literario del Estado de Hidalgo (ICLA), donde hacia el año 1900 se incluían, a nivel preparatoria, las materias de Aritmética Teórico-Práctica, Mercantil y Teneduría de Libros y Contabilidad Fiscal. Actualmente este instituto cuenta entre otras carreras con las de Administración de Empresas, Economía, Turismo y Mercadotecnia.

El Instituto de Ciencias Económicas Administrativas, al igual que el ICBI forma parte de la Ciudad Universitaria, que se encuentra ubicada a la altura del kilómetro 4.5 de la carretera Pachuca-Tulancingo.



**FIG. 2.2 INSITUTO DE CIENCIAS ECONÓMICO-
ADMINISTRATIVAS**

2.1.3. Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades

En septiembre de 1974 se integra el Instituto de Ciencias Sociales, hoy Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades.

El Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades tiene para el desarrollo de sus actividades Académicas, de Investigación, de Extensión de la Cultura y los Servicios, las instalaciones del Centro de Estudios para el Desarrollo y la Investigación de las Ciencias Sociales (CEDICSO). En este Instituto se imparten entre otras, la licenciatura en Derecho, Administración Pública, Comunicación, Trabajo Social.



FIG. 2.3 UBICACIÓN DEL INSTITUTO DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

2.1.4. Instituto de Ciencias de la Salud

La integración del Instituto de Ciencias de la Salud, ICSA., fué aprobado por acuerdo del H. Consejo Universitario con fecha 14 de diciembre de 1999, teniendo entre sus principales objetivos:

- ◊ Integrar las áreas académicas de Enfermería, Medicina, Odontología, Farmacia, Psicología, Nutrición y otras afines.

- ◊ Desarrollar un modelo académico de vanguardia que permita la vinculación de la docencia, la investigación y la extensión, cuya característica principal es lograr cubrir diversas disciplinas.
- ◊ Formar profesionales preparados para el trabajo en equipo, con conocimientos, habilidades, valores y actitudes, para dar respuesta a las necesidades de salud de la sociedad.

Las instalaciones que albergan al Instituto de Ciencias de la Salud, se encuentran ubicadas a un costado de la ex hacienda La Concepción, teniendo como acceso principal la carretera Pachuca-Actopan, camino a Tilcuautla. [I]



FIG. 2.4 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

2.2. Servicio Social que Brinda el Instituto de Ciencias de la Salud

La máxima casa de estudios del estado de Hidalgo desde sus inicios ha tenido la preocupación de formar profesionistas comprometidos con su estado, y se ha preocupado también por brindar servicio a todas las comunidades, actualmente para este fin la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo cuenta con un departamento de servicio social, el cual esta encargado de ubicar a todos los alumnos que estudian en los últimos semestres de las diferentes carreras, en

empresas privadas o instituciones de gobierno para que contribuyan con lo aprendido durante toda su formación académica y presten servicios a la sociedad.

El Instituto de Ciencias de la Salud en conjunto con el departamento de Servicio Social brindan servicios médicos a los 84 municipios que conforman el estado, este servicio se lleva a cabo con la única finalidad de beneficiar a la sociedad Hidalguense.

2.2.1. Brigada Médica Móvil para Servicio Social

La Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo actualmente para brindar servicios de medicina por parte del Instituto de Ciencias de la Salud cuenta con una Brigada Móvil, la cual esta compuesta por cuatro unidades móviles dentales y un trailer quirúrgico.

Al par de estas unidades se encuentra lo que es el trailer quirúrgico, éste cuenta con diversas áreas, cada una de ellas diseñada para cubrir las necesidades de la población.



FIG. 2.5 UNIDAD MÓVIL QUIRÚRGICA

En específico la unidad móvil quirúrgica cuenta con las siguientes áreas de servicio.

Área de Quirófano

Esta área es la más importante, es aquí en donde se realizan las cirugías en atención a las personas que son canalizadas para dicho servicio.

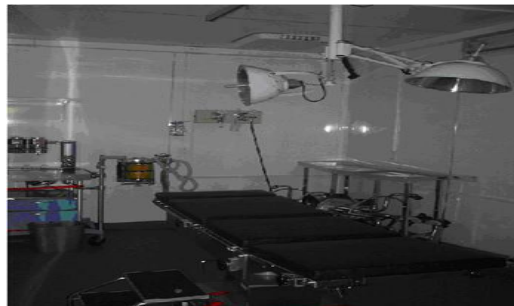


FIG. 2.6 ÁREA DE QUIRÓFANO

Área de Selle

En este lugar es en donde los médicos, enfermeras y demás especialistas que participan en las operaciones quirúrgicas se preparan, es decir, se ponen su uniforme quirúrgico y se asean las manos.



FIG. 2.7 LAVABO DEL ÁREA DE SELLE

Área de Recuperación

Esta es un área muy importante pues aquí es donde los pacientes se recuperan o estabilizan después de ser sometidos a la operación



FIG. 2.8 ÁREA DE RECUPERACIÓN

Área de Expulsión

Esta área está dedicada exclusivamente para atender a las mujeres en trabajo de parto, para esto cuenta con la cama de expulsión y un almacén de tanques de oxígeno.



FIG. 2.9 ÁREA DE EXPULSIÓN

De manera adicional se menciona que la unidad móvil cuenta con un amplio pasillo por donde los médicos, enfermeras y en determinado caso pacientes pueden desplazarse libremente.



FIG. 2.10 PASILLO DE LA UNIDAD MÓVIL

2.2.2. Zonas beneficiadas por la Brigada

Actualmente la Brigada de atención a la salud cuenta con cuatro unidades dentales y un trailer quirúrgico, dicha brigada brinda servicio a los 84 municipios a todo lo largo del estado de Hidalgo. La brigada cuenta con personal especializado en distintas áreas, por lo que se brindan servicios de medicina general, ginecología, pediatría, traumatología, nutrición, odontología y psicología.

2.3. Las Telecomunicaciones aplicadas a la Salud

2.3.1 Telemedicina

Es una herramienta tecnológica para el intercambio de imágenes, voz, datos y video, por algún medio electrónico.

La Telemedicina permite a los profesionales de la salud el intercambio de información para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades, la investigación y la educación continua en interés del desarrollo de la salud del individuo y su comunidad.

2.3.2 La Telemedicina en México

El Programa Nacional de Telesalud se inicia en 1978, como apoyo a las comunidades rurales, haciendo radioenlaces en banda civil.

En 1981 el Instituto Mexicano de Telecomunicaciones hace un estudio sobre la posibilidad de aplicar la nueva generación de satélites al servicio de la salud.

Se hicieron análisis para su aplicación en hospitales, clínicas, escuelas de medicina, sistemas móviles y rurales.

En 1995 se inicia un programa piloto para enlazar un centro médico nacional con un hospital regional, del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE). Esta prueba piloto utilizó el satélite solidaridad y trabajó a 384 Kbps. Ante la necesidad de atender a las comunidades más apartadas del país, el ISSSTE creó el programa de Telemedicina 3, para dar atención médica especializada. Con esta iniciativa, mediante videoconferencia, se enlazaron las unidades médicas distantes del interior del país con hospitales regionales para realizar consultas de forma interactiva.

Desde 1997 dispone del Sistema SHARED, una red de satélites para misiones humanitarias y de protección civil, y del sistema ARCANET, que es una opción de refuerzo para las regiones rurales y remotas del país.

Actualmente el ISSSTE mediante el Programa Nacional de Telesalud, enlaza unidades hospitalarias para realizar consultas e intervenciones quirúrgicas con la asistencia de especialistas, en tiempo real y de forma interactiva. Por este programa se ha fomentado la creación de bibliotecas virtuales que permiten a médicos y enfermeras acceder, vía Internet, a la información médica actualizada de las principales instituciones del mundo.

La Telemedicina es un programa de salud pública, su penetración es nacional, a las clases más desprotegidas. Se manejan potencialmente 3,7 millones de pacientes, y ha sido declarado por el Gobierno Federal, prioridad nacional, y ha recibido el apoyo técnico de la Comisión Federal de Telecomunicaciones durante el diseño, planeación e instalación hasta el año 2000.

2.3.3 Beneficios que Brinda la Telemedicina

Los principales beneficios que se obtienen al contar con una unidad médica móvil es la ampliar la atención a la población y también se incrementa la calidad del servicio pues las unidades permiten el intercambio de opiniones entre los conocedores de la salud. Además de que se cuenta con la opción de contar con un paquete de servicios asistenciales, orientación y capacitación productiva a las personas que viven en las localidades remotas.

Es importante resaltar que además del apoyo que se le brinda a la comunidad uno de los principales beneficiados van a ser los estudiantes prestatarios de servicio social, pues tendrán la posibilidad de resolver en manera casi instantánea cualquier problema que se les presente, cabe mencionar que la asesoría que se va a recibir será por parte de médicos especialistas.

2.4. Vinculación de las Telecomunicaciones con el Servicio Social del Instituto de Ciencias de la Salud

En la actualidad la Tecnología es una herramienta importante que influye en todos los ámbitos de nuestra vida, y la medicina, por supuesto no se encuentra exenta de esta influencia, actualmente la unión de la medicina y la tecnología recibe el nombre de Telemedicina, la cual tiene como principal aplicación la mejora de los servicios de salud en poblaciones.

El hablar de telemedicina nos trae a la mente la unidad móvil quirúrgica con la que actualmente cuenta la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, la cual forma parte de la Brigada móvil de servicio médico a que actualmente recorre cada uno de los municipios Hidalguenses, y la cual es utilizada los fines de semana, principalmente los días Domingo, esto para que pueda dar atención a la mayor parte de las personas que acuden a ella para atender sus necesidades de salud.

En este momento se tiene la necesidad de comunicar a la brigada móvil con la capital del estado, independientemente del lugar en donde esta se localice, esta necesidad surge porque en muchas ocasiones a los prestatarios de servicio social se les presentan problemas que no pueden resolver por ellos mismos, así con una unidad perfectamente comunicada, médicos especialistas podrán asesorar a los alumnos que viajan junto con la unidad quirúrgica aunque no estén con ellos de manera física.

CAPÍTULO III.

DESCRIPCIÓN DEL ENLACE SATELITAL ICOSA-UNIDAD MÓVIL QUIRÚRGICA

Una red satelital es el conjunto de antenas, equipos electrónicos y satélite que se interconectan y comunican entre sí para compartir información entre sitios distantes y a los cuales no se tiene acceso mediante la vía terrestre; una red satelital realiza la transmisión de información utilizando radio frecuencias que se amplifican y envían a un determinado satélite el cuál las recibe, procesa, amplifica y retransmite hacia otra u otras antenas terrestres.

El satélite es el medio por el cuál serán enviadas y recibidas las señales transmitidas de la estación terrestre al satélite y de éste a la unidad móvil.

La tecnología de acceso es el procedimiento por el cuál la señal de la estación terrestre es colocada sobre la portadora para enviarse al satélite, una de las más utilizadas y de la cual haremos uso en éste enlace es la llamada SCPC (Single Channel Per Carrier), la cual va de la mano con la topología de las redes punto a punto. Así de la misma forma en que una red terrestre utiliza diversos métodos de transmisión, las redes satelitales utilizan estas topologías para establecer la transmisión entre diferentes puntos. [7][11]



FIG. 3.1 REDES SCPC (SINGLE CHANNEL PER CARRIER)

Básicamente, la comunicación satelital utiliza los mismos métodos utilizados en las redes terrestres.

La gran ventaja de una red satelital es el hecho de poder comunicar a una estación central con varias estaciones remotas en el mismo tiempo (BROADCAST), situación imposible para una red terrestre.

Una red satelital puede ofrecer los mismos servicios de comunicación que una red de tipo terrestre, con la ventaja de poder comunicar puntos distantes de forma simultánea y en zonas donde la comunicación terrestre es poco accesible.

Para los enlaces satelitales existen distintas topologías, las cuales se eligen tomando en cuenta el número de estaciones que se quieren comunicar y el uso que se le vaya a dar al sistema. Las topologías más utilizadas son los enlaces SCPC punto a punto, SCPC punto a multipunto, topología en estrella, topología en malla.

Para nuestro caso en específico el objetivo del enlace es comunicar a una estación terrena fija y una estación terrena móvil, por lo que el tipo de topología que se utilizará es punto a punto SCPC el cual se muestra en la figura 3.2.

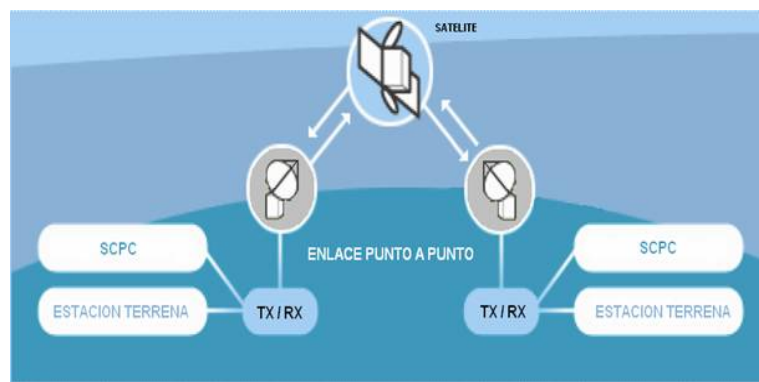


FIG. 3.2 TOPOLOGÍA SCPC PUNTO A PUNTO

3.1 Enlace Satelital ICSA – Unidad Móvil

Las señales llegan al satélite desde la estación en tierra por el "haz ascendente" y se envían a la tierra desde el satélite por el "haz descendente". Para evitar interferencias entre los dos haz, las frecuencias de ambos son distintas. Las frecuencias del haz ascendente son mayores que las del haz descendente, debido a que cuanto mayor sea la frecuencia se produce mayor atenuación en el recorrido de la señal, y por tanto es preferible transmitir con más potencia desde la tierra, donde la disponibilidad energética es mayor.

Para evitar que los canales próximos del haz descendente interfieran entre sí, se utilizan polarizaciones distintas. En el interior del satélite existen unos bloques denominados transponedores, que tienen como misión recibir, cambiar y transmitir las frecuencias del satélite, a fin de que la información que se envía desde la base llegue a las antenas receptoras.

3.1.1. Topología General

Los enlaces entre las estaciones terrenas y los satélites están constituidos por radiaciones electromagnéticas dirigidas en haz de mayor o menor concentración, similares en algunas de sus características a los enlaces entre estaciones ubicadas sobre la superficie terrestre y en muchos casos en las mismas bandas de frecuencias, atribuidas en forma compartida. Las bandas de frecuencias empleadas para dichos enlaces son las establecidas específicamente por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, como se mencionó en el capítulo 1.

Para lograr que los enlaces por satélite cumplan con los requisitos de una determinada red de comunicación deben considerarse las características de las unidades de equipo para las estaciones terrenas y los transpondedores que forman parte de la misma., las del medio de propagación y los efectos de radiaciones no deseadas de origen externo, entre ellos la distancia del satélite a la zona de servicio, el ruido interno y externo, la absorción de la radiación en el espacio, la polarización, la polarización por la compartición de la banda con servicios terrenales y con otros sistemas de satélites. La banda de frecuencias en que opere la red determinada hace que algunos de los factores mencionados tengan una importancia menor o mayor en el diseño de los enlaces, en este caso nosotros trabajaremos en banda C, pues es menos susceptible a interferencias y en esta las condiciones climáticas son casi despreciables.

En la figura 3.3 se muestra los principales elementos que constituirán nuestro enlace satelital, se muestra de lado derecho la estación terrena fija, ubicado como ya se ha mencionado en el Instituto de Ciencias de la Salud, en la parte media se aprecia el satélite de comunicaciones que es el satmex 5, y por último de lado izquierdo se muestra la Unidad Móvil Quirúrgica, que funge como nuestra estación terrena móvil, la cual recorre todo el estado de Hidalgo.

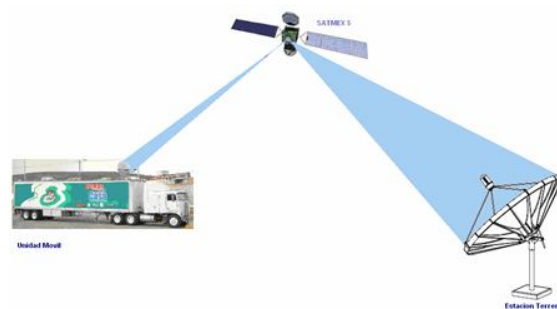


FIG. 3.3 TOPOLOGÍA SCPC PUNTO A PUNTO A UTILIZAR EN EL ENLACE ICOSA UNIDAD MÓVIL QUIRÚRGICA.

3.1.2. Estación Terrena Fija

La estación Terrena Fija se ubicará dentro del Instituto de Ciencias de la Salud (ICSA), ubicado en la comunidad de Tilcuautla, municipio de San Agustín Tlaxiaca.



FIG. 3.4 INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD

La ubicación geográfica de ICOSA es $20^{\circ} 09'N$ en latitud y longitud de $98^{\circ} 47' O$. La geografía de esta zona nos permite colocar nuestra estación terrena sin ningún inconveniente, refiriéndonos a que no existe ningún problema por la superficie terrestre y se cuenta con línea de vista para apuntar hacia el satélite Satmex 5, el cual será nuestro punto de enlace.



FIG. 3.5 LA IMAGEN MUESTRA EL ÁREA PROPUESTA

En la imagen anterior podemos constatar que el área propuesta para la construcción del refugio así como para la instalación de la antena transmisora es ideal ya que cuenta con una excelente línea de vista, así como una subestación eléctrica la cual abastece a todo el Instituto en caso de alguna suspensión por parte del servicio eléctrico y la cual tiene la capacidad para abastecer al equipo de la estación terrena.



FIG. 3.6 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA EN EL INSTITUTO DE CIENCIAS DE LA SALUD.

3.1.2.1 Equipamiento

Como se mencionó en el capítulo 1 una estación terrena es un equipo con una antena o un conjunto de equipos con antenas, que puede tener un extremo de entrada y salida de señales de comunicación en banda base o en frecuencia intermedia y otro de transmisión o recepción de radiaciones hacia o desde uno o más satélites.

◇ Antena

El principal objetivo de la elección de la antena y sus elementos para dirigir la potencia consiste en lograr suficiente ganancia de transmisión y recepción con las menores dimensiones posibles, bajo efecto de interferencia en transmisión y baja captación de interferencia en recepción, poca captación de ruido térmico

por radiación del suelo, emisión y recepción con gran pureza de polarización, resistencia al viento y relativamente alta eficiencia hasta donde es compatible con los demás objetivos.



FIG. 3.7 AQUÍ SE MUESTRAN PARTES QUE CONFORMAN LA ANTENA DE 3.8 M ASÍ COMO LA CIMENTACIÓN NECESARIA PARA SU INSTALACIÓN

La antena que se utilizará en el enlace para la estación terrena fija, es una antena de la marca Prodelin serie 1383, con un diámetro de 3.8 m. La cual se utilizará como dispositivo de transmisión y recepción, esta antena está diseñada para trabajar en banda C y por sus características es la mejor opción, la calidad de sus materiales de construcción y su cubierta galvanizada permite soportar cualquier tipo de inclemencias climatológicas y condiciones atmosféricas como la temperatura por ejemplo.



FIG. 3.8 ANTENA DE LA MARCA PRODELIN DE 3.8m DE DIÁMETRO PARA LA ESTACIÓN TERRENA FIJA

En la siguiente tabla se exponen las principales característica de la antena, las otras características de la antena se presentan en el apéndice A.

CARACTERÍSTICAS DE LA ANTENA PRODELIN DE 3.8m		
Antena para Transmisión y Recepción		
	Tx	Rx
Frecuencia de Operación (GHz)	5.845-6.725	3.4-4.2 Ghz
Ganancia de Banda media	46.2 Db	41.8 dB
Interfaz de alimentación	CPR 137 ó tipo N	CPR 229
Temperatura de Ruido de la Antena		
10° elevación	31 k	
20° elevación	25 K	
30° elevación	23 K	
40° elevación	22 k	
Sidelobe Envelope, Co-Pol (dBi)		
1°≤Θ≥20°	29-25 Log Θ dBi	
Polarización	Lineal	
Cross-Pol Insolation	> 30 dB	

TABLA 3.1 PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LA ANTENA PRODELIN 3.8 M

◇ **Modulador y Demodulador**

El ComStream CM701 es una presentación completa de un Módem Digital utilizado en aplicaciones para la transmisión satelital requiriendo de señales continuas de transmisión y recepción.

Este módem debido a su completa presentación y utilidad contribuye directamente a disminuir los costos de operación de los sistemas satelitales.

El CM701 es excelente para aplicaciones de comunicación satelital punto a punto con requerimientos variables de capacidad de datos, los cuales cambian periódicamente. Estos pueden reconfigurarse las veces que sean para diferentes velocidades de transferencia de datos, código de velocidad o tipo de modulación.

Este módem típicamente se configura para operar de manera full-duplex y básicamente el CM701 consta de cuatro tarjetas estándar, las cuales son las siguientes.

- ◇ Tarjeta I/O
- ◇ Tarjeta de Comando y Control
- ◇ Tarjeta demoduladora
- ◇ Tarjeta moduladora

La tarjeta I/O puede contener las interfaces RS-449, V.35, RS-232, DS-1, G.703. Una interfaz se define como un puerto a través del cual se envían o reciben señales desde un sistema hacia otros, es decir, permiten una comunicación con actores externos como personas u otros sistemas a través de un protocolo común a ambos. En el caso de nuestro sistema a través de éstas interfaces se permitirá conectar directamente los dispositivos periféricos como la cámara de video y los micrófonos. Para la descripción de cada una de las interfaces ver apéndice I.

La tarjeta de comando y control es el punto focal para la interacción con el usuario. Esta tarjeta sirve como una puerta de comando entre el usuario y alguien más. El modulador y demodulador se configuran desde su fabricación para frecuencias intermedias (IF) de 70 ± 18 MHz ó 140 ± 36 MHz. [n]

El CM701 puede tener múltiples tarjetas I/O instaladas al mismo tiempo. Utilizando múltiples tarjetas de I/O, la transmisión y recepción puede utilizarse para diferentes formatos de información. Las interfaces activas del módem se pueden seleccionar a través de comandos ya sea directamente del panel frontal o desde la terminal remota.



FIG. 3.9 MÓDEM SATELITAL MODELO CM701 DE LA MARCA RADYNE COMSTREAM

Las aplicaciones principales del módem incluyen:

- ◇ Redes privadas de voz, video y datos
- ◇ Redes de transmisión mediante enlaces ascendentes
- ◇ Servicios satelitales
- ◇ Transmisión de video de alta velocidad

El CM701 provee de calidad, flexibilidad, rentabilidad y gran valor a través de las siguientes características.

- ◇ Disponibilidad para comunicarse con otro módem ComStream de alguna red cerrada, incluyendo la línea de productos el módem satelital CV y CM de SCPC basic.
- ◇ Compatibilidad con el ComStream de la serie DT de estaciones terrenas interactivas y con la serie DBR.
- ◇ Disponibilidad para ser configurado para aplicaciones en redes abiertas.
- ◇ El panel frontal con indicadores de LED's brinda la posibilidad de hechar un chequeo rápido. [11][n]

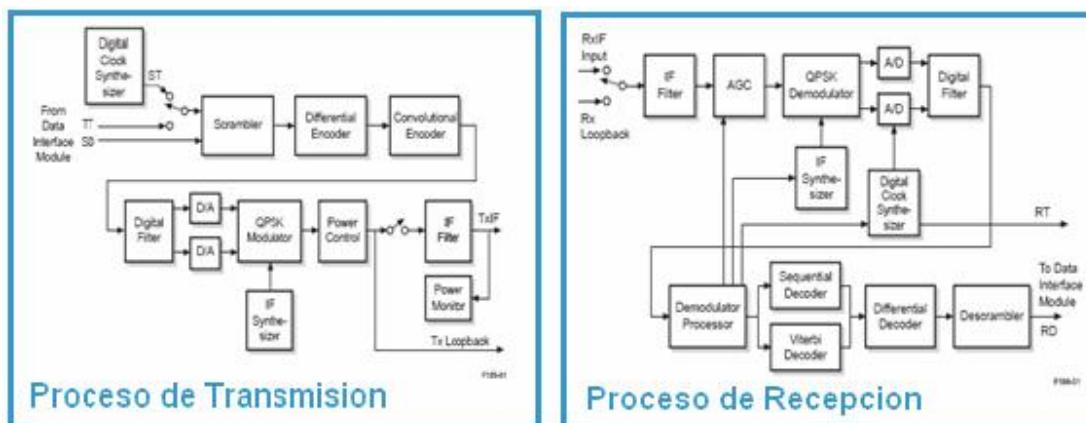


FIG 3.10 DIAGRAMA DE BLOQUES DE LOS PROCESOS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DEL MODEM CM701

◇ Transceiver

El término transceiver se aplica a un dispositivo que realiza, dentro de una misma caja, funciones tanto de transmisión como de recepción, utilizando componentes de circuito comunes para ambas funciones, dicho dispositivo es

capaz de transformar un determinado tipo de energía de entrada en otra diferente de salida.

El transceiver que se presenta en la figura 3.11, es el utilizado en ambas estaciones, tanto la terrestre ubicada en el ICSA, como en la Unidad móvil, éste transceiver es de la marca AnaCom, y dispone de circuitos de transmisión y recepción y por su tamaño se hace bastante práctico.

Sus principales aplicaciones se presentan en sistemas SCPC, MCPC y DAMA. Éste equipo contiene un convertidor de subida y bajada, un amplificador de potencia y una fuente de alimentación, todo esto dentro de un único encapsulado y el único cable que se requiere para conectarlo con otro equipo son cables de IF. El LNC se conecta con el transceiver con un único cable coaxial. Dentro del sistema también se incluye un oscilador de cristal de alta estabilidad el cual es usado para enlazar los sintetizadores de transmisión y recepción.



**FIG. 3.11 TRANSCEIVER DE LA MARCA ANACOM, INC.
MODELO EC 50_80**

◇ **Amplificador de Potencia**

El Amplificador de Estado Sólido (SSPA) de la marca CPI es altamente eficiente y de fácil mantenimiento, este amplificador proporciona potencias de 125 y 225 watts, cubriendo también bandas de frecuencias en los rangos de 5.850 a 6.425 GHz. Este amplificador debido a la gama de frecuencias que maneja es óptimo para ser utilizado en banda C.



FIG. 3.12 AMPLIFICADOR DE ESTADO SÓLIDO MARCA CPI

◇ **Sistema de Energía**

Los equipos que integran la estación terrena necesitan de una fuente de alimentación eléctrica, es por ello que el lugar propuesto dentro del Instituto de Ciencias de la Salud es junto al edificio donde se encuentra la subestación de energía eléctrica la cual proveerá de la misma al refugio de la estación terrena fija incluyendo energía auxiliar en caso de ser necesario.



FIG. 3.13 REFUGIO DEL SISTEMA DE ENERGÍA DE ICESA

3.1.3. Unidad Móvil Quirúrgica



FIG. 3.14 UNIDAD MÓVIL QUIRÚRGICA CON LA ANTENA DE LA MARCA PATRIOT DE 1.5 M

La Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo cuenta con una unidad móvil quirúrgica la cual ya es utilizada para el apoyo a la sociedad mediante los prestadores de servicio social del Instituto de Ciencias de la Salud.

En ésta unidad es donde nosotros hemos encontrado el lugar ideal para la instalación del equipo de transmisión y recepción de telecomunicaciones, y el cual servirá para el apoyo y supervisión de los alumnos sin tener la necesidad

de que los catedráticos y especialistas en la materia tengan que desplazarse a lugares lejanos dentro de nuestro estado, si no que lo puedan hacer mediante telefonía, Internet, teleconferencias, e inclusive videoconferencias desde un punto específico asignado dentro de nuestra universidad, más en concreto dentro del Instituto de Ciencias de la Salud.

3.1.4.1 Equipamiento

◇ Antena

La antena que será instalada en la unidad quirúrgica móvil es una antena de la marca Patriot con un diámetro de 1.5 metros y una gama de frecuencias las cuales oscilan entre los 5.7 y 6.725 GHz a la transmisión y 3.4 y 4.2 GHz en recepción estas frecuencias caen dentro del ancho de banda que abarca la banda C en la cual estamos diseñando nuestro sistema de telecomunicaciones. Es una antena tipo Cassegrain con un diámetro justo para poder ser implementada en dicha unidad y la cual montaremos en la parte superior del trailer quirúrgico.

Por sus características y diseño es óptima para utilizarse bajo cualquier condición de clima ya que no le afectan de manera significativa temperaturas extremas considerando además que tiene un manejo muy fácil en cuestión de posición y orientación es decir sus movimientos de elevación y de azimut son muy fáciles de realizar gracias a las graduaciones con que cuenta.



FIG 3.15 ANTENA DE LA MARCA PATRIOT DE 1.5M DE DIÁMETRO PARA BANDA C

◇ **Modulador y Demodulador**

Para la estación móvil se sugiere el módem universal de la serie DMD20 de la marca Radyne Comstream. Este equipo se eligió tomando en cuenta la compatibilidad que presenta con el CM701, básicamente trabajan dentro del mismo rango de frecuencias y también utilizan los mismos tipos de modulación.

Este módem combina un sin número de presentaciones así como un uso muy amigable. El panel frontal del DMD20 tiene funciones programables, al igual que el CM701, y provee de funciones que se pueden elegir para brindar diferentes servicios como el IDR e IBS de INTELSAT, así como redes cerradas. Todas las funciones de configuración y control están disponibles en el panel frontal. Los parámetros de operación como la velocidad de datos, FEC, tipo de modulación Frecuencias IF, IBS/IDR y el tipo de interferencia pueden ser programadas o bien modificadas en el mismo panel frontal para poder adaptarse a las necesidades de cada estación terrena.

El módem opera con el estándar IBS e IDR para brindar velocidades de datos por arriba de los 8.448 Mbps.

El módem puede soportar diversos estándares industriales de interfaces, entre los que se encuentran: V.35, RS-232, RS-422/-530, ITU G.703, HSSI, ASI, DVB/M2P y Ethernet Bridge.



FIG. 3.16 MÓDEM SATELITAL MODELO DMD20 DE LA MARCA RADYNE COMSTREAM

◇ **Transceiver**

Es exactamente el mismo equipo descrito para estación terrena.

Las ventajas de utilizar un transceiver dentro de un enlace de telecomunicaciones móvil satelital son:

- ◇ Se puede obtener una reducción en conexiones entre equipos por lo tanto se reducen pérdidas.
- ◇ Una conversión de la información de manera segura de banda base o frecuencia intermedia a radio frecuencia para su transmisión al satélite.
- ◇ Debido a sus características físicas puede ser implementado en sistemas de telecomunicaciones.

Las interfaces que tiene el transceiver son un puerto RS-232 y un RS-485 / RS 232 ambos configurables.



**FIG. 3.17 TRANSCEIVER DE LA MARCA ANACOM, INC.
MODELO EC 50_80**

◇ **Amplificador**

Un sistema móvil de telecomunicaciones por satélite está formado por varios elementos todos muy importantes en su respectiva función, pero uno de los que sobresale es el amplificador ya que es el que permite que nuestra información pueda viajar por el espacio hasta llegar al satélite gracias a la potencia que puede suministrar en el sistema.

El Amplificador de Estado Sólido (SSPA) de la marca CPI es altamente eficiente y de fácil mantenimiento, este amplificador proporciona potencias de 125 y 225 watts, cubriendo también bandas de frecuencias en los rangos de 5.850 a 6.425 GHz en enlaces satelitales.

Este amplificador debido a la gama de frecuencias que maneja es óptimo para ser utilizado en banda C además de que proporciona una potencia suficiente, y gracias a sus dimensiones puede ser implementado en sistemas móviles de telecomunicaciones. Es por ello que fué elegido en este diseño de enlace satelital.



FIG. 3.18 AMPLIFICADOR DE LA MARCA CPI PARA BANDA C

◇ **Sistema de Energía**

La unidad móvil quirúrgica con la cual cuenta nuestra máxima casa de estudios puede ser totalmente independiente en el sentido de que se cuenta con una pequeña planta generadora de energía eléctrica la cual puede suministrar dicha energía para el correcto funcionamiento de todo el equipo tanto de telecomunicaciones como de uso médico.

Actualmente la unidad viaja principalmente a las cabeceras municipales donde le proporcionan la energía necesaria para su funcionamiento y no es del todo necesaria esta fuente alterna pero se cuenta con ella para que la unidad móvil pueda ser autosuficiente en este aspecto.



FIG. 3.19 PLANTA ELÉCTRICA DE ALIMENTACIÓN ALTERNA DE LA UNIDAD MÓVIL QUIRÚRGICA

3.1.4. Satélite

En la actualidad, México tiene asignados tres segmentos espaciales, o posiciones orbitales, para el servicio nacional y de casi todo el continente, empleando para ello tres satélites con diferentes tipos de coberturas: Solidaridad II, Satmex 5 y Satmex 6. En este proyecto el satélite que utilizaremos será el Satmex 5.



FIG 3.20 SATMEX 5 SATÉLITE GEOESTACIONARIO MEXICANO UBICADO A 116.8 °

El Satmex 5 fue fabricado por Hughes Space & Communications, en California, EUA, lugar en donde se construyó la primera y segunda generación de satélites mexicanos. La vida útil esperada de Satmex 5 es de 15 años. Tiene celdas solares de arseniuro de galio y cuenta con nueva tecnología en la batería y el sistema de propulsión, para operar con 24 Transpondedores de banda C y 24 de banda Ku de alto poder. Esta capacidad en banda Ku le permite la transmisión de señales de televisión directa al hogar (DTH), a antenas menores de un metro de diámetro; su PIRE (potencia isotropita radiada efectivamente) y sus márgenes de G/T (*gain to noise temperatura ratio*) le dan capacidad suficiente para hacer radiodifusión digital con gran confiabilidad; además, los haces de cobertura brindan servicio a casi todo el continente americano.

Los principales beneficios que nos brinda el satélite Satmex 5, primero, es que lleva a México a una auténtica globalización de los servicios satelitales, ya que cuenta con cobertura continental en todos sus canales, una potencia diez veces superior a los anteriores satélites Morelos, tres veces superior a los Solidaridad, y segundo que tiene la tecnología satelital más avanzada, que le permitirá tener una vida útil superior.

Las aplicaciones satelitales que requieren gran demanda de potencia pueden ser atendidas por Satmex 5, dado que se puede tener un mejor aprovechamiento del segmento espacial. La gran capacidad en potencia efectiva radiada y la elevada densidad espectral de sus transpondedores permiten la radiodifusión digital con gran confiabilidad.

Las nuevas aplicaciones que operan en formatos DVB alcanzan importantes economías de escala al aprovechar al máximo las características del Satmex 5. Los sistemas como el de televisión directa al hogar (DTH) logran el beneficio de poder transmitir a estaciones con antenas menores a un metro de diámetro, particularmente dentro de la cobertura de Norteamérica.

Para los usuarios de servicios ocasionales, Satmex 5 en su banda Ku, les ofrece la posibilidad de utilizar equipos digitales portátiles, que reducen considerablemente los costos de operación, además de hacer más flexible y dinámico el despliegue de sus equipos de noticias y eventos especiales. Históricamente y por razones fundamentalmente económicas, las receptoras de banda C han sido las preferidas por las cadenas de televisión comercial y sistemas por cable, tanto en Latinoamérica como en EUA y Canadá. La cobertura continental de la banda C del Satmex 5, propicia el crecimiento de la distribución de la televisión por cable y la educación a distancia con costos más competitivos.

3.1.4.1 Consideraciones para la elección de un Satélite de Comunicaciones

Existe una gran variedad de satélites artificiales girando junto con la Tierra con diferentes aplicaciones como son: científicas, militares, astronómicas, etcétera.

Estos satélites son equipados, de acuerdo a sus aplicaciones, con diferentes instrumentos y fuentes de energía. Estas son consideraciones importantísimas que deben ser tomadas para la elección de un satélite cuando queremos realizar un enlace de telecomunicaciones.

El aspecto de número de transpondedores, la disponibilidad de estos, así como la gama de frecuencias que se maneja en ellos son otras características de suma importancia.

La cobertura que puede proporcionarnos es otro aspecto que tiene que ser considerado para la optimización de nuestro enlace ya que si la huella de cobertura es limitada, nos limitará a la vez en el sentido de expansión de nuestro enlace.

3.1.4.2 Especificaciones del Satélite a Utilizar

SATÉLITE SATMEX 5	
Modelo	HS-601-HP
Estabilidad	Triaxial
Peso Total	2,773 Kg.
Combustible	4,000 Kg.
Potencia	7,615 vatios
Vida útil	15 años
Transpondedores en Banda C	24 de 36 MHz
Transpondedores en Banda Ku	24 de 54 Mhz
Transpondedores en Banda L	-----

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL SATMEX 5	
	36 MHz Banda C
PIRE (dBW) en la orila de la cobertura	39
G/T (dB/°K) en la orilla de la cobertura	-2
Densidad de flujo a saturación (dBW/m ²)	-93
Rango de atenuación	0 a 15 dB en pasos de 1 dB

3.2 Cotización del Equipo Propuesto

El proceso de cotización es un tanto difícil debido a que la implementación física del proyecto no tiene una fecha definida para iniciarlo, es por ello que dicha cotización puede variar de acuerdo a distintos cambios como son el aumento del valor del dólar, ya que es equipo cotizado en dólares, además nuevos equipos con tecnología de punta que desplacen de alguna manera el equipo propuesto.

Gracias a que la Universidad ya cuenta con una parte del equipo la cotización se realizó sin considerar el módem de la marca Radyne Comstream modelo CM701, así como la antena de 3.8m de diámetro de la marca Prodelin.

Los precios que a continuación se presentan están debidamente respaldados, pues se realizó la consulta de los mismos directamente con los proveedores de las empresas correspondientes. (Ver apéndice H)

Cantidad	Modelo y Descripción	Precio Unitario	Precio Final
1	MODEM Satelital Radyen Comstream serie DMD20, Modulación QPSK	US\$15,000	US\$15,000
2	S5CI-B (200 W de potencia, frecuencia entre 5.85-6.65 GHz) Ganancia 70 dB min. Potencia 110-240VAC 47-63 Hz, en fase en simple. Se apega a todas las especificaciones incluidas en la hoja técnica	US\$27,800	US\$55,600
2	Transceiver de 80 W	US\$ 25,000	US\$500,00
1	Antena de 1.5m de diámetro marca Patriot de ajuste manual.	US\$1, 190	US\$1,190
		TOTAL	US\$121,790

3.3 Cálculos Matemáticos del Enlace Satelital

El enlace satelital consiste de una señal de subida y una de bajada. La calidad de la señal depende de que tan fuerte es la señal cuando abandona la estación terrena y también de cómo la recibe el satélite. En la señal de bajada la calidad depende de que tan fuerte puede retransmitir la señal y de cómo la estación terrena la recibe.

La señal de subida puede contaminarse por señales transmitidas por otras estaciones o por señales de satélites cercanos, y la señal de bajada puede ser contaminada por señales que vienen de satélites cercanos. La lluvia es también un factor que afecta de manera considerable las señales satelitales, las afectan hasta por encima de los 10 GHz y reduce el aislamiento entre las señales polarizadas ortogonalmente en una frecuencia.

En las siguientes páginas se muestran los cálculos del enlace satelital, se detallan cada una de las fórmulas utilizadas y se muestran los resultados obtenidos.

3.3.1 Enlace ICESA-Huejutla

Enlace Ascendente

Para orientar la antena de la estación terrena en dirección correcta hacia donde está el Satmex 5, se definen los ángulos de elevación y azimut a partir de las siguientes fórmulas.

El ángulo de elevación se calcula a partir de

$$\theta = \text{ang} \tan \left[\frac{c - \frac{R_e}{h}}{\text{sen} \theta'} \right] \quad (3-1)$$

En Donde:

c . $\cos / \cos \Delta L$

θ' . $\text{ang} \cos c$

l . Latitud de la estación terrena

ΔL . |Longitud del satélite-Longitud de la estación terrenal|

R_e . Radio de la tierra = 6378 Km

h . Radio de la órbita = 42164 Km

Como ya se tienen los datos geográficos de la estación terrena, procedemos a sustituir los datos en la ecuación 3-1 y obtenemos

$$\Delta L = |116.8^\circ - 98.78^\circ| = |116.8 - 98.78| = 18.02^\circ$$

$$c = \cos l \cos \Delta L = (\cos 20.15^\circ)(\cos 18.02^\circ) = 0.892$$

$$\theta' = \text{ang} \cos c = 26.77^\circ$$

$$\theta = \text{ang} \tan \left[\frac{0.892 - 0.15127}{\text{sen} 26.77^\circ} \right]$$

$$\theta = 58.72^\circ$$

Para calcular el ángulo de azimut tenemos la fórmula 3-2, en la cual figura la latitud de la estación terrena (LA), el resultado después de realizar la sustitución es el siguiente

$$Azm = \tan^{-1} \left(\frac{\tan L}{\sin LA_{es}} \right) \quad (3-2)$$

$$Azm = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(18.02)}{\sin 20.15} \right) = 43.360^\circ$$

$$Az = 43.360^\circ + 180^\circ = 223.360^\circ$$

Ahora obtenemos el rango o distancia (d) ICSa – Satélite sustituyendo en la ecuación 3-3

$$d = 35786 \sqrt{1.4199 - 0.4199 \cos \theta'} \quad [Km] \quad (3-3)$$

De donde:

$$\theta' = \arccos c = 26.77^\circ$$

$$d = 35786 \sqrt{1.4199 - 0.4199 \cos(26.77^\circ)}$$

$$d = 36582.397 Km$$

Por lo tanto, las pérdidas por propagación en espacio libre están dadas por:

$$L_{sasc} = 20 \log \left(\frac{4\pi f d}{c} \right) \quad (3-4)$$

Donde:

c . Velocidad de la luz = $3 \cdot 10^8$

f . Frecuencia del enlace ascendente = 6.225 GHz.

d . La distancia que existe entre la estación terrena transmisora y el satélite y es igual a 36582.397 Km.

Sustituyendo los valores ya conocidos en la ecuación anterior, tenemos el siguiente resultado.

$$L_{sasc} = 20 \log \left(\frac{4\pi(6.225 * 10^9 \text{ Hz})(36582.397 * 10^3 \text{ m})}{3 * 10^8 \text{ m/s}} \right)$$

$$[L_{sasc}]_{dB} = 20 \log(9538940142) = 199.590 \text{ dB}$$

Necesitamos calcular la ganancia de la antena de 3.8m de diámetro que se ubica en la estación terrena de ICSa, esta la obtenemos con la formula siguiente

$$G = \eta \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \quad (3-5)$$

De donde tenemos que:

η . Eficiencia de la antena considerada de 0.6

D . Es el diámetro de la antena igual 3.8m

λ . Es la longitud de onda del enlace ascendente y se obtiene a través de la fórmula (3-6) de tomando en cuenta una frecuencia de subida igual a 6.225 GHz.

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{6.225} = 0.048 \text{ m} \quad (3-6)$$

Teniendo la longitud de la onda se calcula la ganancia de la antena se sustituyen los datos en la fórmula (3-5) y el resultado obtenido es el siguiente

$$G = 0.6 \left(\frac{\pi(3.8)}{0.048} \right)^2 = 37113.824w$$

$$[G]_{db} = 10 \log[37113.824w]$$

$$[G]_{dB} = 45.695dBi$$

Teniendo la ganancia de la antena tenemos que la PIRE de la estación terrena se obtiene al sumar dicha ganancia (G_T) a la potencia que arroja el amplificador (P_T) como se muestra en la fórmula (3-7).

$$[PIRE]_{dB} = P_{tx} + G_{tx} \quad (3-7)$$

Para nuestro caso y por especificaciones del amplificador la potencia obtenida es 24 dBW y por lo tanto la PIRE de la estación es

$$[PIRE]_{dB} = 24dBW + 45.695dBi$$

$$[PIRE]_{dB} = 69.695dBW$$

Considerando los parámetros calculados, y los datos que tenemos del equipo y del satélite procedemos a calcular la Relación Portadora a Densidad de ruido Ascendente, la cual se obtiene a partir de la siguiente fórmula.

$$\left(\frac{C}{No} \right)_{asc} = PIRE_{E/T} + (G/T)_{SAT} - K - Ls_{asc} - \mu_{asc} - L\Delta_{asc} [dB/Hz] \quad (3-8)$$

En donde:

- $PIR_{E/T}$. Potencia Isotrópica radiada Efectiva desde la E/T
- G/T_{sat} . Característica del Satélite
- K . Constante de Boltzmann = -228.6 (dBJ/°K)
- LS_{asc} Pérdidas en el espacio libre ascendente
- μ_{asc} Margen de atenuación por lluvia ascendente se considera 0 en banda C
- $L\Delta_{asc}$ Pérdidas misceláneas, es la suma de las pérdidas atmosféricas apuntamiento y de polarización. Aproximadamente 1dB.

Sustituyendo los valores obtenemos el siguiente resultado

$$\left(\frac{C}{No} \right)_{asc} = 69.695 + 0.5 - (-228.6) - 199.590 - 1$$

$$\left(\frac{C}{No} \right)_{asc} = 98.205 \text{ dB / Hz}$$

Para realizar el cálculo de la relación portadora a ruido $(C/N)_{asc}$. Se requiere conocer la tasa de transmisión, para este sistema, considerando las características del módem tenemos una tasa igual a 512 Kbps. Con este parámetro se realiza el cálculo de ancho de banda (B) para un sistema QPSK a través de la fórmula (3-9).

$$B = \frac{Rb}{2} \left(\frac{1}{FEC} \right) (RollOff) \quad (3-9)$$

Realizando la sustitución conociendo los parámetros obtenemos

$$B = \frac{512 \text{ Kbps}}{2} \left(\frac{1}{7/8} \right) (1.14)$$

$$B = 333.531 \text{ kHz}$$

En el cálculo del ancho de banda consideramos importante mencionar que el FEC utilizado se obtiene de las especificaciones del equipo, así como el Roll Off.

Con este valor se determina la razón de la portadora a ruido (C/N), utilizando la ecuación (3-10), de la cual todos los parámetros ya han sido calculados y por lo cual obtenemos

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{asc} = \left(\frac{C}{N_o}\right)_{asc} - 10 \log(B) [dB] \quad (3-10)$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{asc} = 98.205 dB / Hz - 10 \log(333.531 * 10^3 Hz)$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{asc} = 42.973 dB$$

Teniendo las relaciones anteriores, como lo es la PIRE de la estación, y la relación portadora a ruido, podemos calcular la relación portadora a ruido ascendente total aplicando la fórmula (3-11)

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{\frac{1}{a \log \left(\frac{C}{N_{asc}} / 10 \right)} + \frac{1}{a \log \left(\frac{C}{I_{asc}} / 10 \right)} + \frac{1}{a \log \left(\frac{C}{X_{pol}} / 10 \right)} + \frac{1}{a \log \left(\frac{C}{X_{satady}} / 10 \right)}} \right] \quad (3.11)$$

En donde:

C/I. Intermodulación ascendente

C/X. Polarización Cruzada ascendente

Estos valores los obtenemos por especificaciones del satélite y al sustituirlos directamente en la ecuación (3-11) obtenemos que la relación portadora a ruido del enlace ascendente es

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{ASCTOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{\frac{1}{a \log\left(\frac{42.973}{10}\right)} + \frac{1}{a \log\left(\frac{30}{10}\right)} + \frac{1}{a \log\left(\frac{28}{10}\right)} + \frac{1}{a \log\left(\frac{34}{10}\right)}} \right]$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{ASCTOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{5.042 * 10^{-5} + 1 * 10^{-3} + 1.5848 * 10^{-3} + 3.9810 * 10^{-4}} \right]$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{ASCTOTAL} = 10 \log[329.671] = 25.180dB$$

Enlace Descendente

Ahora realizaremos el cálculo de los parámetros de bajada a la estación terrena ubicada en Huejutla. En general se aplican criterios similares a los aplicados en el análisis de subida al satélite, sin embargo la frecuencia de bajada a la estación es diferente y se considera de 4.000 GHz.

El ángulo de elevación y azimut, a la orientación de la antena receptora colocada en la unidad móvil, así como la distancia entre la estación y Huejutla se calculan a través de las fórmulas (3-1), (3-2) y (3-3), respectivamente.

$$c = \cos l \cos \Delta L = (\cos 21.11^\circ)(\cos 18.39^\circ) = 0.885$$

$$\theta' = \arccos(0.885) = 27.71^\circ$$

$$\theta = \arctan \left[\frac{0.885 - 0.15127}{\sin 27.71^\circ} \right] = \arctan(1.577)$$

$$\theta = 57.63^\circ$$

Calculo del ángulo de azimut

$$Azm = \tan^{-1} \left(\frac{\tan L}{\sin LA_{cs}} \right)$$

$$Azm = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(18.39)}{\sin 21.11} \right) = 42.709$$

$$Az = 42.709 + 180 = 222.709^\circ$$

Distancia del satélite a la estación terrena receptora

$$d = 35786 \sqrt{1.4199 - 0.4199 \cos \theta'}$$

$$d = 35786 \sqrt{1.4199 - 0.4199 \cos(27.71)}$$

$$d = 36637.546 \text{ Km}$$

De la misma forma calculamos las pérdidas en espacio libre aplicando la fórmula (3-4) y obtenemos

$$L_{sdesc} = 20 \log \left(\frac{4\pi(36637.546 * 10^3)(4.000 * 10^9)}{3 * 10^8} \right)$$

$$[L_{sdesc}]_{dB} = 20 \log(6138679752) = 195.761 \text{ dB}$$

Para el enlace descendente también requerimos del cálculo de la ganancia de la antena en la estación receptora, partiendo de la ecuación (3-5) obtenemos que la ganancia de la antena de 1.5 m de diámetro en recepción es de:

$$G = 0.6 \left(\frac{\pi(1.5)}{0.075} \right)^2 = 2368.705w$$

$$G_{dB} = 10 \log(2368.705) = 33.745dB$$

Haciendo notar que la longitud de onda se obtiene considerando una frecuencia de bajada de 4GHz.

Para el enlace descendente se requiere calcular un parámetro extra de la estación terrena, el cual se denomina figura de mérito (G/T), este se obtiene a partir de la siguiente fórmula

$$\left(\frac{G}{T} \right) = G_{RX} - 10 \log(Ts) \quad (3-12)$$

Donde:

G_{RX} . Es la ganancia en recepción de la antena

Ts . La temperatura de ruido del sistema

Tomando en cuenta que ya se ha calculado la ganancia de la antena en recepción y que la temperatura de ruido del sistema la arroja las especificaciones del equipo, obtenemos que la (G/T) del sistema es

$$\left(\frac{G}{T} \right) = 33.745 - 10 \log(65)$$

$$\left(\frac{G}{T} \right) = 15.615dB / ^\circ K$$

Con todos los datos arriba calculados, podemos determinar la relación C / N_o del enlace descendente obteniendo

$$\left(\frac{C}{N_o} \right)_{desc} = PIRE_{E/T} + (G/T)_{E/T} - K - Ls_{desc} - \mu_{desc} - L\Delta_{desc} [dB / Hz]$$

$$\left(\frac{C}{N_o} \right)_{desc} = 40.8 + 15.615 - (-228.6) - 195.761 - 1 (dB)$$

$$\left(\frac{C}{N_o} \right)_{desc} = 88.25 dB / Hz$$

Y con este resultado obtenemos el cálculo de la relación portadora a ruido del enlace descendente

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{des} = 88.25 dB / Hz - 10 \log(333.531 * 10^3 Hz)$$

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{des} = 33.018 dB$$

Determinaremos la relación portadora a ruido descendente total utilizando la fórmula (3-11) con los respectivos parámetros del enlace descendente y obtenemos

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{DESTOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{\frac{1}{10 \log(33.018/10)} + \frac{1}{10 \log(16/10)} + \frac{1}{10 \log(32/10)} + \frac{1}{10 \log(30/10)}} \right]$$

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{DESTOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{4.990 * 10^{-4} + 0.0251 + 6.309 * 10^{-4} + 1 * 10^{-3}} \right]$$

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{DESTOTAL} = 10 \log[36.710] = 15.647 dB$$

Ahora como ya tenemos la (C/N) total, tanto ascendente como descendente, procedemos a calcular la **(C/N) total del sistema**, el cual se obtiene utilizando la siguiente fórmula.

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{\frac{1}{a \log \left(\frac{C}{N}_{ASCTOTAL} / 10 \right)} + \frac{1}{a \log \left(\frac{C}{N}_{DESCTOTAL} / 10 \right)}} \right] dB \quad (3-13)$$

Como ya se conocen todos los datos, solamente sustituimos y obtenemos

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{\frac{1}{a \log \left(\frac{25.180}{10} \right)} + \frac{1}{a \log \left(\frac{15.647}{10} \right)}} \right] dB$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{3.033 \cdot 10^{-3} + 0.0272} \right] dB$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOTAL} = 10 \log [33.026] dB = 15.188 dB$$

Ya que tenemos la Relación Portadora a Ruido Total, procedemos a calcular la relación portadora a ruido requerido, para este, primero calcularemos la relación de densidad de potencia de bit a densidad de ruido E_b / N_o mediante la formula (3-14) que se presenta de la siguiente manera

$$\left(\frac{E_b}{N_o}\right)_{sit(dB)} = \left(\frac{C}{N}\right)_{sit} + 10 \log \frac{B}{R_b} \quad (3-14)$$

Conociendo todos los valores de la (C/N) total y del ancho de banda, tenemos que el valor de E_b / N_o es

$$\left(\frac{E_b}{N_o} \right)_{des(dB)} = 15.188 + 10 \log(0.651)$$

$$\left(\frac{E_b}{N_o} \right)_{des(dB)} = 13.326 dB$$

Para calcular el margen del enlace, se necesita saber cual es el (C/N) requerido, el cual obtenemos aplicando la fórmula (3-15), y obtenemos que

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{REQ.} = E_b / N_o + 10 \log(Vel \text{ inf}) - 10 \log(AB) [dB] \quad (3-15)$$

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{REQ.} = 13.326 + 10 \log(512) - 10 \log(333.531B) [dB]$$

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{REQ.} = 15.187 dB$$

Conociendo ya dicho margen aplicamos la fórmula (3-16) y tenemos que el margen del enlace equivale a

$$ME = \left(\frac{C}{N} \right)_{total} - \left(\frac{C}{N} \right)_{REQ} \quad (3-16)$$

$$ME = 15.188 - 15.187 = .001$$

3.3.2 Balance del Enlace ICSa-Huejutla

Ubicación de la estación transmisora	ICSa
Latitud / longitud L	20°09'-98°47'
Ubicación de la estación receptora	Huejutla
Latitud / longitud L	21°07'-98°25'
Satélite a utilizar	Satmex 5
Posición Geográfica	116.8°

Región de cobertura satelital	C1 Méx. y Sur de US
Transpondedor a utilizar	15N
Anchura de banda del transpondedor	36 MHz
Velocidad de información del enlace	512 Kbps
Modulación	QPSK
Tasa de codificación	Viterbi R 7/8
Diámetro de la antena de E/T Tx	3.8 m
Diámetro de la antena de E/T Rx	1.5 m
Frecuencia de transmisión E/T	6.225 GHz
Frecuencia de recepción E/T	4.000 GHz
Ganancia de la antena E/T Tx	45.695 dBi
Ganancia de la antena E/T Rx	33.745 dBi
G/T de la estación terrena Rx	15.615 dB/°K
Densidad de flujo para saturación en operación	-98 dBW/m ²
G/T del satélite en dirección E/T Tx	0.5 dB/°K
Retención de potencia de entrada al transp. (BOi)	8 dB
Constante de Boltzmann	-228.60 dBJ/K

ENLACE ASCENDENTE

Pérdidas en el espacio libre	199.590 dB
Pérdidas atmosféricas mínimas	1 dB
Tipo de amplificador de potencia de la E/T Tx	SSHP
Potencia del amplificador para saturación	24 dBW
PIRE neta total	69.695 dB
Margen para pérdidas por precipitación	0.5 dB
Pérdidas por apuntamiento	0.5 dBi
C/No ascendente	98.205 dB/Hz
C/N ascendente	42.973 dB

C/I por E/Ts de otros sistemas de satélites	30 dB
C/X de enlaces de ETs en polarización X	28 dB
C/X Satélites adyacentes	34 dB
Relación C/N total ascendente	25.180 dB

ENLACE DESCENDENTE

PIRE del Transp. a saturación en dirección E/T Rx	40.8 dBW
Retención de potencia de salida	5dB
Pérdidas en el espacio libre	195.761 dB
Pérdidas atmosféricas	0.000
Pérdidas por apuntamiento	0.5
C/No descendente	88.25 dB/Hz

C/N descendente	33.018dB
C/Nim por intermodulación en el transpondedor	
C/I por satélites adyacentes	30 dB
C/N total descendente	15.647 dB

CONDICIONES GENERALES DEL SISTEMA

Relación C/N total del sistema	15.188 dB
Eb/No	13.326
Relación C/N total requerida (BER= 10^{-7})	15.187 dB
Diferencia (margen)	.001

3.3.3 Enlace Huejutla-ICSa

En el enlace de regreso se realiza tomando en cuenta las fórmulas aplicadas para el enlace anterior.

Enlace Ascendente

Primero calculamos el ángulo de elevación " θ " y azimut de la estación terrena transmisora.

$$c = \cos l \cos \Delta L = (\cos 21.11^\circ)(\cos 18.39^\circ) = 0.885$$

$$\theta' = \arccos(0.885) = 27.71^\circ$$

$$\theta = \arctan \left[\frac{0.885 - 0.15127}{\sin 27.71^\circ} \right] = \arctan(1.577)$$

$$\theta = 57.63^\circ$$

Para calcular el ángulo de azimut tenemos la fórmula (3-2) y las respectivas sustituciones

$$Azm = \tan^{-1} \left(\frac{\tan L}{\sin LA_{es}} \right)$$

$$Azm = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(18.39)}{\sin 21.11} \right) = 42.709$$

$$Az = 42.709 + 180 = 222.709^\circ$$

Ahora obtenemos el rango o distancia entre Huejutla y el Satélite

$$d = 35786 \sqrt{1.4199 - 0.4199 \cos \theta'}$$

$$d = 35786\sqrt{1.4199 - 0.4199\cos(27.71)}$$

$$d = 36637.546Km$$

Por lo tanto, las pérdidas por propagación en espacio libre se obtienen utilizando la ecuación (3-4)

$$L_{sasc} = 20 \log \left(\frac{4\pi(6.225*10^9)(36637.546*10^3)}{3*10^8} \right)$$

$$[L_{sasc}]_{dB} = 20 \log(9553320365) = 199.603dB$$

Necesitamos calcular la ganancia de la antena de 1.5m de diámetro que se encuentra en la unidad móvil quirúrgica ubicada en Huejutla, esta se obtiene utilizando la fórmula (3-5), considerando que la frecuencia de subida es de 6.225 GHz y por tanto una longitud de onda es de 0.048

$$G = 0.6 \left(\frac{\pi(1.5)}{0.048} \right)^2 = 5782.917w$$

$$[G]_{db} = 10 \log[5782.917]$$

$$[G]_{dB} = 37.621dBi$$

Ya con la ganancia de la antena tenemos que la PIRE de la estación terrena se obtiene aplicando la fórmula (3-7), considerando temperatura de ruido igual a 24 dBW.

$$[PIRE]_{dB} = 24dBW + 37.621dBi$$

$$[PIRE]_{dB} = 61.621dBW$$

Considerando los parámetros calculados, y los datos que tenemos del equipo y del satélite procedemos a calcular la Relación Portadora a Densidad de ruido Ascendente, aplicando la fórmula (3-8)

$$\left(\frac{C}{No} \right)_{asc} = 61.621 + 0.5 - (-228.6) - 199.603 - 1$$

$$\left(\frac{C}{No} \right)_{asc} = 90.118 \text{ dB / Hz}$$

El valor del ancho de banda (B) que se calculó en el primer enlace es el mismo que utilizaremos para este segundo enlace, el cual equivale a 333.531 KHz, así para realizar el cálculo de la relación señal a ruido $(C/N)_{asc}$ utilizamos la fórmula (3-10).

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{asc} = 90.118 - 10 \log(333.531 * 10^3)$$

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{asc} = 34.886 \text{ dB}$$

Teniendo las relaciones anteriores, como lo es la PIRE de la estación, y la relación portadora a ruido, podemos calcular la relación portadora a ruido ascendente total aplicando la fórmula (3-11) y con esto obtenemos

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{ASCTOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{\frac{1}{10 \log(34.886/10)} + \frac{1}{10 \log(30/10)} + \frac{1}{10 \log(28/10)} + \frac{1}{10 \log(34/10)}} \right]$$

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{ASCTOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{3.246 * 10^{-4} + 1 * 10^{-3} + 1.5848 * 10^{-3} + 3.9810 * 10^{-4}} \right]$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{ASCTOTAL} = 10 \log[302.302] = 24.805 dB$$

Enlace Descendente

Ahora realizaremos el cálculo de los parámetros de bajada a la estación terrena. En general se aplican criterios similares a los aplicados en el análisis de subida del satélite. Con una frecuencia de bajada a la estación terrena de 4.000 *GHz*, se determinan los siguientes cálculos.

El ángulo de elevación, considerando la ubicación geográfica del Instituto de Ciencias de la Salud se calcula con las fórmulas ya conocidas y obtenemos

$$\theta' = \text{ang } \cos c = 26.77^\circ$$

$$\theta = \text{ang } \tan \left[\frac{0.892 - 0.15127}{\text{sen} 26.77^\circ} \right]$$

$$\theta = 58.72^\circ$$

$$Azm = \tan^{-1} \left(\frac{\tan(18.02)}{\text{sen} 20.15} \right) = 43.360$$

$$Az = 43.360 + 180 = 223.360^\circ$$

Calculo de la distancia

$$d = 35786 \sqrt{1.4199 - 0.4199 \cos(26.77^\circ)}$$

$$d = 36582.397 \text{ Km}$$

De la misma forma calculamos las pérdidas en espacio libre con la fórmula (3-4)

$$L_{sdesc} = 20 \log \left(\frac{4\pi(36582.397 * 10^3)(4.000 * 10^9)}{3 * 10^8} \right)$$

$$[L_{sdesc}]_{dB} = 20 \log(6129439449) = 195.748dB$$

Partiendo de la ecuación (3-5) obtenemos que la ganancia de la antena de 3.8m de diámetro en recepción es de:

$$G = 0.6 \left(\frac{\pi(3.8)}{0.075} \right)^2 = 215201.82w$$

$$G_{dB} = 10 \log(215201.82) = 41.818dBi$$

Haciendo notar que la longitud de onda se obtiene considerando una frecuencia de bajada de 4GHz.

Para el enlace descendente se requiere calcular la figura de mérito (G/T), este se obtiene a partir de la fórmula (3-12)

Tomando en cuenta que ya se ha calculado la ganancia de la antena en recepción y que la temperatura de ruido del sistema la arroja las especificaciones del equipo, obtenemos que la (G/T) del sistema es

$$\left(\frac{G}{T} \right) = 41.818 - 10 \log(65)$$

$$\left(\frac{G}{T} \right) = 23.688dB / ^\circ K$$

Con todos los datos arriba calculados, podemos determinar la relación C / N_o del enlace descendente obteniendo

$$\left(\frac{C}{N_o} \right)_{desc} = PIRE_{E/T} + (G/T)_{E/T} - K - L_{s_{desc}} - \mu_{desc} - L\Delta_{desc} [dB / Hz]$$

$$\left(\frac{C}{N_o} \right)_{desc} = 40.8 + 23.688 - (-228.6) - 195.748 - 1(dB)$$

$$\left(\frac{C}{N_o} \right)_{desc} = 96.34 dB / Hz$$

Y con este resultado obtenemos el cálculo de la relación portadora a ruido del enlace descendente aplicando la fórmula (3-10)

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{des} = 96.34 - 10 \log(333.531 * 10^3)$$

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{des} = 41.108 dB$$

Y por tanto ya podemos calcular la relación portadora a ruido descendente total a través de (3-11) y obtenemos

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{DESTOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{\frac{1}{10 \log(41.108/10)} + \frac{1}{10 \log(16/10)} + \frac{1}{10 \log(32/10)} + \frac{1}{10 \log(30/10)}} \right]$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{DESTOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{7.747 \cdot 10^{-5} + 0.0251 + 6.309 \cdot 10^{-4} + 1 \cdot 10^{-3}} \right]$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{DESTOTAL} = 10 \log [37.287] = 15.715 \text{ dB}$$

Ahora como ya tenemos la (C/N) total, tanto ascendente como descendente, procedemos a calcular la **(C/N) total del sistema**, el cual se obtiene utilizando la fórmula (3-13)

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{\frac{1}{a \log \left(\frac{24.805}{10} \right)} + \frac{1}{a \log \left(\frac{15.715}{10} \right)}} \right] \text{ dB}$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOTAL} = 10 \log \left[\frac{1}{3.307 \cdot 10^{-3} + 0.0268} \right] \text{ dB}$$

$$\left(\frac{C}{N}\right)_{TOTAL} = 10 \log [33.190] \text{ dB} = 15.210 \text{ dB}$$

Ya que tenemos la Relación Portadora a Ruido Total, procedemos a calcular la relación portadora a ruido requerido, para este, primero calcularemos la relación de densidad de potencia de bit a densidad de ruido E_b / N_o .

$$\left(\frac{E_b}{N_o}\right)_{sit(dB)} = \left(\frac{C}{N}\right)_{sit} + 10 \log \frac{B}{R_b}$$

Conociendo todos los valores de la (C/N) total y del ancho de banda, tenemos que el valor de E_b / N_o es

$$\left(\frac{E_b}{N_o} \right)_{des(dB)} = 15.210 + 10 \log(0.651)$$

$$\left(\frac{E_b}{N_o} \right)_{des(dB)} = 13.345 dB$$

Ahora calculamos el (C/N) requerido, esto para determinar el margen del enlace, con esto obtenemos los siguientes resultados.

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{REQ.} = E_b / N_o + 10 \log(Vel \text{ inf}) - 10 \log(AB) [dB]$$

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{REQ.} = 13.345 + 10 \log(512) - 10 \log(333.531 B) [dB]$$

$$\left(\frac{C}{N} \right)_{REQ.} = 15.207 dB$$

Margen del Enlace

$$ME = \left(\frac{C}{N} \right)_{total} - \left(\frac{C}{N} \right)_{REQ}$$

$$ME = 15.210 - 15.207 = .003$$

3.3.4 Balance del Enlace Huejutla-ICSa

Ubicación de la estación transmisora	Huejutla
Latitud /, longitud L	21°07'-98°25'
Ubicación de la estación receptora	ICSa
Latitud /, longitud L	20°09'-98°47'
Satélite a utilizar	Satmex 5
Posición Geográfica	116.8°
Región de cobertura satelital	C1 Méx. y Sur de US
Transpondedor a utilizar	15N
Anchura de banda del transpondedor	36 MHz
Velocidad de información del enlace	512 Kbps
Modulación	QPSK
Tasa de codificación	Viterbi R 7/8
Diámetro de la antena de E/T Tx	1.5 m
Diámetro de la antena de E/T Rx	3.8 m
Frecuencia de transmisión E/T	6.225 GHz
Frecuencia de recepción E/T	4.000 GHz
Ganancia de la antena E/T Tx	37.621 dBi
Ganancia de la antena E/T Rx	41.818 dBi
G/T de la estación terrena Rx	23.688 dB/°K
Densidad de flujo para saturación en operación	-98 dBW/m ²
G/T del satélite en dirección E/T Tx	0.5dB
Retención de potencia de entrada al transp. (BOi)	8 dB
Constante de Boltzmann	-228.60 dBJ/°K

ENLACE ASCENDENTE

Pérdidas en el espacio libre	199.603 dB
Pérdidas atmosféricas mínimas	1 dB

Tipo de amplificador de potencia de la E/T Tx	SSHP
Potencia del amplificador para saturación	24 dBW
PIRE neta total	61.621 dB
Margen para pérdidas por precipitación	0.5dB
Pérdidas por apuntamiento	0.5dBi
C/No ascendente	90.118 dB/Hz
C/N ascendente	34.886 dB
C/I por E/Ts de otros sistemas de satélites	30dB
C/X de enlaces de ETs en polarización X	28dB
C/X Satélites adyacentes	34dB
Relación C/N total ascendente	24.805 dB

ENLACE DESCENDENTE

PIRE del Transp. a saturación en dirección E/T Rx	40.8 dBW
Retención de potencia de salida	5 dBW
Pérdidas en el espacio libre	195.748 dB
Pérdidas atmosféricas	0.000
Pérdidas por apuntamiento	0.5dBi
C/No descendente	96.34 dB/Hz
C/N descendente	41.108 dB
C/I por satélites adyacentes	30 dB
C/N total descendente	15.210 dB

CONDICIONES GENERALES DEL SISTEMA

Relación C/N total del sistema	15.210 dB
Eb/No	13.345 dB
Relación C/N total requerida ($BER=10^{-7}$)	15.207 dB
Diferencia (margen)	.003 dB

CONCLUSIONES

La finalidad de un trabajo de tesis es presentar de manera práctica la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la carrera, para ello, llevamos a cabo la propuesta de éste proyecto, un enlace satelital móvil, pero no es un enlace satelital más, tiene la visión de poder realizarse en un periodo muy corto y con un gran impacto tanto para la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo como para la sociedad en general.

Maximizando los recursos con los que actualmente cuenta nuestra máxima casa de estudios, se propone la implementación de una unidad móvil terrestre de Tx-Rx vía satélite para apoyo a los alumnos del Instituto de Ciencias de la Salud que prestan servicio social. Con esto se lograría beneficiar a la Universidad, y el impacto que ocasionaría se vería reflejado de manera inmediata en la sociedad Hidalguense.

El diseño del enlace mediante la realización de cálculos matemáticos estuvo lleno de factores que retardaron la elaboración del mismo, pero que tuvieron una gran aportación en el sentido de que todos los valores obtenidos que se muestran en los balances son valores reales pues se obtuvieron considerando las especificaciones de cada uno de los equipos propuestos, así como del satélite Satmex 5.

A partir del cálculo de pérdidas en el enlace satelital, se determina el nivel de sensibilidad requerido para que la señal sea recibida de manera óptima en el LNA del satélite, dadas las especificaciones de transmisión y recepción de las estaciones terrenas, tanto fija como móvil. Lo cual, para efectos prácticos ésta última es ubicada en el municipio de Huejutla, ya que en ese punto remoto las condiciones existentes son más críticas para el correcto funcionamiento.

La elección del equipo propuesto se llevó a cabo considerando un modem satelital de la marca Radyne ComStream modelo CM701 y una antena Cassegrain de la marca Prodelin con un diámetro de 3.8 m., equipo con el que actualmente cuenta la Universidad.

El sistema total trabaja en banda C, ya que el equipo antes mencionado trabaja dentro de las frecuencias que cubre dicha banda tanto en transmisión como en recepción, por ello el equipamiento complementario para la estación terrena que seria ubicada en el Instituto de Ciencias de la Salud, así como para la unidad móvil quirúrgica incluye un transceiver de la marca AnaCom Inc. y un amplificador de la marca CPI agregando a la unidad móvil una antena de la marca Patriot de 1.5m. de diámetro y por supuesto un módem, el cual se eligió considerando de igual forma las características del equipo con el que ya se contaba, el módem propuesto para la Unidad Móvil es de la marca Radyne Comstream, las características de éste ya han sido especificadas en el capítulo 3 y en su respectivo apéndice, además como nos pudimos dar cuenta las funciones y características son muy parecidas a las del módem modelo CM701, que es el módem con el que ya se cuenta.

Los distintos equipos que se proponen trabajan digitalmente y son capaces de identificar las diferentes ganancias y pérdidas que pueden afectar el rendimiento del enlace satelital. Los cálculos realizados para éste enlace en particular contienen elementos suficientes para considerarlo como un estudio formal basado en equipo comercial de fácil manejo y con una aplicación práctica. Al realizar el enlace se analiza la problemática que se puede presentar bajo la presencia de disturbios atmosféricos que influyen en gran medida con el desempeño del enlace tanto de subida como en el de bajada, por ejemplo la lluvia, pero al trabajar con frecuencias dentro de la banda C se desprecia la atenuación por causa de este fenómeno ya que la longitud de onda en la señal es mas amplia que en la banda Ku y no le afecta.

El diseño del enlace satelital se lleva a cabo considerando que cuando la unidad quirúrgica esta en funcionamiento no realiza ningún tipo de desplazamiento y se denomina unidad móvil porque como se ha mencionado en contadas ocasiones dentro del documento, ésta recorre todo el estado de Hidalgo. Consideramos de importancia mencionar que la unidad móvil lleva integrado un equipo de GPS (global position system de acuerdo a sus siglas) para poder determinar sus coordenadas de ubicación y a partir de esto poder determinar los ángulos de azimut y elevación para poder orientar la antena y obtener de manera óptima la señal del satélite para poder realizar el enlace.

Se presentan resultados bien detallados del enlace que proporciona soluciones inmediatas a las necesidades de comunicación que tiene la brigada móvil de servicio social, dejando así, diversas alternativas que pueden proveer el crecimiento del enlace a futuro y optimizar el uso del equipo existente, por ejemplo, la posibilidad de integrar este enlace satelital con otros servicios que permitan que el enlace de comunicaciones considerado se pueda enfocar desde un punto de vista más amplio, abarcando soluciones de conectividad con otras redes y con servicios de valor agregado.

Cabe mencionar que durante la elaboración de éste trabajo fué necesario entablar comunicación directa con la gente de las compañías fabricantes y proveedoras de equipo de telecomunicaciones como lo fué con la empresa CPI (Communication & Power Industries) específicamente con Esteban Luna encargado de soporte, ventas y distribución en Latinoamérica, así mismo con Jorge Ortega representante de la compañía Radyne Comstream en México y por parte de la compañía Patriot el señor Diego Funes reenvió nuestro requerimiento a su distribuidor maestro en México para asistencia local la cual esta a cargo de la empresa que lleva por nombre " Corporativo Grupo Diez"

atendiéndonos el Ing. Vicente Obando C., y con todos ellos obteniendo una excelente respuesta a nuestras peticiones sobre especificaciones y costos del equipo.

Por otra parte se incluye un apéndice dedicado a lo que son las interfaces de conexión entre los equipos terminales de transmisión-recepción y los equipos de captura de datos, video y audio; los cuales no son involucrados en este trabajo ya que se puede utilizar cualquier equipo de video, audio y/o datos que cumpla con las especificaciones de conexión.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AISLAMIENTO DE POLARIZACIÓN CRUZADA Relación del nivel de la componente de la señal deseada a la salida de la antena receptora en la misma polarización que la antena transmisora, con respecto a la componente de esta misma señal en la polarización contraria.

AMPLIFICADOR Dispositivo diseñado para aumentar el nivel de potencia, voltaje o corriente de señales eléctricas o electromagnéticas.

AMPLIFICADOR DE ALTA POTENCIA (HPA) Dispositivo que incrementa el nivel de potencia de la señal en la etapa final para ser transmitida al satélite.

AMPLIFICADOR DE BAJO RUIDO (LNA) Dispositivo que tiene como función amplificar la señal recibida del satélite a través de una antena con una contribución mínima de ruido.

ANCHO DE BANDA Es la diferencia entre dos frecuencias dadas. Rango de frecuencias ocupado por una señal.

ÁNGULO DE AZIMUT Ángulo de apuntamiento de una antena con respecto al Norte geográfico en el sentido de las manecillas del reloj.

ÁNGULO DE ELEVACIÓN Ángulo de apuntamiento de una antena con respecto al plano horizontal.

ANTENA Dispositivo para enviar y recibir ondas de radio.

ANTENA CASSEGRAIN Antena de reflector parabólico principal y un subreflector hiperbólico colocado frente al alimentador, entre el vértice y el foco principal del reflector.

ATENUACIÓN Término general para denotar una disminución en la magnitud de una señal en una transmisión de un punto a otro. Puede ser expresada como la relación entre la magnitud de entrada y la magnitud de salida en decibeles.

ATENUACIÓN POR LLUVIA Pérdida o reducción de las características de potencia y polarización de las ondas radioeléctricas debido a la lluvia o a nubes muy densas. Varía de región a región de acuerdo a la tasa de pluviosidad.

ATENUADOR DE POSICIÓN (ATP) Dispositivo que reduce la potencia a la entrada del sistema. En un satélite de comunicaciones disminuye la sensibilidad a la recepción. Su valor se expresa en dB.

BACK OFF Nivel de reducción de potencia a la entrada de un amplificador para asegurar su operación en la región lineal, logrando con esto reducir al mínimo posible el ruido por intermodulación.

BANDA DE FRECUENCIAS Conjunto de frecuencias comprendidas entre límites determinados.

BANDA ANCHA De manera general, es un equipo o sistema a través del cual se transmite información a muy alta velocidad. Un sistema de comunicación de banda ancha puede incluir la transmisión simultánea de varios servicios como video, voz y datos.

BANDA BASE Banda de baja frecuencia que ocupan las señales antes de modular la señal portadora de transmisión.

BANDA C Rango de frecuencias que va de 3.7 a 6.4 GHz utilizada para transmisión/recepción de señales del Servicio Fijo por Satélite y microondas.

BANDA Ku Rango de frecuencias que va de 11 a 18 GHz utilizada para la transmisión/recepción de señales del Servicio Fijo por Satélite.

BIT ERROR RATE (BER) Tasa de bits erróneos. Relación del número de bits erróneos al total de bits transmitidos en un determinado intervalo de tiempo.

BROADCAST Transmisión unidireccional a múltiples puntos receptores. Radiodifusión.

CONSTANTE DE BOLTZMANN Relación de la energía promedio de una molécula a la temperatura absoluta del medio. Su valor es $k=1.38 \times 10^{-23}$ joules/kelvin = 228.5992 dBJ/K.

CANAL UNICO POR PORTADORA (SCPC) Técnica de acceso al satélite por división de frecuencia (FDMA) en el que la portadora se transmite de un punto a otro de manera continua.

COBERTURA Región de tierra que es alcanzada por la radiofrecuencia emitida por un satélite. También se le denomina área de servicio.

CODIFICADOR Dispositivo electrónico utilizado para alterar una señal de forma que solo pueda ser vista por un decodificador especial.

CUADRO DE ATRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS Cuadro donde se inscriben las bandas de frecuencias atribuidas a diferentes servicios terrenal o por satélite, así como las condiciones específicas y restricciones en el uso de algunas frecuencias por determinados servicios de radiocomunicación y telecomunicación.

Db Unidad estándar para expresar la relación entre dos parámetros utilizando logaritmos de base 10. Se utiliza debido a que facilita los cálculos cuando intervienen cantidades muy grandes y muy pequeñas como en el caso de los enlaces vía satélite.

dBc Decibeles referidos al nivel de potencia de la portadora.

dB_i Decibeles referidos a la potencia radiada por una antena isotrópica.

dBm Decibeles referidos a la potencia expresada en miliwatts.

dBW Decibeles referidos a la potencia expresada en Watts. La potencia de los satélites se expresa en dBW.

DENSIDAD DE POTENCIA DE RUIDO Es la potencia de ruido generada por unidad de ancho de banda o en un determinado ancho de banda de referencia.

DEMODULADOR Circuito receptor que extrae o demodula las señales requeridas de la portadora recibida.

Eb/No Relación de energía por bit a densidad espectral de ruido en Watts por Hertz.

EQUIPO TERMINAL DE DATOS (ETD) Cualquier equipo informático, sea receptor o emisor final de datos. Lado de una interfaz que representa al usuario de los servicios de comunicación de datos en una norma como RS232C o X.25.

La característica definitoria de un ETD no es la eficiencia ni la potencia de cálculo, sino la función que realiza: ser origen o destino en una comunicación. Un ETD fuente por lo general contiene la información almacenada en un dispositivo de memoria principal permanente (que se modifica sin un flujo electrónico continuo), el ETD destino es aquel que recibe una información o datos de manera directa o indirecta, sin alterar el contenido de la información durante el total del proceso.

ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO Es el conjunto de todas las frecuencias de emisión de los cuerpos de la naturaleza. Comprende un amplio rango que va desde ondas cortas (rayos gamma, rayos X), ondas medias o intermedias (luz visible), hasta ondas largas (las radiocomunicaciones actuales).

ESTACIÓN TERRENA Estación situada en la superficie de la tierra, o en la parte principal de la atmósfera terrestre destinada a establecer comunicación con una o varias estaciones espaciales; o con una o varias estaciones terrenas, mediante el empleo de uno o varios satélites reflectores u otros objetos situados en el espacio. La estación terrena a su vez tiene la capacidad para conectarse con alguna red terrestre

de telecomunicaciones privada o pública. La antena y el equipo asociado a ésta que se utiliza para transmitir o recibir señales de comunicación vía satélite, puede ser transmisora, receptora o transreceptora.

ESTACIÓN MÓVIL Estación de servicio móvil destinada a ser utilizada en movimiento o mientras esté detenida en puntos no determinados.

FEC Forward error correction. Técnica que pasa información redundante con la información actual para detectar y corregir errores sin necesidad de retransmitir los bits erróneos.

FIGURA DE MÉRITO (G/T) Es un indicador de la sensibilidad del sistema de recepción. Se define como la relación de la ganancia de la antena a la recepción con respecto a la temperatura de ruido del sistema a la recepción; sus unidades normalmente son dBi/K.

FIGURA DE RUIDO Representada como la relación señal a ruido a la entrada de un sistema con respecto a la relación señal a ruido a la salida del mismo sistema. Es la medida de la degradación de la relación señal a ruido en un sistema de comunicaciones.

HERTZ Denominación de la unidad de frecuencia definida por la relación ciclo/segundo.

INTERFERENCIA Efecto de una energía no deseada debida a una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones sobre la recepción de un sistema de radiocomunicación, que se manifiesta como degradación de la calidad, falseamiento o pérdida de la información que se podrá obtener en ausencia de esta energía no deseada.

LNB Combinación de amplificador de bajo ruido (LNA) y convertidor de bajada construidos en un solo dispositivo.

MCPC Multiple Channel Per Carrier. Arquitectura de comunicación que multiplexa canales de información en un dominio de tiempo dentro de una portadora sencilla.

MODEM Modulador / Demodulador, permite a una computadora enviar y recibir datos, típicamente sobre una línea telefónica.

MODULACION Proceso de manipular la frecuencia o la amplitud de una portadora en relación a la señal de voz, datos o video.

MODULADOR Dispositivo que manipula a una portadora.

MODO FULL DUPLEX Transmisión que ocurre en ambas direcciones simultáneamente a través del medio de comunicación.

MODO SEMIDUPLEX Conducción alterna entre dos terminales correspondientes en sentidos opuestos.

MULTIPLEXAJE Técnica que permite transmisiones simultáneas sobre un circuito sencillo.

MULTIPUNTO Sistema de comunicación que permite a tres o más puntos participar en la comunicación.

PORTADORA Señal de frecuencia fija generalmente, que es modulada por la señal de información a fin de transportarla.

PORTADORA MODULADA Señal que variará su amplitud, fase o frecuencia con respecto a una referencia conocida de acuerdo a la técnica de modulación utilizada en la transmisión.

POTENCIA ISOTRÓPICA RADIADA EFECTIVA (PIRE Ó EIRP) Es el resultado de la combinación de la potencia del transmisor con la ganancia de la antena en una dirección determinada: hacia el satélite o del satélite hacia la estación receptora. Se expresa en dBW.

RANGO DEL ATENUADOR Ajuste de ganancia de un traspondedor expresado en Db.

RECEPTOR (Rx) Dispositivo electrónico que permite a una señal satelital en particular ser separada de todas las demás señales recibidas por una estación terrestre y convertir el formato de la señal a formato de voz, dato o video.

RELACIÓN PORTADORA A DENSIDAD DE RUIDO (C/NO) Relación de potencia entre la portadora y la densidad de potencia de ruido en un ancho de banda de 1 Hz. Se expresa en dB/Hz.

RELACIÓN PORTADORA A RUIDO (C/N) Relación de la potencia de una portadora digital con respecto a la potencia de ruido en el ancho de banda que ocupa. Se expresa en dB.

RELACIÓN SEÑAL A RUIDO Relación de la potencia de una señal analógica con respecto al nivel de ruido. Se expresa en dB.

RUIDO Señales indeseables en un circuito de comunicaciones. Se expresa en dB.

RUIDO TÉRMICO Ruido producido por el movimiento aleatorio de los electrones tanto en un medio de transmisión como en los equipos de comunicación.

RUIDO DE INTERMODULACIÓN Se presenta cuando una o más señales pasan a través de un dispositivo no lineal con niveles de entrada demasiados altos produciendo señales espurias.

SATÉLITE GEOESTACIONARIO Satélite geosincrónico cuya órbita circular se encuentra sobre el plano ecuatorial y que aparentemente permanece fijo con respecto a un punto determinado sobre la Tierra. La altura de la órbita geoestacionaria es de aproximadamente 36,000 kms.

SERVICIO MÓVIL DE COMUNICACIÓN POR SATÉLITE Servicio de radiocomunicación por satélite entre estaciones móviles y estaciones terrenas o entre estaciones móviles.

TELECOMUNICACIONES Toda emisión, transmisión o recepción de signos, señales, escritos, imágenes, voz sonidos o información de cualquier naturaleza que se efectúa a través de hilos, radioelectricidad, medios ópticos, físicos, u otros sistemas electromagnéticos.

TELEMEDICINA Prestación de prácticas médicas utilizando tecnologías de telecomunicaciones. Sirve para intercambiar información técnica de cualquier tipo a través de medios electrónicos de comunicación, para la educación, para la salud y para mejorar la calidad de las prestaciones médicas.

TRANSCIEVER Combinación de transmisor y receptor.

TRANSPONDEDOR Parte esencial del subsistema de comunicaciones de un satélite que tiene como función principal la de amplificar la señal que recibe de la estación terrena, cambiar la frecuencia y retransmitirla nuevamente a una estación terrena ubicada dentro de su área de cobertura.

ACRÓNIMOS

ACI	Adjacent Channel Interference	Interferencia por Canal
AM	Amplitude Modulation	Adyacente
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Modulación Amplitud
BER	Bit Error Rate	Modo de Transferencia
bps	Bits per second	Asíncrono
BPSK	Binary Phase-Shift Keying	Tasa de Error por Bit
BSS	Broadcast Satellite Service	Bits por segundo
CAP	Carrierless amplitude and phase	Modulación por desplazamiento en fase binaria
CCITT	International Consultative Committee on Telegraphy and Telephony	Servicio de Difusión por Satélite
CDMA	Code Division Multiple Access	Amplitud y fase sin portadora
CIR	Carrier to Interference Ratio	Comité Consultivo Internacional Telefónico y Telegráfico
CNAF	---	Acceso Múltiple por División de Código
CNR	Carrier Noise Ratio	Relación Portadora a Interferencia
CSMA/C D	Carrier sense multiple Access/Carrier Detection	Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias
DAMA	Demand Assignment Múltiple Access	Relación Portadora Ruido
DS	Digital Signal	Acceso Múltiple por Detección de Portadora/ Detección de Portadora
EIRP(PI RE)	Effective Isotropic Radiated Power	Acceso Múltiple de Asignación Bajo Demanda
FCC	Federal Communications Commission	Señal Digital
FDM	Frequency Division Multiplexing	Potencia Isótropa Radiada Equivalente
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Comisión Federal de Telecomunicaciones
FEC	Forward Error Correction	Multiplexación por División en la Frecuencia
FM	Frequency Modulation	Acceso Múltiple por División en la Frecuencia
GEO	Geostationary Earth Orbit	Corrección de Errores hacia Delante
GHz	GigaHertz	Modulación en Frecuencia
		Orbita Terrestre Geoestacionaria
		Gigahercios

GPS	Global Positioning System	Sistema Global de Posicionamiento
GSM	Global System for Mobile communication	Sistema Global para Comunicaciones Móviles
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
ITU	International Telecommunication Union	Unión Internacional para Telecomunicaciones
KHz	KiloHertz	Kilohercios
LEO	Low Earth Orbit	Orbita Terrestre Baja
LNB	Low Noise Block converter	Bloque conversor de Bajo Ruido
MCPC	Multiple Channel Per Carrier	Varios Canales por Portadora
MEO	Médium Earth Orbit	Orbita Terrestre Media
MHz	MegaHertz	Megahercios
MSS	Mobile Satellite Service	Servicio Móvil por Satélite
PSK	Phase-Shift Keying	Modulación por desplazamiento en fase
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Modulación de Amplitud en Cuadratura
QPSK	Quadrature Phase-Shift Keying	Modulación por desplazamiento en fase en Cuadratura
SCPC	Single Channel Per Carrier	Canal Simple por Portadora
SES	Satellite Earth Stations & Systems	Estaciones y Sistemas Satelitales Terrestres
SNR	Signal to Noise Ratio	Relación señal a Ruido
SSPA	Solid State Power Amplifier	Amplificadores de potencia en Estado Sólido
TDM	Time Division Multiplexing	Multiplexación por División en el Tiempo
TDMA	Time Division Multiple Access	Acceso Múltiple por División en el Tiempo
TWTA	Travelling Wave Tube Amplifiers	Amplificadores de Tubo de Ondas Viajeras
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System	Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal
VSAT	Very Small Apperture Terminal	Terminales de pequeña apertura



Receive/Transmit Series 1383

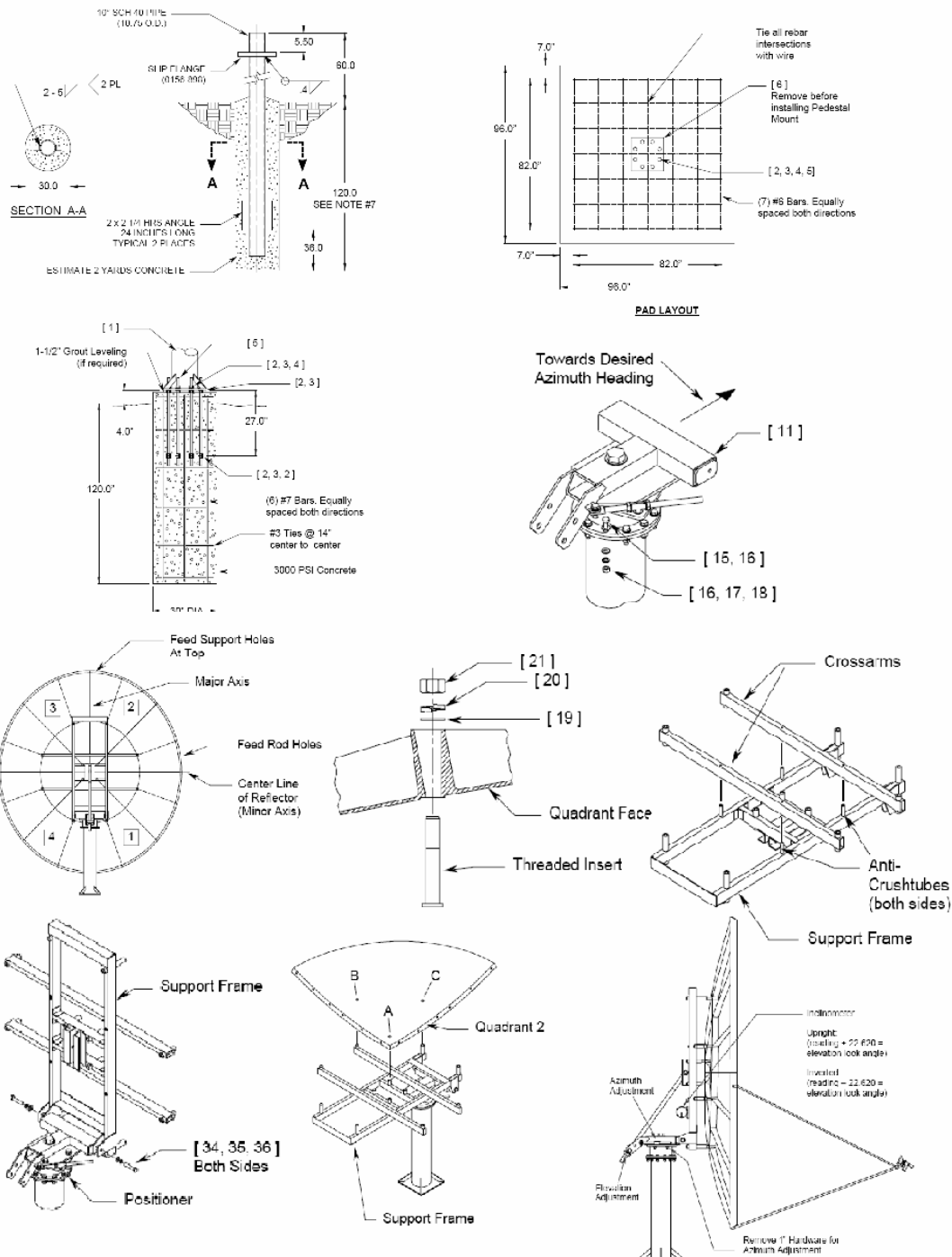
3.8 M C & KU BAND RX/TX SERIES 1383	Electrical		C-Band Linear	C-band Circular	Ku-Band
	Antenna Size		3.8M	3.8M	3.8M
	Operating Frequency (GHz)	RX	3.625 - 4.2 GHz	3.625 - 4.2 GHz	10.95 - 12.75 GHz
		TX	5.845 - 6.725 GHz	5.845 - 6.425 GHz	13.75 - 14.5 GHz
	Midband Gain (±.2dB)	RX	41.8 dB	42.1 dB	51.7 dB
		TX	46.2 dB	46.0 dB	53.2 dB
	Antenna Noise Temperature				
	10° elevation		31 K	28 K	29 K
	20° elevation		25 K	22 K	21 K
	30° elevation		23 K	20 K	20 K
	40° elevation		22 K	19 K	19 K
	Sidelobe Envelope, Co-Pol (dBi)				
	1° ≤ θ ≤ 20°		29-25 Log θ dBi	29-25 Log θ dBi	29-25 Log θ dBi
	20° < θ ≤ 26.3°		-3.5 dBi	-3.5 dBi	-3.5 dBi
	26.3° < θ ≤ 48°		32 -25 Log θ dBi	32 -25 Log θ dBi	32 -25 Log θ dBi
	48° < θ <		-10 dBi (averaged)	-10 dBi (averaged)	-10 dBi (averaged)
	Polarization		Linear	Circular	Linear
	Feed Interface	RX	CPR 229	CPR 229	WR75 or direct radio
		TX	CPR 137 or Type N	CPR 137 or Type N	mounting
	Axial Ratio	RX/TX		1.3 / 1.3 VAR (2.28 dB)	
		RX/TX		1.3 / 1.09 VAR (.75 dB)	
				Intelsat Only	
	Cross-Pol Isolation		>30 dB (on axis)	>30 dB (on axis)	>30 dB (on axis)
VSWR		1.3:1 Max.	1.3:1 Max.	1.3:1 Max.	
Mechanical					
Reflector Material		Glass Fiber Reinforced Polyester SMC			
Antenna Optics		4 Piece Prime Focus, Offset Feed			
Mast Pipe Size		10" SCH 40 Pipe (10.75" OD) 27.30 cm.			
Elevation Adjustment Range		12° to 90° (0° to 15° Inverted)			
Azimuth Adjustment Range		360° Continuous, ±35° Fine Adjustment			
Shipping Specifications		Weight	1780 lbs. (808 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)		
Atmospheric Conditions		Salt, Pollutants and Contaminants as Encountered in Coastal and Industrial Areas			
Solar Radiation		360 BTU/h/ft²			

GENERAL DYNAMICS
C4 Systems



1500 Prodelin Drive ■ Newton, NC 28658 ■ Tel 828-464-4141 ■ Fax 828-466-0860 ■ www.tripointglobal.com
1383 Updated.indd

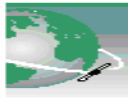
Hoja técnica que muestra el proceso de instalación y ensamblado de la antena de 3.8 mts; desde la cimentación hasta el ensamble de los pétalos del reflector y el sistema de movimientos de la antena (azimut y elevación)





Patriot 1.5 Meter C-Band Transmit/Receive Antenna

C-Band Linear Specs	Transmit	Receive
Frequency	5.7-6.725 GHz	3.4-4.2 GHz
Feed - 2 Port Xpol		
Return Loss	17.7 dB	17.7 dB
Insertion Loss	0.2 dB	0.2 dB
Tx/Rx Isolation	85 dB	40 dB
Feed Interface	WR137	WR229
C-Band Linear Specs	Transmit	Receive
Antenna		
Efficiency	80%	80%
Midband Gain (14.125 Tx, 11.725 Rx)	39.7 dBi	36.0 dBi
Noise Temperature	---	34K@10°EL
Cross Polarization On Axis within 1 dB Beamwidth	35 dB 26 dB	35 dB 26 dB
Tx/Rx Sidelobe Level	29-25 log θ -3.5 32-25 log θ -10 $100\lambda/D < \theta \leq 20^\circ$ $20^\circ < \theta \leq 26.3^\circ$ $26.3^\circ < \theta \leq 48^\circ$ $48^\circ < \theta$	
Focal Length	43.2 in	
f/D	0.610	
Offset Angle		
Mechanical Data		
Antenna Optics	Single Offset	
Mount Type	Elevation over Azimuth	
Mast Pipe Size	4 in or 10.16 cm O.D.	
Elevation Adjustment	8° to 90° Continuous Fine Adj.	
Azimuth Adjustment	+/-3° Fine, 360° Continuous	
Environmental Specifications		
Wind Load	Operacional Survival (gusts)	50 mph/100kmh 125 mph/130kmh
Temperature	Operational Survival	-40° to 140°F -40° to 60°C -60° to 180°F -51° to 82°C
Rain	Operational Survival	1/2 in per hour 3 in per hour
Radial Ice	Survival	1 in or 1/2 in + 60mph



CM701A
Digital Satellite Modem



Appendix - Technical Specifications and Pinouts

The following specifications are subject to change without notice.

Electrical and Performance

System

Configuration	Full duplex; receive-only; transmit-only
Data rates	4.8 kbps to 2.336 Mbps ¹
Data rate flexibility	Variable rate (1-bps resolution)
Symbol rates	Single and quad rates also available
Modulation types	4.8 ksps to 2.336 Msps ¹
Code rates	BPSK; QPSK
	Sequential 1/2, 3/4, and 1 (uncoded)
	Viterbi 1/2, 3/4, 7/8, and 1 (uncoded)
Data interfaces	RS-449; V.35; RS-232;
	DS-1; G.703 balanced; G.703 unbalanced
Scrambling	ComStream-compatible; IESS 308 (IDR)
IF frequency	Frequency range: 52 - 88 MHz; 104 - 176 MHz
	Step size: Software programmable in <100 Hz increments
	Impedance: 75 ohms
	Return loss: >20 dB typical; >15 dB minimum
Channel spacing	< 0.5 dB degradation for +10 dB carriers spaced 1.3 x symbol rate away at 6 dB Eb/N ₀
	< 0.1 dB degradation for like carriers spaced 1.3 x symbol rate away at 6 dB Eb/N ₀
Reference stability	±2 ppm; ±1 ppm over temperature;
	±1 ppm per year aging
Modem performance	BPSK: <0.4 dB from theory (0.3 dB typical) at 6 dB Eb/N ₀
	QPSK: <0.5 dB from theory (0.4 dB typical) at 6 dB Eb/N ₀
Decoder performance (exclusive of modem)	_ Sequential rate 1/2 at 56 kbps:
	4.6 dB Eb/N ₀ for 10 ⁻⁷ BER
	_ Sequential rate 1/2 at 2.0 Mbps:
	5.4 dB Eb/N ₀ for 10 ⁻⁷ BER
	_ Sequential rate 3/4 at 56 kbps:
	5.4 dB Eb/N ₀ for 10 ⁻⁷ BER
	_ Sequential rate 3/4 at 2.0 Mbps:
	6.1 dB Eb/N ₀ for 10 ⁻⁷ BER
	_ Viterbi rate=1/2:
	5.7 dB Eb/N ₀ for 10 ⁻⁷ BER
	_ Viterbi rate=3/4:
	7.0 dB Eb/N ₀ for 10 ⁻⁷ BER
	_ Viterbi rate=7/8:
	8.0 dB Eb/N ₀ for 10 ⁻⁷ BER

System performance Decoder performance + modem performance +
0.4 dB (scrambling and differential)

Modulator

Transmit power
Power range -5 dBm to -25 dBm
Resolution 0.1 dB step
On/off isolation: >60 dB
Temperature stability (0 to 50°C) ± 0.5 dB

Spurious <-55 dBc in-band
-45 dBc out-of-band

Spectral shape ComStream closed-network
IESS 308/309 (IDR/IBS)
BS 7-40 (SMS) selectable

Modulator timing
stability
internal) ± 2 ppm
 ± 1 ppm over temperature
 ± 1 ppm per year

Dejitter
Standard $\pm 10\%$
Peak ± 2 unit intervals
DS-1 per Bell Tech Pubs 41451
CEPT per G.832

Demodulator

Receive level -10 dBm to -55 dBm
Aggregate 0 dBm

Rx acquisition range
Carrier ± 30 kHz standard
programmable up to ± 500 kHz

Clock ± 100 ppm maximum

BERT

Patterns
Fixed All marks, all spaces, 1:1, 8-bit user selected
Pseudorandom 511(2⁹-1)

Error analysis
_ Number of bit errors
_ Number of blocks with errors
_ Average BER
_ BER over previous block
_ Average block error rate

Time-based analysis	Capable of using 1 sec block length
Block lengths	1 sec; 10 ⁵ , 10 ⁶ , 10 ⁷ , 10 ⁸ bits
Sync acquisition modes	
High	<2,500 errors out of 10000 bits
Low	<1,000 errors out of 10000 bits
Faults indicated	BERT sync loss; loss of received clock
Maximum counts	_ Number of errors: 4.3 x 10 ⁹ _ Number of blocks: 4.3 x 10 ⁹ _ Number of bits ² : 4.3 x 10 ⁹
Measurement accuracy	100% when used with BERT start-stop feature

Mechanical and Environmental

Size	
Width	48.2 cm (19 in.) rack-mountable
Height	8.9 cm (3.5 in.) (2 rack units)
Depth	45.7 cm (18 in.)
Weight	11.34 kg (25 lbs)
Temperature	
Operating	0°C to +50°C
Gradient	2°C/minute maximum
Nonoperating	-20°C to +70°C
Humidity	
Operating	5% to 95% noncondensing
Nonoperating	0% to 100% noncondensing
Power	
AC input	90 to 264 V, 47 to 63 Hz, autoranging
Usage	48 W, standard configuration

Regulatory Compliance

Safety and emissions	UL 1950; CSA 950; TUV EN 60950; FCC Part 15B Class A; VDEO 871 Class B; CISPIR 22 Class B; BZT Certified
----------------------	--

COMSTREAM®
A Spar Company

6350 Sequence Drive
San Diego, California 92121-2724
619-458-1800 or 888-559-0831

01-0204-401 Rev. D 07/98

Rack-Mount Solid State Power Amplifiers

CPI Solid Inside and Out

High Power SSPAs

125 and 225 Watt
C-band Solid State
Power Amplifiers—
Efficient and Compact
With CPI Brick Inside.

C-Band



C-Band

Rack Mount Solid State Power Amplifiers

CPI-Built RF Brick Inside

With CPI-built RF brick inside and plenty of thermal margin, SSPA is rock-solid, highly efficient and easy to maintain. Provides up to 125 or 225 watts of power in a 5.25" rack-mountable unit covering the 5.850 - 6.425 GHz frequency band.

Multi-Carrier Digital Operation

Highly linear: excellent AM/PM, phase noise and spectral regrowth performance.

Simple to Operate

User-friendly microprocessor-controlled logic with integrated RS422/485 computer interface, digitally controlled attenuator, and optional Ethernet interface.

Global Applications

Meets International Safety Standard EN-60215, Electromagnetic Compatibility 89/336/EEC and Harmonic Standard EN-61000-3-2 to satisfy worldwide requirements.

Worldwide Support

Backed by over three decades of satellite communications experience, and CPI's worldwide 24-hour customer support network that includes fifteen regional factory service centers.

satcom division

811 Hansen Way
P.O. Box 51625, Palo Alto, CA 94303

tel: +1 (650) 846-3803
fax: +1 (650) 424-1744

e-mail: marketing@satcom.cpii.com
www.cpii.com/satcom

C-Band

SPECIFICATIONS, C-band Rack-Mount SSPA Model S5CI

- OPTIONS :**
- 1 RU Remote Control Panel
 - Redundant and Power Combined Subsystems
 - L-Band BUC
 - Extended Frequency Range (to 6.75 GHz)
 - RF Input and Output Monitors
 - Ethernet Interface
 - DC Power Supply Redundancy Module
 - Hardened Power Supply

RF and Electrical

Frequency Range	GHz	5.850 - 6.425
RF Output (saturated)	watts (dBm) min.	125 (50.97)
RF Output (P1dB)	watts (dBm) min.	100 (50.00)
Small Signal Gain (at max. gain setting)	dB min.	70
Gain Adjustment Range	dB	23
Gain Setting Resolution	dB	0.1
Small Signal Gain Variation over 575 MHz	dB max.	±1.5
Small Signal Gain Variation over any 40 MHz	dB max.	±0.3
Small Signal Gain Slope	dB/MHz	±0.04
Gain Stability over -10°C to +50°C at constant temperature and drive	dB	±1.5
Input VSWR	max.	1.3 : 1
Output VSWR	max.	1.3 : 1
3rd Order Intermod., at 3 dB total backoff from P1dB	dBc max.	-25
Harmonics at P1dB	dBc max.	-60
Spurious at P1dB	dBc max.	-60 (-55 with BUC)
Residual AM (F* - frequency in KHz)	dBc	-50
0 to 10 KHz	dBc	-20 (1 + log F*)
10 KHz to 500 KHz	dBc	-85
500 KHz to 1 MHz	dBc	-85
AM/PM Conversion at 3dB OBO from rated P1dB	°/dB max.	1.0
Group Delay (linear, parabolic, ripple)	max.	0.03 ns/MHz; 0.003 ns/MHz ² ; 1.0 ns pk-pk
Noise Figure at maximum gain	dB max.	10
AC Power Supply	VAC	100 - 240 VAC ±10%, 47-63 Hz
Power Consumption	Watts typ.	800
Power Factor Correction	min.	0.95
RF Output Monitor, with regard to output	dB nom.	-55 ± 3 with regard to output

Mechanical

RF Input Connector/RF Monitor
RF Output Connector
M&C Interface
Dimensions
width
height
length
Weight
Environmental
Operating Temperature
Operating Altitude
Humidity

Mounting hardware is provided with each amplifier.



KEEPING YOU ON THE AIR
not up in the air

For more detailed information, please refer to the corresponding CPI Technical Description.

Note: Specifications may change without notice as a result of additional data or product refinement.

Please contact CPI before using this information for system design.

MKT 197, ISSUE 3

1/07 PDF



EXTENDED C-BAND VSAT TRANSCEIVER SERIES

50, 60, 70 and 80 Watts



AnaSat® 50EC

EC 50-80

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. Output: Waveguide. 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
- Remote surveillance
- Broadcast
- Point-of-Sales systems
- Video teleconferencing
- Conventional voice traffic



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

SPECIFICATIONS

	50 WATTS	70 WATTS	60 WATTS	80 WATTS	
TRANSMIT CHARACTERISTICS	1 dB COMPRESSION POINT	47 dBm	47.8 dBm	48.5 dBm	49 dBm
	TX GAIN	78 dB	78.8 dB	79.5 dB	80 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			
OTHER	TYPICAL POWER CONSUMPTION	394VA	398VA	570VA	572VA
	PRIME POWER RECOMMENDATION	880VA	890VA	1150VA	1200VA
	WEIGHT	57 lbs (25.9 kg)	57 lbs (25.9 kg)	57 lbs (25.9 kg)	60 lbs (27.3 kg)
	TRANSCEIVER SIZE — 50W, 60W, 70W	21.6" x 9.0" x 15" (549 x 229 x 381 mm)			
	— 80W	21.6" x 9.0" x 16" (549 x 229 x 407 mm)			
LNC SIZE / WEIGHT	3.7" x 2.8" x 3.9" (91 x 71 x 99 mm) / 0.7 lbs (0.32 kg) max.				

© April 2005 AnaCom, Inc. All Rights Reserved. All specifications subject to change.

3000 Tasman Drive, Santa Clara, California 95054
Phone 408.748.7800
Fax 408.748.7801
www.anacominc.com sales@anacominc.com

 **ANACOM, INC.**
an evolution in communication

Dirección  http://www.satmex.com/flota/especif_satmex5.html

ESPECIFICACIONES

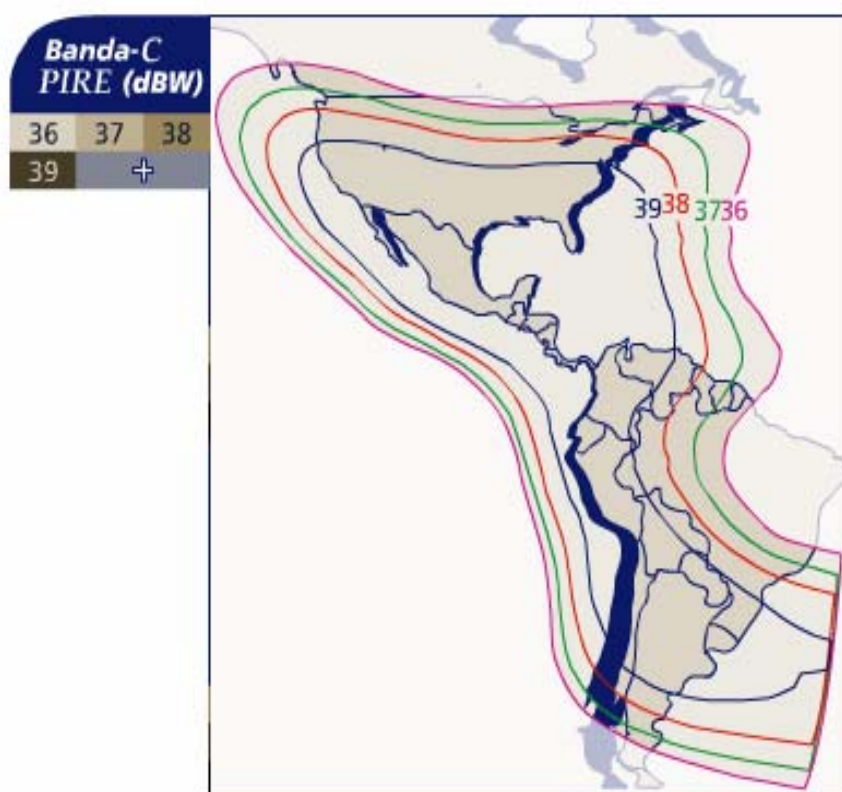
Satmex 5	36 MHz Banda C	36 MHz Banda Ku
PIRE (dBW) en la orilla de la cobertura	39	Ku 1: 49.0 Ku 2: 46.0
G/T (dB/K) en la orilla de la cobertura	-2	Ku 1: 0 Ku 2: -1.5
Densidad de flujo a saturación (dBW/m ²)	-93	Ku 1: -93 Ku 2: -95
No. de transpondedores	24	24
Redundancia	30 TWTAs para 24 canales	32 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	

PARÁMETROS DE SEGMENTO ESPACIAL

Satmex 5	Banda C	Banda Ku	
		Ku-1 IIAFTA	Ku-2 Continental
PIRE (dBW)			
Washington D.C.	39.7	52.2	47.3
San Francisco	40.0	51.8	48.2
Miami	41.0	50.1	47.9
San Juan	39.9		47.2
México D.F.	40.8	51.5	47.7
Tegucigalpa	40.5	48.0	48.0
Caracas	40.1		47.1
Lima	40.0		47.8
Buenos Aires	40.7		48.0
Sao Paulo	39.0		47.1
G/T (dBW/K)			
Washington D.C.	-2.0	+4.7	+1.3
San Francisco	-1.5	+2.0	+2.4
Miami	+1.9	+2.6	+1.1
San Juan	-1.3		+1.9
México D.F.	+0.5	+4.2	+3.6
Tegucigalpa	+2.3	-4.5	+2.6
Caracas	-0.1		+1.3
Lima	-0.7		+2.7
Buenos Aires	-1.0		+1.3
Sao Paulo	-2.8		+1.5

Flota Satelital

Satmex 5



*Versión para
impresión*

Banda C

Las huellas son representativas.

Satmex 5 es un satélite geoestacionario que proporciona servicios de comunicaciones comerciales como Internet, telefonía internacional, televisión analógica y digital, transmisión de datos y distribución de contenido multimedia. Se encuentra ubicado en la órbita 116.8° VV.

Dirección <http://www.satmex.com/> Ir

SATMEX

Convertidor de coordenadas geográficas a ángulos de apuntamiento

Localidad
País: MEXICO
Ciudad: PACHUCA, HGO.

Coordenadas
Latitud: 20.15 °N
Longitud: 98.78 °W

Satélite
Satélite: Satmex 5
Longitud: 116.8 °W

Calcular Cerrar

Apuntamiento
Ázmut: 223.3602 ° Elevación: 58.7145 °
Distancia: 36582.4519 km

Listo Internet

Dirección <http://www.satmex.com/> Ir

SATMEX

Convertidor de coordenadas geográficas a ángulos de apuntamiento

Localidad
País: MEXICO
Ciudad: HUEJUTLA, HGO.

Coordenadas
Latitud: 21.11 °N
Longitud: 98.41 °W

Satélite
Satélite: Satmex 5
Longitud: 116.8 °W

Calcular Cerrar

Apuntamiento
Ázmut: 222.7099 ° Elevación: 57.6377 °
Distancia: 36637.4861 km

Listo Internet

Dirección <http://www.satmex.com/> 



PARAMETROS	Banda C	Banda Ku	
Atenuador (ATP)	5	14	dB
Back off In/Out 1 portadora a saturación	1/0.3	0/0	dB
Back off In/Out Multiportadora	8/5	8/5 DLA in ALC	dB
C/I Intermodulación a Saturación	Up=30 Down=16 Multiportadora	Up=35 Down=18 Multiportadora	dB
C/I Polarización Cruzada	Up=28 Down=32	Up=29 Down=30	
C/X Satélite adyacente	Up=34 Down=30	Up=39 Down=28	dB

Buscador





Figure 1-1. DMD20 Universal Satellite Modem Front Panel



Figure 1-2. DMD20 LBST Universal Satellite Modem Front Panel

Technical Specifications

Data Rates

Refer to Section 7.17.

Modulator

Modulation	BPSK, QPSK, and OQPSK (8PSK, 16QAM Optional)
IF Tuning Range	50 to 90, 100 to 180 MHz in 1 Hz Steps
L-Band Tuning Range	950 to 2050 MHz in 1 Hz Steps
Impedance	IF, 75-Ohm (50-Ohm Optional) L-Band, 50-Ohm
Connector	BNC, 75-Ohm SMA, 50-Ohm, L-Band or N-type, 50-Ohm LBST
Return Loss	IF, 1.5:1 Minimum L-Band, 2.0:1 Minimum
Output Power	0 to -25 dB
Output Stability	±0.5 dB Over Time and Temperature
Output Spectrum	Meets IESS 308/309/310 Power Spectral Mask
Spurious	-55 dBc In-Band (50 to 90 MHz, 100 to 180 MHz, 950 to 2050 MHz) -45 dBc Out-of-Band
On/Off Power Ratio	>60 dB
Scrambler	CCITT V.35 or IBS (Others Optional)
FEC	Viterbi 1/2, 3/4 and 7/8 DVB Viterbi 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 Sequential 1/2, 3/4, 7/8 (optional) Trellis 2/3 DVB PTCL 2/3, 5/6, 8/9, 3/4, 7/8 Turbo Product Code (Optional) 0.495 Legacy Turbo 0.793 Legacy Turbo 21/44 Turbo < 20 Mbps 1/2 Turbo < 20 Mbps 3/4 Turbo < 20 Mbps 7/8 Turbo < 20 Mbps (Turbo Supported at all Modulation Types)
Outer Encoder Options	Reed-Solomon INTELSAT (DVB Optional, Custom Rates Optional)
Data Clock Source	Internal, External, Rx Recovered
Internal Stability	1 x 10 ⁻⁶ Typical (Optional to 5 x 10 ⁻⁸) DMD20 5 x 10 ⁻⁸ Typical DMD20 LBST

Demodulator

Demodulation	BPSK, QPSK, and OQPSK (8PSK, 16QAM Optional)
IF Tuning Range	50 to 90, 100 to 180 MHz in 1 Hz Steps
L-Band Tuning Range	950 to 2050 MHz in 1 Hz Steps
Impedance	IF, 75-Ohm (50-Ohm optional) L-Band, 50-Ohm Connector BNC, 75-Ohm, SMA, 50-Ohm, L-Band N-type 50-Ohm LBST
Return Loss	IF, 1.5:1 Minimum L-Band, 2.0:1 Minimum
Spectrum	INTELSAT IESS 308/309/310 Compliant
Input Level	-55 +10
Adjacent Channel	>+10 dBc
Rejection Ratio	-10 dBm or +40 dBc (the Lesser) @ 256 Kbps
Total Input Power	Viterbi 1/2, 3/4 and 7/8
FEC	DVB Viterbi 1/2, 2/3, 3/4, 5/6, 7/8 Sequential 1/2, 3/4, 7/8 (optional) Trellis 2/3 DVB PTCL 2/3, 5/6, 8/9, 3/4, 7/8 Turbo Product Code (Optional) 0.495 Legacy Turbo 0.793 Legacy Turbo 21/44 Turbo < 20 Mbps 1/2 Turbo < 20 Mbps 3/4 Turbo < 20 Mbps 7/8 Turbo < 20 Mbps (Turbo Supported at all Modulation Types)

Plesiochronous Buffer

Size	0 msec to 64 msec
Centering	Automatic on Underflow/Overflow
Centering Modes	IBS: Integral Number of Frames IDR: Integral Number of Multi Frames
Clock	Transmit, External, Rx Recovered or SCT (Internal)

Monitor and Control

Remote RS-485/Terminal RS-232/Ethernet 10 Base-T/Web Browser,
DMD15 Protocol Compatible

DMD20/DMD20 LBST Drop and Insert (Optional)

Terrestrial Data 1.544 Mbps or 2.048 Mbps, G.732/733
Line Coding AMI or B8ZS for T1 and HDB3 for E1
Framing D4, ESF and PCM-30 (PCM-30C) or
PCM-31 (PCM- 31C) for E1
Time Slot Selection n x 64 Contiguous or Arbitrary Blocks for Drop or Insert.
Time Slots TS1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 15, 16, 20, 24, 30, 31
Data Rates 64, 128, 192, 256, 320, 384, 512, 640,
768, 960, 1024, 1280, 1536, 1920 Kbps
Efficient D&I Closed Network, Satellite Overhead 0.4%
Time Slots 1-31 Any combination

Terrestrial Interfaces

A variety of standard interfaces are available for the DMD20/DMD20 LBST modem in standAlone applications.

IDR/ESC Interface (Optional)

G.703 T1 (DSX1) 1.544 Mbps, 100-Ohm Balanced, AMI and B8ZS

G.703 E1 2.048 Mbps, 75-Ohm Unbalanced and 120-Ohm

Balanced, HDB3

G.703 T2 (DSX2) 6.312 Mbps, 75-Ohm Unbalanced and 110-Ohm

Balanced, B8ZS and B6ZS

G.703 E2 8.448 Mbps, 75-Ohm BNC, Unbalanced, HDB3

IBS/Synchronous Interface (Standard)

RS-422/-530 All Rates, Differential, Clock/Data, DCE

ITU V.35 All Rates, Differential, Clock/Data, DCE

RS-232 (DCE up to 200 Kbps)

High-Speed Serial Interface (HSSI)

HSSI: HSSI, Serial, 50-Pin SCSI-2 Type Connector (Female)

ASI

ASI/RS-422 Parallel: ASI, Serial, 75-Ohm BNC (Female)

DVB/M2P, Parallel, RS-422, DB-25 (Female)

ASI/LVDS Parallel: ASI, Serial, 75-Ohm BNC (Female)

DVB/M2P, Parallel, LVDS, DB-25 (Female)

DVB/M2P

DVB/M2P: DB-25 Female Connector. It complies with RS-422

Electrical Specifications.

Ethernet Data Interface (Optional)

Ethernet Data Interface Four RJ-45, Auto-Crossover, Auto-Sensing, 10/100

Ethernet Data Ports. Complies with IEEE 802.3 and

IEEE 802.3u.

HSSI / G703

HSSI High-Speed Serial Interface, 50-pin SCSI-2 Type

Connector (Female)

G.703 T1 (DSX1) 1.544 Mbps, 100-Ohm Balanced, AMI and B8ZS

G.703 E1 2.048 Mbps, 75-Ohm Unbalanced and 120-Ohm

Balanced, HDB3

G.703 T2 (DSX2) 6.312 Mbps, 75-Ohm Unbalanced and 110-Ohm

Balanced, B8ZS and B6ZS

G.703 E2 8.448 Mbps, 75-Ohm BNC, Unbalanced, HDB3

Note: Does not support backward alarms

HSSI /ETHERNET

HSSI HSSI, High-Speed Serial Interface, 50-pin SCSI-2 Type

Connector (Female)

Ethernet Data Interface Four RJ-45, Auto-Crossover, Auto-Sensing, 10/100

Ethernet Data Ports. Complies with IEEE 802.3 and

IEEE 802.3u.

Environmental

Prime Power 100 to 240 VAC, 50 to 60 Hz, 40 Watts Maximum

48 VDC (Optional)

Operating Temperature 0 to 50°C, 95% Humidity, Non-Condensing

Storage Temperature -20 to 70°C, 99% humidity, Non-Condensing

Physical

DMD20 DMD20 LBST

Size 19" W x 16" D x 1.75" H 19" W x 19.25" D x 1.75" H

(48.26 x 40.64 x 4.45 cm) (48.26 x 48.89 x 4.45 cm)

Weight 6.5 Pounds (3.0 Kg) 8.5 pounds (3.83 kg)



Dirección:

Atención:

Puesto:

Tel:

Conmutador:

N.Ref.: GD-35/0010/EN/VO

Fecha : 16/mayo/07

En atención a su amable solicitud presentamos a Usted la siguiente cotización :

PROPUESTA TÉCNICO ECONÓMICA

Part.	Cant.	Descripción: ANTENA VSAT Tx/Rx, C-Band	P. Unitario	P. Extendido
1	1	The C band VSAT Patriot is: 1.5 M Linear C-Band Tx/Rx Antenna (INT) Model: TXINT-150CLG, Reflector, Az/EI Head (4" OD), C-band feed horn, Cros-Pol Filter/OMT (C Freq. Range 3.625-4.2 GHz Rx, 5.85-6.425 Tx)	\$1.190,00	\$1.190,00
TOTAL GLOBAL:			\$1.190,00	

Atentamente

Ing. Vicente Obando C.
Enterprise Manager
Tel. (55)5599-0740



Dirección:
Atención:
Puesto:
Tel:
Conmutador:
N.Ref.: GD-35/0010/EN/VO
Fecha : 16/mayo/07

Condiciones Comerciales:

1.- Los precios para equipos se entienden en Dólares de los Estados Unidos de América, LAB, en La ciudad de México, D.F. o área metropolitana. Incluyen los impuestos de importación vigentes actualmente.

2.- Los precios no incluyen el IVA (Impuesto al Valor Agregado)

Forma de pago:

60% Del valor del equipo seleccionado (equipo más instalación, si se requiere) a la firma del pedido, incluyendo el IVA.

40% A la entrega de los equipos.

El interés moratorio para facturas no pagadas oportunamente asciende a 1.0 % mensual.

Plazo de entrega:

3 a 4 Semanas después de la entrada del pedido con su respectivo anticipo según indicados en la forma de pago, técnica y comercialmente aclarado.

Garantía:

El equipo ofertado cuenta con una garantía de 12 meses contados a partir de la fecha factura o remisión del sistema básico o a partir de la firma del acta de recepción, lo que ocurra primero.

Condiciones para la instalación en caso de requerirla:

La Instalación, programación y pruebas será realizada de manera conjunta con el personal del cliente, lo que incluirá la capacitación de programación y operación del equipo seleccionado. No incluye viáticos, en caso de que la instalación sea realizada fuera del D.F. o área metropolitana.

Validez de la oferta:

30 días calendario contados a partir de la fecha de esta cotización.

Atentamente
Ing. Vicente Obando C.
Enterprise Manager
Tel. (55)5599-0740



QUOTATION

Page 1 of 2

Latin America Sales
811 Hansen Way, Palo Alto, CA 94303
Tel: (321)454-3698 Fax: (650) 856-4201

TO: Universidad Autónoma del Estado Hidalgo
ATTN:
TEL:
FAX:
E-MAIL:

QUOTATION NO.	DATE
070508-Hidalgo- Mexico	8 May 2007
CUSTOMER REF.	CUSTOMER REF DATE
Tel conv.	7 May 07
QUOTATION Type for and Expires	
BUDGETARY	

Please direct your inquiries referencing this quotation number to:
Esteban Luna-CPI, International at (321)454-3698

satcom division

Item	Qty	Model Number and Description	* Delivery Days ARO	Unit Price	Extended Price
1.0	1	Model Number and Description S5CI-B (200 W Psat over 5.85-6.65 GHz) Overall gain 70 dB min. Prime power 110-240 VAC 47-63 Hz, single phase. (L-Band BUC option available at extra charge) Specifications in accordance with current brochure.	60-90	US\$27,800	US\$27,800

*Notes: Standard delivery is being quoted, faster deliveries can be quoted if estimated order date is given.

(Continued)

Terms and Conditions: Per CPI Document MF-0883A. ATTACHED

Warranty: Satcom Hardware per Document 7904, dated 11/98, 24 months TWT per Document 5370, dated 9/00, 12 months (for the extended band) Klystron: 24 months C-Band Per document 3187 dated 06/99 (36 Months) or Per document SC3803 dated 06/97 (All above mentioned documents are available upon request from CPI. Any purchase made with reference to this quotation implies acceptance of the applicable warranty.)

FCA and Acceptance: FCA Georgetown, Ontario, Canada. The final inspection And acceptance point for all equipment proposed is CPI Satcom's plant, Georgetown, Ontario, Canada.

NOTE

NOTE: Amplifiers will be shipped from our **Satcom Division-Factory**
45 River Drive, Georgetown,
Ontario, Canada, L7G 2J4

Freight: Collect. Please provide your appointed Carrier and account number for billing purposes.

Payment: 100% due 7 days prior to equipment shipment. Or Net 30 terms on approved credit. Wire

transfers to: CPI c/o Wells Fargo 420 Montgomery St San Francisco Ca.
94104 ABA# 121 000 248 ACCT# 4518 100284



QUOTATION

Page 2 of 2

Latin America Sales
811 Hansen Way, Palo Alto, CA 94303
Tel: (321)454-3698 Fax: (650) 856-4201

TO: Universidad Autónoma del Estado Hidalgo
ATTN:
TEL:
FAX:
E-MAIL:

QUOTATION NO.	DATE
070508-Hidalgo- Mexico	8 May 2007
CUSTOMER REF.	CUSTOMER REF DATE
Tel conv.	7 May 07
QUOTATION Type for and Expires	
BUDGETARY	

Please direct your inquiries referencing this quotation number to:
Esteban Luna-CPI, International at (321)454-3698

No changes of any kind may be made to an order within 30 days of the agreed delivery date

satcom division

Changes: which would result in delay of shipment.
To place an order: Please fax your order to 650 856-4201 and ensure the quote reference number is included in your order. Additional information required includes, freight forwarder, method of shipment, ship to and sold to address.

NOTE: SALES TAX STATUS FOR ALL PRODUCTS OR SERVICES PROCURED MUST BE INDICATED ON THE PURCHASE ORDER. A VALID RESALE CERTIFICATE IS REQUIRED FOR ALL ITEMS THAT ARE TAX EXEMPT.



Communications & Power Industries



Precios estimados sin redundancia:

Transceiver: de 60 W, 20,000 USD

Transceiver de 80 W, 25,000 USD

DMD20/DMD20 LBST

Universal Satellite Modem

MODEM Satelital Radyne, 15,000 USD

Si requiere algo más no dude en avisarme.

Saludos cordiales.

COMSTREAM®
A Spar Company

6350 Sequence Drive
San Diego, California 92121-2724
619-458-1800 or 888-559-0831

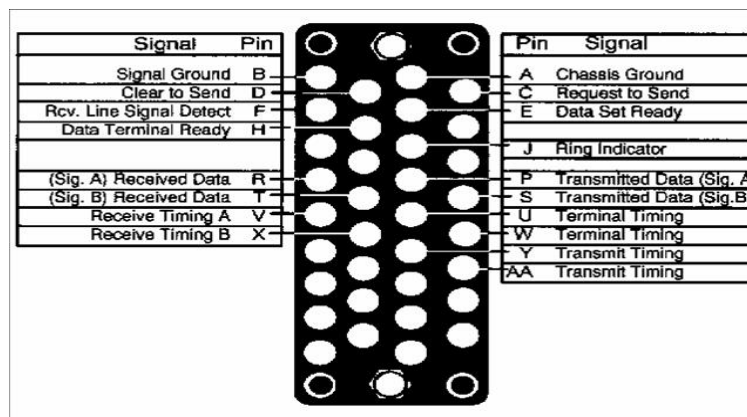
01-0204-401 Rev. D 07/98

Interfaz V.35 (UIT).

Esta norma, comprende tres estándares, que reflejan los aspectos funcional, eléctrico y mecánico del interfaz.

Esta interfaz utiliza dos hilos para transmisión, recepción y temporización y emplea una transmisión balanceada. Los voltajes son del orden de +0.55v y -0.55v.

El conector utilizado es el definido por la ISO en la especificación ISO 2593 y consta de 34 pines.



ESPECIFICACION DE LOS PINES DE LA INTERFAZ V.35

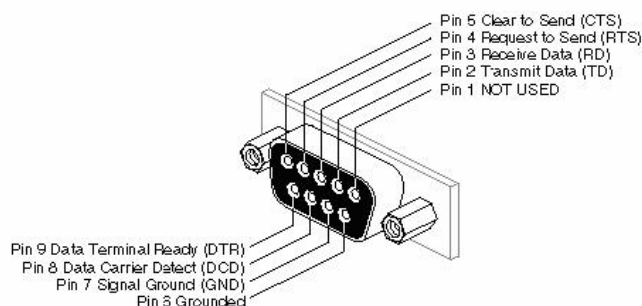
RS-232 (Electronic Industries Alliance)

Esta interfaz designa una norma para el intercambio serie de datos binarios entre un DTE (Equipo Terminal de datos) y un DCE (Equipo de terminación del circuito de datos).

En particular, existen ocasiones en que interesa conectar otro tipo de equipamientos, como pueden ser computadores. Evidentemente, en el caso de interconexión entre los mismos, se requerirá la conexión de un DTE con otro DTE.

El RS-232 consiste en un conector tipo DB-25 (de 25 pines), aunque es normal encontrar la versión de 9 pines (DB-9), más barato e incluso más extendido para cierto tipo de periféricos (como el ratón serie del PC).

La velocidad máxima a la que se puede transmitir información es de 20 KB/s, utiliza un tipo de transmisión no balanceada y normalmente es utilizado para conectar equipos que no estén a más de 15 metros de distancia. En la figura 3. se muestra la distribución de pines del este conector.



DISTRIBUCIÓN DE PINES SEGÚN LA RS-232

Interfaz G.703

Se emplea exclusivamente para velocidades de 64 Kbps o 2.048 Mbps. Esta interfaz se conecta mediante cable coaxial de 75 ohm o empleando par simétrico de 120 ohm.



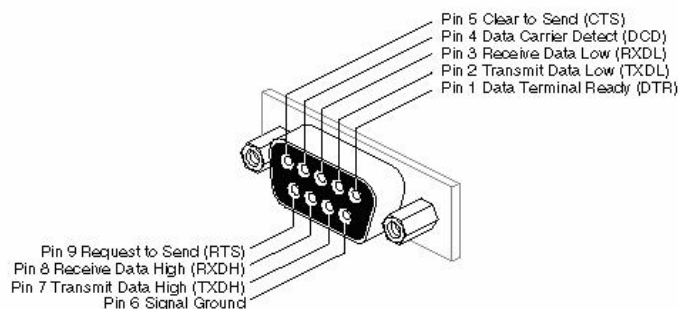
CABLE COAXIAL

Interfaz RS-422

El EIA-422, conocido originalmente como RS-422, es un interfaz o sistema de comunicación serie que consiste en 4 hilos con transmisión full duplex y línea diferencial. Permite conectar más de un dispositivo a la línea de transmisión. La comunicación diferencial permite una mayor velocidad que el RS-232, llegando hasta 10 Mbit/s.

Cuando sólo se usan 2 hilos en línea half-duplex se denomina EIA-485 o RS-485.

La longitud máxima del cable son 1.200 metros. No puede implementar una auténtica red multipunto, como sí hace el RS-485, pero permite que un ordenador controle por el mismo bus hasta 10 dispositivos.



DISTRIBUCION DE PINES PARA LA INTERFAZ RS-422

Ethernet Bridge

Esta interfaz se utiliza en el módem de la Unidad Móvil, a través de ésta el usuario puede conectarse directamente con el equipo sin conectarse con una red. Esto ocurrirá a menudo en los sitios alejados donde no está disponible una red. Para conectarse, el usuario necesitará un cable cruzado.

La configuración de los pines para este cable está como se especifica en la siguiente tabla.

RJ45 Connector A	RJ45 Connector B
Pin #1	Pin #3
Pin #2	Pin #6
Pin #3	Pin #1
Pin #4	Pin #4
Pin #5	Pin #5
Pin #6	Pin #2
Pin #7	Pin #7
Pin #8	Pin #8

Los siguientes diagramas se aprecia que el módem puede conectarse ya sea de manera directa o a través de algún switch (si se cuenta con una red)



CONEXIÓN DIRECTA



CONEXIÓN A TRAVÉS DE UN DISPOSITIVO DE RED

Referencias Bibliográficas

- [1] *Leon W. Couch II. Sistemas de Comunicación Digitales y Analógicos, Quinta Edición.* Editorial. Prentice Hall. México 1998.
- [2] *Martin P. Clerk. Networks and Telecommunications, Design and Operation, Second Edition.* Editorial Wiley.
- [3] *William Stallings. Comunicaciones y Redes de Computadoras, Sexta Edición.* Prentice Hall.
- [4] *Wayne Tomasi. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Cuarta Edición.* Editorial Pearson, 2003
- [5] *James Harry Green. The Irwin Handbook Of Telecommunications, Fourth Edition,* McGraw-Hill.
- [6] *I.A Glover, P.M. Grant. Digital Communications.* Prentice Hall Europe 1998.
- [7] *Carlos Rosado, Comunicación Por Satélite,* Editorial Limusa, 1999.
- [8] *José M. Huidobro, Manual de Telecomunicaciones,* Editorial Alfaomega, 2004.
- [9] *Walter L. Morgan, Communications Satellite Handbook",* John Wiley&Sons, New York 1989.
- [10] *Juan Manuel Menes Llaguno, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo presente y pasado,* UAEH Pachuca Hgo. 1983.
- [11] *ComStream, CM 701 Digital Satellite Modem, Installation and Operation Guide*
- [12] *Rodolfo Neri Vela, Comunicaciones por Satélite,* Editorial Thomson
- [13] *Tri T. Ha, Digital Satellite Communications, Second Edition.* Editorial McGraw-Hill Internacional
- [14] *Jean Phillippe Donnio, The Satellite's Encyclopedia,* Tag's Broadcasting Services.

Referencias Electrónicas

- [a] <http://www.monografias.com/trabajos15/comunicaciones/Comunicaciones>
- [b] <http://www.monografias.com/trabajos16/comunicacioninalambrica/Comunicación-inalámbrica>
- [c] http://www.telecomm.net.mx/corporativo/historia_telegrafo.htm
- [d] <http://www.geocities.com/CapeCanaveral/3241/historis.htm>
- [e] http://www.unicrom.com/Tel_espectroelectromagnetico.asp
- [f] <http://www.astromia.com/glosario/microndas.htm>
- [g] http://es.encarta.msn.com/encyclopedia_761571562/Tel%C3%A9grafo.html
- [h] <http://www.cem.itesm.mx/dacs/publicaciones/logos/libros/libros/satelites>
- [i] <http://www.cinit - artículo qam. la guía completa.htm>
- [j] <http://www.satmex.com/clientes/glosario>
- [k] <http://132.248.75.130/video/qvc.html>
- [l] <http://www.reduaeh.mx>
- [m] <http://www.prodelin.com>
- [n] <http://www.radnyecomstream.com>
- [o] <http://www.cpii.com/satcom>
- [p] <http://www.satmex.gob.mx>
- [q] <http://www.cofetel.com.mx>
- [r] <http://www.sepatriot.com/antennas.htm>
- [s] <http://www.andrew.com>