



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

Tema:

Análisis de la tecnología Ip-Sky, en el diseño de redes, para conectividad IP con banda ancha.

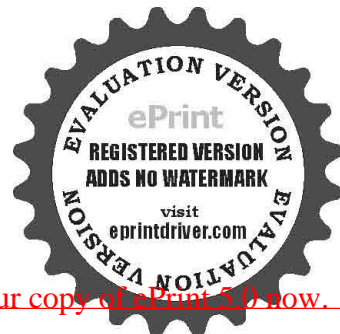
Trabajo de graduación modalidad tesis, previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones

AUTOR: Sr. Edgar Santiago Urbina Cunalata

DIRECTOR: Ing. M.Sc. Marco Jurado

Ambato - Ecuador

(Mayo - 2009)



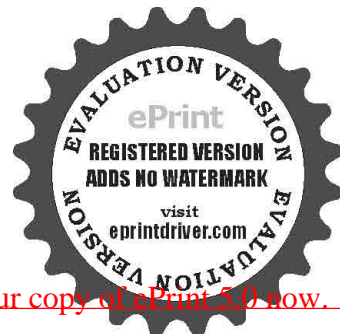
APROBACIÓN DEL DIRECTOR

En mi calidad de director del trabajo de investigación sobre el tema: *"Análisis de la tecnología Ip-Sky, en el diseño de redes, para conectividad IP con banda ancha"*, de Edgar Santiago Urbina Cunalata, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo se encuentra listo para la evaluación de conformidad con el Art. 15 del Capítulo II Sistema Tutorial, del Reglamento de Graduación de Pregrado de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato mayo 18, 2009

Director

Ing. M.Sc Marco Jurado

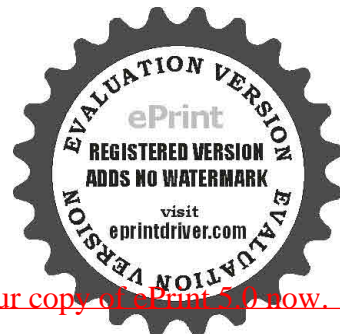


AUTORÍA

El presente trabajo de investigación con el tema: *"Análisis de la tecnología Ip-Sky, en el diseño de redes, para conectividad IP con banda ancha"*, de Edgar Santiago Urbina Cunalata, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos para ser aprobado por el H. Consejo Directivo.

Ambato mayo 18, 2009

Edgar Santiago Urbina Cunalata



AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de la Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente a Edgar Santiago Urbina Cunalata e Ing. M.Sc. Marco Jurado, director de la Tesis de Grado; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Técnica de Ambato.

Edgar Santiago Urbina

Autor

Ing. M.Sc. Marco Jurado

Director de Tesis



APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo de graduación conformada por los señores docentes: Ing. Edwin Morales, Ing. Geovani Brito, ha revisado el Informe Final de la Tesis de Grado titulada : *"Análisis de la tecnología Ip-Sky, en el diseño de redes, para conectividad IP con banda ancha"*, presentada por el señor Edgar Santiago Urbina Cunalata , de acuerdo al Art. 15 del Reglamento de Graduación para obtener el título Terminal del tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato; por lo que remite el presente trabajo para uso y custodia en las dependencias de la Facultad y la Universidad.

Ing. Msc. Alexis Sanchez
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Edwin Morales
DOCENTE CALIFICADOR

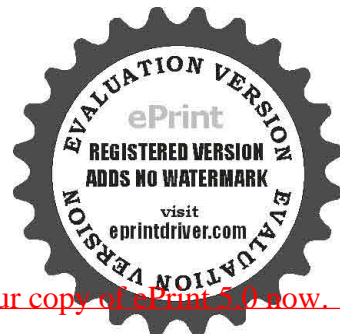
Ing. Geovani Brito
DOCENTE CALIFICADOR



DEDICATORIA:

Dedico esta tesis, que representa el último esfuerzo de esta carrera, a Miguel por darme el apoyo suficiente para cumplir con mis metas y a Marthita por enseñarme a ser mejor persona cada día. Quiero que sepan que los amo y siento mucho orgullo de ser su hijo.

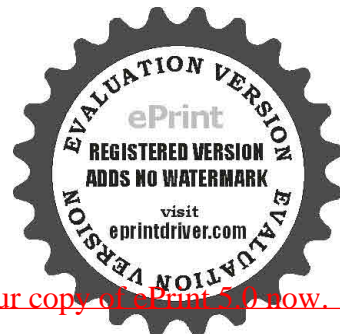
Edgar Santiago Urbina C.



AGRADECIMIENTO:

Quiero expresar mi agradecimiento.
A mi esposa, por su cariño, comprensión
y constante estímulo.
A Christian y Paola, por
acompañarme en todos los momentos
importantes de mi vida.
A la Facultad de Ingeniería en Sistemas,
Electrónica e Industrial, por brindarme
los conocimientos necesarios para
cumplir con mis metas.

Edgar Santiago Urbina C.



CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 TECNOLOGÍA SATELITAL	1
1.1.1 SATELITES DE TELECOMUNICACIONES	2
1.1.1.1 SATÉLITES GEOESTACIONARIOS	2
1.1.1.2 SATÉLITES ASÍNCRONOS	3
1.1.2 TIPOS DE SATÉLITES	3
1.1.2.1 POR EL TIPO DE ORBITA EN DONDE SE LOCALIZAN	4
1.1.2.2 POR EL TAMAÑO	6
1.1.2.3 POR EL USO	6
1.1.3 COMPONENTES DE UN SATELITE	6
1.1.3.1 LA CARGA ÚTIL	6
1.1.3.2 PLATAFORMA	7
1.1.4 BANDAS DE OPERACIÓN	8
1.1.5 FOOTPRINT DEL SATELITE	9
1.2 ESTACIONES TERRENAS	10
1.2.1 SISTEMA DE ANTENA	13
1.2.1.1 ANTENA	13
1.2.1.1.1 ANTENA PARABÓLICA CON ALIMENTADOR CENTRAL	13
1.2.1.1.2 GEOMETRÍA DE LAS ANTENAS DE PLATO	14
1.2.1.1.3 ORIENTACIÓN	15
1.2.1.2 PARÁMETROS DE LA ANTENA	16
1.2.1.2.1 GANANCIA	16
1.2.1.2.2 DIRECTIVIDAD	17
1.2.1.2.3 RUIDO DE LA ANTENA	17
1.2.1.3 ALIMENTADORES	18
1.2.1.4 POLARIZACIÓN	18
1.2.1.4.1 POLARIZACIÓN ELÍPTICA	19
1.2.1.4.2 POLARIZACIÓN LINEAL	19
1.2.1.4.3 POLARIZACIÓN CIRCULAR	20
1.2.2 TRANSMISORES Y RECEPTORES	20
1.2.2.1 TRANSMISORES	20
1.2.2.1.1 AMPLIFICADORES DE ESTADO SÓLIDO	
1.2.2.1.2 AMPLIFICADORES DE TUBOS DE ONDAS	



PROGRESIVAS (TOP)	21
1.2.2.1.3 AMPLIFICADORES KLYSTRON	22
1.2.2.2 RECEPTORES	22
1.2.3 ACCESO MÚLTIPLE SATELITAL	23
1.2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ACCESO MÚLTIPLE SATELITAL	23
1.2.3.1.1 LA FORMA DE COMPARTIR EL TRANSPONDER DEL SATÉLITE	24
1.2.3.1.1.1 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDMA)	24
1.2.3.1.1.2 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DEL TIEMPO (TDMA)	25
1.2.3.1.1.3 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE CÓDIGOS (CDMA)	25
1.2.3.1.2 LA FORMA DE ASIGNACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL TRANSPONDER	26
1.2.3.1.2.1 ACCESO MÚLTIPLE CON ASIGNACIÓN PREVIA O PERMANENTE (PAMA)	26
1.2.3.1.2.2 ACCESO MÚLTIPLE CON ASIGNACIÓN POR DEMANDA (DAMA)	26
1.2.3.1.2.3 ACCESO MÚLTIPLE ALEATORIO (RMA)	27
1.2.4 TOPOLOGÍAS DE REDES SATELITALES	27
1.2.4.1 PUNTO A PUNTO	28
1.2.4.2 PUNTO A MULTIPUNTO	29
1.3 PARÁMETROS DEL SISTEMA SATELITAL	30
1.3.1 POTENCIA DE TRANSMISIÓN Y ENERGÍA DE BIT	30
1.3.2 POTENCIA RADIADA ISOTRÓPICA EFECTIVA	31
1.3.3 TEMPERATURA DE RUIDO EQUIVALENTE	31
1.3.4 DENSIDAD DE RUIDO	32
1.3.5 RELACIÓN DE DENSIDAD DE PORTADORA A RUIDO	32
1.3.6 RELACIÓN DE DENSIDAD DE ENERGÍA DE BIT A RUIDO	



1.3.7 RELACIÓN DE GANANCIA A TEMPERATURA DE RUIDO EQUIVALENTE	33
---	----

CAPÍTULO II: TECNOLOGÍA IP-SKY

2.1 SISTEMA INTERSKY	34
2.1.1 CARACTERISTICAS	36
2.1.1.1 TECNOLOGÍA DE INBOUND	39
2.1.1.1.1 BM-FDMA	39
2.1.1.1.2 BOD	39
2.1.1.1.3 BM-RA	40
2.1.1.1.4 MCD	40
2.1.1.2 TECNOLOGÍA DE OUTBOUND	40
2.1.1.2.1 DVB-S	41
2.1.1.2.2 DVB-S2	43
2.1.1.3 TECNOLOGÍA IP AVANZADA	45
2.1.1.4 ESQUEMAS DE ACCESO	45
2.1.1.5 PROCESAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA	49
2.1.1.6 ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO SATELITAL	51
2.1.2 FUNCIONALIDAD	52
2.1.2.1 INTERNET POR SATÉLITE SOBRE DVB-RCS	52
2.1.2.1.1 IP SOBRE MPEG-2	53
2.1.2.1.2 REDES DVB-RCS	54
2.1.2.2 HUB CENTRAL	58
2.1.2.2.1 IPG	59
2.1.2.2.2 NCC	59
2.1.2.2.3 MCD	60
2.1.2.2.4 MODULO DE RF	61
2.1.2.2.5 SKYX	61
2.1.3 CALIDAD DE SERVICIO QOS	61
2.1.3.1 FUNCIONAMIENTO DEL QOS EN EL GATEWAY REMOTO	62
2.1.4 PROTOCOLO ACELERADOR	
2.1.4.1 CONFIGURACIÓN SKYX	



2.1.4.2	ACCELERATOR INTERFACE CONFIGURATION	69
2.1.4.3	ACCELERATOR MAPPING CONFIGURATION	69
2.1.4.4	ACCELERATOR LINK CONFIGURATION	70
2.1.4.5	ACCELERATOR MODE CONFIGURATION	70

CAPÍTULO III: APLICACIONES

3.1	SISTEMA MULTI-STAR	72
3.1.1	COMPONENTES DEL SISTEMA MULTI-STAR	73
3.1.2	OPERACIÓN DEL SISTEMA MULTI-STAR	74
3.2	APLICACIONES CELULARES	75
3.2.1	CELL SKY	75
3.2.1.1	ARQUITECTURA GSM	76
3.2.1.2	CONEXIÓN BSC – BTS	77
3.3	VIRTUAL PRIVATE NETWORK VPN	78
3.3.1	TCP/IP PURO	79
3.3.2	ESTANDARD COMPATIBLE	79
3.3.3	TRÁFICO VPN Y NO-VPN	80
3.4	VIDEOCONFERENCIA	80
3.4.1	VENTAJAS DE LA VIDEOCONFERENCIA INTERSKY	80
3.4.1.1	CANAL DE RETORNO DE BANDA ANCHA	81
3.4.1.2	ANCHO DE BANDA BAJO DEMANDA	81
3.4.1.3	CALIDAD SUPERIOR DE VIDEOCONFERENCIA	81
3.4.1.4	ESTÁNDAR COMPATIBLE	82
3.4.1.5	VIDEO, VOZ Y DATOS SIMULTÁNEAMENTE	82
3.5	PROTOCOLO DE TRANSMISIÓN DE VOZ POR INTERNET (VOIP)	82
3.5.1	COMPATIBILIDAD CON TODAS LAS INTERFACES PARA TELEFONÍA	83
3.5.2	ESTÁNDAR COMPATIBLE	83
3.5.3	CODIFICACIÓN	84
3.6	PAMA	
3.6.1	VENTAJAS DE PAMA INTERSKY	



3.7 APRENDIZAJE INTERACTIVO A DISTANCIA	85
3.8 RESPALDO TERRESTRE	86

CAPÍTULO IV: DISEÑO DE LOS CASOS DE ESTUDIO

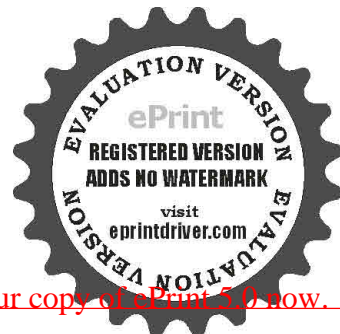
4.1 DESCRIPCIÓN	87
4.2 COMPONENTES DE LA ESTACION TERRENA	87
4.2.1 LNB	88
4.2.2 BUC	89
4.2.3 GATEWAY REMOTO	89
4.2.4 CABLES	89
4.3 PRIMER CASO: INTERNET DE BANDA ANCHA	90
4.3.1 DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA RED	91
4.3.1.1 DISEÑO DE LA RED	91
4.3.1.2 CONFIGURACIÓN DEL GATEWAY REMOTO	93
4.3.1.2.1 MODO DE INSTALACIÓN O SCPC	94
4.3.1.2.2 MODO DE OPERACIÓN NORMAL	97
4.3.1.2.2.1 CONFIGURACIÓN	98
4.3.1.2.2.2 VERIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD (STATUS DISPLAY)	101
4.3.1.2.2.3 APPLICATION SETTINGS	102
4.3.1.3 PRUEBAS DE NAVEGACIÓN Y CONECTIVIDAD	104
4.4 SEGUNDO CASO: CONEXIÓN VPN	104
4.4.1 DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA RED	105
4.4.2 PRUEBAS DE CONECTIVIDAD	108
4.5 TERCER CASO: VOIP	109
4.5.1 DISEÑO E IMPLMEBTACION DE LA RED	110
4.5.1.1 CONFIGURACIÓN	110
4.5.1.1.1 CONFIGURACIÓN ENLACE SATELITAL	110
4.5.1.1.1.1 CONFIGURACIÓN DEL ROUTER	113
4.5.1.1.2 CONFIGURACIÓN ENLACE TERRESTRE	114
4.5.1.1.2.1 CONFIGURACIÓN DEL ROUTER CORE	114
4.5.1.1.2.2 CONFIGURACIÓN DEL SWITCH INTERMEDIO	114



ENTRE EL LRE Y EL ROUTER CORE	116
4.5.1.1.2.3 CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO DE VOZ	116

CAPÍTULO V

6.1 CONCLUSIONES	118
6.2 RECOMENDACIONES	119



ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 MODELO DEL SISTEMA SATELITAL DE ARTHUR C. CLARKE	1
1.2 DIAGRAMA SIMPLIFICADO POR BLOQUES DE LA CARGA ÚTIL	7
1.3 DESIGNACIÓN DE BANDAS	8
1.4 FOOTPRINT DE UN SATÉLITE	9
1.5 DIAGRAMA FUNCIONAL DE UNA ESTACIÓN TERRENA DE ALTA CAPACIDAD	11
1.6 DIAGRAMA DE CONFIGURACIÓN FUNCIONAL TÍPICO DE UNA ESTACIÓN VSAT PARA VOZ Y DATOS	12
1.7 ANTENA PARABÓLICA CON ALIMENTADOR CENTRAL	13
1.8 GEOMETRÍA DE UNA PARÁBOLA	14
1.9 ÁNGULOS DE ACIMUT (AZ) Y ELEVACIÓN (θ) DE LA ANTENA DE UNA ESTACIÓN TERRENA	15
1.10 DIAGRAMA DE RADIACIÓN DE LA ANTENA Y EL ANCHO DEL HAZ	17
1.11 EJEMPLOS DE RADIADORES PRIMARIOS	18
1.12 POLARIZACIÓN ELÍPTICA	19
1.13 POLARIZACIÓN LINEAL	19
1.14 POLARIZACIÓN CIRCULAR	20
1.15 ENLACE PUNTO A PUNTO	28
1.16 ENLACE PUNTO A PUNTO EN ESTRELLA	29
1.17 ENLACE PUNTO A PUNTO EN MALLA	29
1.18 ENLACE PUNTO A MULTIPUNTO	30
2.1 SISTEMA INTERSKY	35
2.2 HUB CENTRAL Y GATEWAY DEL SISTEMA INTERSKY	36
2.3 COBERTURA GLOBAL DEL SISTEMA INTERSKY	37
2.4 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA INTERSKY	38
2.5 BOD VS. DAMA/PAMA CON RESPECTO A LA UTILIZACIÓN DEL SEGMENTO ESPACIAL	47
2.6 EFICIENCIA DE LOS ESQUEMAS DE ACCESO PARA DIFERENTES TIPOS DE TRÁFICO	
2.7 ARQUITECTURA Y FUNCIONALIDAD DEL MCD	



2.8 COMUNICACIÓN BIDIRECCIONAL A TRAVÉS DEL CANAL DIRECTO Y CANAL DE RETORNO	54
2.9 ACCESO MF-TDMA	56
2.10 PROTOCOLOS DEL CANAL DIRECTO	57
2.11 PROTOCOLOS DEL CANAL DE RETORNO	57
2.12 ESTRUCTURA DEL HUB CENTRAL	58
2.13 PARÁMETROS DEL GATEWAY REMOTO	60
2.14 TIPOS DE APLICACIONES Y NIVELES DE SERVICIO	64
2.15 CONFIGURACIÓN COMPLETA DEL QOS	66
2.16 RETARDO EN EL ENLACE SATELITAL	68
2.17 ARQUITECTURA SKYX	68
2.18 CONFIGURACIÓN DEL ACELERADOR SKYX	69
2.19 CONFIGURACIÓN DE LA INTERFASE DEL ACELERADOR	69
2.20 CONFIGURACIÓN DEL ENLACE ACELERADOR	70
3.1 APLICACIONES DEL SISTEMA INTER-SKY	71
3.2 ARQUITECTURA GSM	76
3.3 ESTRUCTURA CELL SKY	77
3.4 MODELO DE UN VPN CON INTER-SKY	78
3.5 MODELO DE UN ENLACE CON VOIP	83
3.6 MODELO DE UN ENLACE PAMA	85
4.1 DIAGRAMA GENERAL DE LA ESTACIÓN TERRENA	87
4.2 DISEÑO DEL PRIMER CASO DE ESTUDIO	91
4.3 COBERTURA Y PIRE DEL IS-805 EN BANDA KU	92
4.4 INSTALADA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS REDES	92
4.5 GATEWAY REMOTO	93
4.6 ELECCIÓN DEL MODO DE OPERACIÓN DEL TERMINAL	93
4.7 MODO SCPC O DE INSTALACIÓN	94
4.8 MENÚ DE CONFIGURACIÓN EN EL MODO DE INSTALACIÓN	94
4.9 MENÚ PRINCIPAL MODO SCPC	95
4.10 CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE TRANSMISIÓN	95
4.11 ELECCIÓN DEL TIPO DE TRANSMISIÓN	95
4.12 MODO MF-TDMA	
4.13 CONFIGURACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE TRANSMISIÓN	



4.14 MENÚ DE CONFIGURACIÓN EN EL MODO DE OPERACIÓN NORMAL	97
4.15 MENÚ PRINCIPAL MODO INTERSKY	98
4.16 MAC ADDRESS DEL MODEM	98
4.17 MODO DE OPERACIÓN NORMAL	98
4.18 CONFIGURACIÓN EN RECEPCIÓN	99
4.19 FRECUENCIA DE RECEPCIÓN	99
4.20 NUMERO DE PID	99
4.21 CONFIGURACIÓN DE RED	100
4.22 DIRECCIONES IP CONFIGURADAS EN EL EQUIPO	100
4.23 DEFAULT GATEWAY	101
4.24 ESTADO DE LA CONEXIÓN	101
4.25 ESTADO DE LA RECEPCIÓN	102
4.26 PARÁMETROS DE TRANSMISIÓN EN MODO INTERSKY	102
4.27 PARÁMETROS DEL NCC ASIGNADO	103
4.28 PARÁMETROS BOD	103
4.29 PRUEBAS DE PING	104
4.30 REALIZACIÓN DE UNA TRAZA	104
4.31 DISEÑO DEL SEGUNDO CASO	105
4.32 PING HACIA EL FIREWALL	105
4.33 ASISTENTE CONEXIÓN VPN	106
4.34 CONFIGURACIÓN DE VPN	106
4.35 NOMBRE DE LA CONEXIÓN	106
4.36 SERVIDOR CON EL QUE SE REALIZARA LA CONEXIÓN	107
4.37 COMPROBACIÓN DE USUARIO Y CLAVE	107
4.38 ESTABLECIMIENTO DE LA CONEXIÓN	108
4.39 VERIFICACIÓN DE IP	108
4.40 MUESTRA DE CONECTIVIDAD CON LA RED INTERNA	109
4.41 TRAZA HACIA EL INTERNET	109
4.42 DISEÑO DEL TERCER CASO DE ESTUDIO	111
4.43 ROUTER CISCO Y TELÉFONO	112
4.44 TARJETAS FXS	1
4.45 CONFIGURACIÓN DE VOIP EN EL ROUTER	-



4.46 CISCO 575 LRE	114
4.47 CISCO ATA	115
4.48 CONEXIÓN FINAL	115
4.49 CONFIGURACIÓN ROUTER CORE	116
4.50 CONFIGURACIÓN SWITCH	116
4.51 PRUEBA DE CONECTIVIDAD REALIZADA DESDE EL ENLACE SATELITAL AL ENLACE TERRESTRE	117



ÍNDICE DE TABLAS

1.1 CLASIFICACIÓN DE LOS SATÉLITES POR EL TIPO DE ORBITA	5
4.1 ESPECIFICACIONES DEL LNB UTILIZADO EN LA IMPLEMENTACIÓN	88
4.2 ESPECIFICACIONES DEL BUC	89
4.3 CARACTERÍSTICA DEL CABLE	90



INTRODUCCION

El Sistema InterSKY es un sistema de comunicaciones bidireccional vía satélite simétrico o asimétrico, para acceso a Internet de banda ancha, que admite todas las aplicaciones IP, a diferencia de otros sistemas que al no tener un nivel constante de procesamiento no son capaces de sostener las aplicaciones IP más exigentes. El sistema IPSky basado en la plataforma InterSky proporciona conectividad IP de banda ancha para Internet, transmisión de voz sobre IP, videoconferencia, VPN, aprendizaje interactivo a distancia y otras aplicaciones, extendiendo así la infraestructura terrestre existente en regiones remotas. Además en banda KU permite transferencia de datos para aplicaciones que requieren un servicio tipo Clear Channel.

Una sola plataforma InterSKY puede soportar cientos de grupos que contengan miles de usuarios, sobre varios transponder y satélites. Este sistema soporta aplicaciones en tiempo real de manera óptima, con bajo retardo y libre jitter; ofrece soluciones rápidas y fiables para el usuario final así como para los proveedores del servicio; El sistema InterSKY es ideal para un mercado de banda ancha satelital interactivo, que se encuentra en continuo crecimiento.

IPSky banda ancha proporciona una solución total para pequeñas y medianas empresas, que se encuentran ubicadas en zonas de escasa infraestructura terrestre o sectores de difícil acceso.

IPSky proporciona elevada velocidad de datos, banda ancha bajo demanda y control automático de potencia y frecuencia, lo que asegura que los recursos satelitales a su servicio serán empleados con máxima eficiencia. El producto IPSky técnicamente es un enlace a Internet que no requiere de utilización de última milla, pues su enlace se da directamente desde la estación remota hasta el Hub, donde se hace la conexión a Internet.



CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1 TECNOLOGÍA SATELITAL

Los satélites comerciales surgieron de la necesidad de establecer enlaces fiables de comunicación internacional de amplia cobertura, especialmente entre continentes. Facilitando la comunicación directa de un punto a múltiples destinos mediante la distribución de señales de radiodifusión entre cualquier país de un continente y cualesquiera de otro.

El concepto de un Sistema Global de Telecomunicaciones usando satélites, fue expuesto por primera vez en un artículo de la revista Británica “Wireless World” en Mayo de 1945 por el físico y escritor Arthur C. Clarke, en el se hablaba de una cadena compuesta por tres satélites que girarían en la orbita geostacionaria proporcionando una cobertura total del planeta^[1].

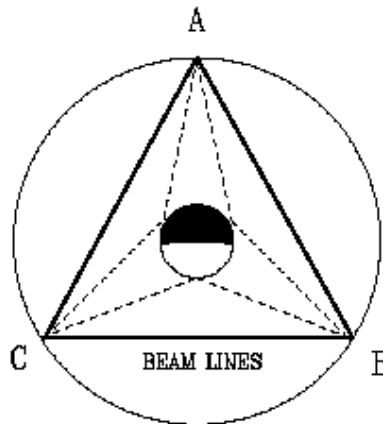
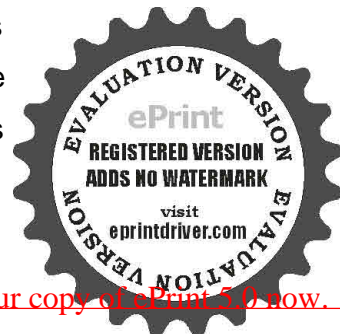


Fig.1.1 Modelo del Sistema Satelital de Arthur C. Clarke^[1]

Desde entonces la tecnología Satelital ha evolucionando en todos aspectos. La capacidad de los satélites lanzados, el surgimiento de organizaciones regionales y de las nuevas empresas operadoras



servicio internacional, unida a la evolución de los servicios que ellas ofrecen, muchos de los cuales no dependen directamente de la tecnología espacial, sino del procesamiento en tierra de las señales, como la codificación digital, corrección de errores, compresión digital y multiplexaje estadístico. Además, el desarrollo de diversas formas del proceso, denominado acceso múltiple, junto con otros de los mencionados anteriormente, hacen posibles los servicios móviles más avanzados, con un alto aprovechamiento de la capacidad de los satélites.

1.1.1 SATELITES DE TELECOMUNICACIONES

Un Satélite es un sistema de comunicación que está en órbita alrededor de la Tierra y que lleva tecnología apropiada para, entre otras cosas, recoger información y retransmitirla a distintas partes del planeta.

Una vez lanzado, el satélite se mantiene en órbita debido, a la fuerza centrífuga causada por su rotación alrededor de la Tierra, que es equilibrada con la atracción gravitacional. Entre más cerca de la tierra se encuentre el satélite, deberá tener mayor velocidad, pues la atracción gravitacional será más fuerte.

1.1.1.1 SATÉLITES GEOESTACIONARIOS

La mayoría de los Satélites utilizados para Telecomunicaciones se encuentran en órbitas geoestacionarias (sincrónicas). Esto indica que se encuentran ubicados en el plano ecuatorial y con igual velocidad angular que la del planeta Tierra, por lo que permanecen fijos con respecto a una posición específica en el planeta.

Un sistema de cobertura global requiere un mínimo de tres satélites en la órbita geoestacionaria para abarcar todo el planeta, es decir que un satélite en esta órbita, cubre un poco más de un tercio del planeta.

Las ventajas de las órbitas geoestacionarias son:



- ✓ El satélite permanece casi estacionario, con respecto a una estación terrestre específica, no se requiere equipo costoso de rastreo en las estaciones terrestres.
- ✓ No hay necesidad de cambiar de un satélite a otro cuando giran por encima. Consecuentemente, no hay rupturas en la transmisión por los tiempos de conmutación.
- ✓ Los satélites geosíncronos de alta altitud pueden cubrir un área de la Tierra mucho más grande, que sus contrapartes de baja altitud.
- ✓ Los efectos del cambio de posición Doppler son insignificantes.

1.1.1.2 SATÉLITES ASÍNCRONOS

Los satélites asíncronos giran alrededor de la Tierra en un patrón elíptico o circular de baja altitud. Por esta razón no permanecen estacionarios con respecto a un punto específico de la Tierra, pues están alejándose continuamente o cayendo a tierra.

Al no tener una posición fija, los satélites asíncronos solo pueden ser utilizados por periodos cortos de tiempo, mientras se encuentran disponibles. Otra desventaja, es que las estaciones terrenas necesitan equipos costosos para rastrearlos. Sin embargo la mayoría de los sistemas más ambiciosos de satélites comerciales, contemplan también, el uso de satélites asíncronos.

Tanto los satélites geoestacionarios como los satélites asíncronos, son utilizados en aplicaciones civiles, militares, comerciales, meteorológicas, exploración de los recursos de la Tierra, entre otros.

1.1.2 TIPOS DE SATÉLITES

El tipo más sencillo de satélite es el “Reflector Pasivo” que es aquel que simplemente rebota una señal hacia la Tierra, como por ejemplo la Lu



que es un satélite natural de la Tierra y fue utilizada en la primeras pruebas de un enlace Satelital.

Un satélite "activo" es aquel que electrónicamente, repite una señal a la Tierra, es decir, recibe la señal, la amplifica y luego la retransmite. Este tipo de satélite utiliza de forma más eficiente la potencia transmitida.

Se podrían definir varios tipos de clasificación, por ejemplo:

- ✓ Por el tipo de órbita
- ✓ Por el tamaño
- ✓ Por el uso

1.1.2.1 POR EL TIPO DE ÓRBITA EN DONDE SE LOCALIZAN:

- ✓ Geoestacionarios.
- ✓ Órbita Baja.
- ✓ Órbita Polar.
- ✓ Órbita Elíptica.



TIPOS DE ÓRBITA	ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	VELOCIDAD DEL SATÉLITE	FUNCIÓN DEL SATÉLITE	VENTAJAS
<i>Órbita baja</i>	250 - 1500 Km.	25 000-28000 Km/h.	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicaciones y observación de la Tierra. 	Poco retraso en las comunicaciones. Se requiere menor potencia.
<i>Órbita polar</i>	500-800 Km. sobre el eje polar	26600-27300 Km/h.	<ul style="list-style-type: none"> • Clima • Navegación. 	Están perpendiculares sobre la línea del Ecuador, por lo que pueden observar distintas regiones de la Tierra.
<i>Órbita Geoestacionaria</i>	35786 Km. sobre el Ecuador	11000 m/h.	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicaciones • Clima. • Navegación • GPS. 	Al dar la vuelta a la Tierra a su misma velocidad, siempre observa el mismo territorio
<i>Órbita elíptica</i>	Perigeo (cuando está más cerca de la Tierra) 200-1000 Km. Apogeo (cuando está más lejos) ~ 39000 Km.	~34200 Km/h. ~ 5400 Km/h.	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicaciones 	Servicios a grandes latitudes

Tabla 1.1 Clasificación de los Satélites por el tipo de Orbita



1.1.2.2 POR EL TAMAÑO

- ✓ Microsatélites con pesos menores de 50 kg.
- ✓ Satélites grandes de varias toneladas como la Estación espacial MIR.

1.1.2.3 POR EL USO

- ✓ De comunicación (como los Morelos y los Solidaridad de México)
- ✓ De Navegación (Como los IRIDIUM y los GPS)
- ✓ Meteorológicos como, los GOES
- ✓ De estudio de Recursos terrestres y marítimos como el LANDSAT, SPOT, SEASAT
- ✓ Militares y de espionaje
- ✓ Científicos.

1.1.3 COMPONENTES DE UN SATELITE

Los componentes del satélite se pueden dividir en dos elementos principales:

1.1.3.1 LA CARGA ÚTIL

Es la razón de ser del satélite, es aquella parte del satélite que recibe, amplifica y retransmite las señales con información útil. Los satélites de comunicaciones tienen como carga útil un conjunto de transpondedores.

Un transpondedor usualmente tiene un ancho de banda de alrededor de 500 MHz de capacidad en el receptor (en una polarización), y está asociado a una cadena de convertidores y amplificadores como muestra en la figura 1.2 a continuación:



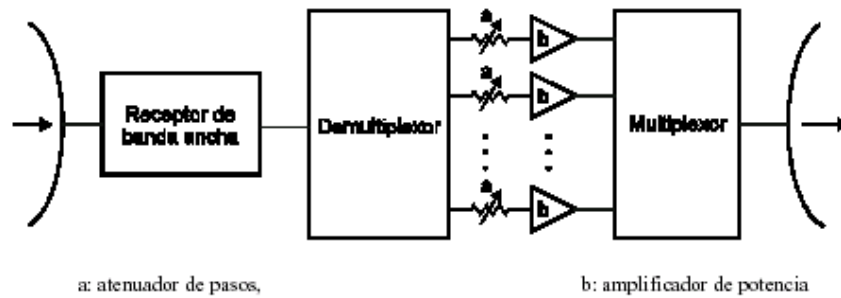


Fig.1.2 Diagrama simplificado por bloques de la Carga Útil^[3]

El demultiplexor separa las señales por medio de filtros a la anchura de cada transpondedor, si existe más de uno. A continuación atenuadores variables ajustan individualmente la ganancia total de cada Transpondedor con los amplificadores de potencia. Luego el multiplexor de salida se usa para recombinar las señales, y finalmente la antena transmisora.

1.1.3.2 PLATAFORMA

Es aquella que proporciona al satélite recursos físicos, eléctricos y mecánicos es decir es la estructura de soporte, con otros elementos de apoyo a la carga útil.

La plataforma puede dividirse para su análisis funcional en varios subsistemas:

- ✓ Subsistema de Estructura: es la parte física que sirve de soporte tanto para sus demás elementos como para la carga útil, constituida normalmente por metales ligeros de gran resistencia.
- ✓ Subsistema de Propulsión: consta de un conjunto de motores que le permite al satélite llegara a la órbita y emplazamiento deseados, así como mantener velocidades de giro, aumento o disminución según las circunstancias.
- ✓ Subsistema de control de orientación: constituido por los componen que permiten conservar la precisión del apuntamiento de la emisió



recepción de las antenas del satélite, generalmente se lo realiza con el uso de propulsores.

- ✓ Subsistema de potencia: constituye las fuentes de energía que a menudo son del tipo solar.
- ✓ Subsistema de telemetría: permite conocer el estado de todos los demás subsistemas, es el encargado de hacer contacto con las estaciones terrenas con el fin de recibir órdenes de ellas y darles seguimiento. Esto permite el correcto mantenimiento de los subsistemas del satélite.

1.1.4 BANDAS DE OPERACIÓN

La parte del espectro de radiofrecuencias atribuido por la UIT a la comunicación por satélite para cada uno de los tipos de servicio móvil por satélite (SMS), fijo por satélite (SFS), difusión (SRS), o entre satélites (SES), comprende porciones en el intervalo de aproximadamente 0.1 a 400 GHz. Actualmente, más del 90% de la capacidad de comunicación en órbita para fines comerciales se utiliza para el servicio fijo por satélite en la gama de frecuencias de 3.4 a 14.8 GHz (principalmente en las llamadas bandas C y Ku), considerando el número de satélites que las emplean y la reutilización de frecuencias en muchos de ellos ^[3].

A las bandas de frecuencias más comunes para el servicio por satélite se les designa por fabricantes de equipos, operadores de satélites y usuarios, por medio de letras empleadas originalmente para radar.

Banda	Ejemplos de atribución (GHz)*	Designación alternativa
L	1.525-1.71	Banda de 1.5 GHz
S	1.99- 2.20	Banda de 2 GHz
	2.5-2.69	Banda de 2.5 GHz
C	3.4-4.2, 4.5-4.8,	Banda de 4/6 GHz
	5.15- 5.25, 5.85-7.075	Banda de 5/7 GHz
X	7.2-8.4	Banda de 7/8 GHz
Ku	10.7-13.25, 13.75-14.8	Banda de 11/14 GHz, Banda de 12/14 GHz
Ka	27.0-31.0	Banda de 30 GHz

* A frecuencias más bajas se utiliza otra forma de designaciones y abreviaturas.

Fig.1.3 Designación de Bandas ^[3]



1.1.5 FOOTPRINT DEL SATELITE

La representación geográfica del patrón de radiación de la antena de un satélite se denomina footprint (huella o pisada), esta depende de la ubicación del satélite en su órbita geoestacionaria, su frecuencia de portadora y la ganancia de sus antenas, las cuales son diseñadas, para concentrar la potencia transmitida en un área específica de la superficie de la Tierra. (Fig. 1.4)

El footprint de un satélite (la huella) puede ser catalogada como de punto (spot), zonal o tierra (hemisférico).

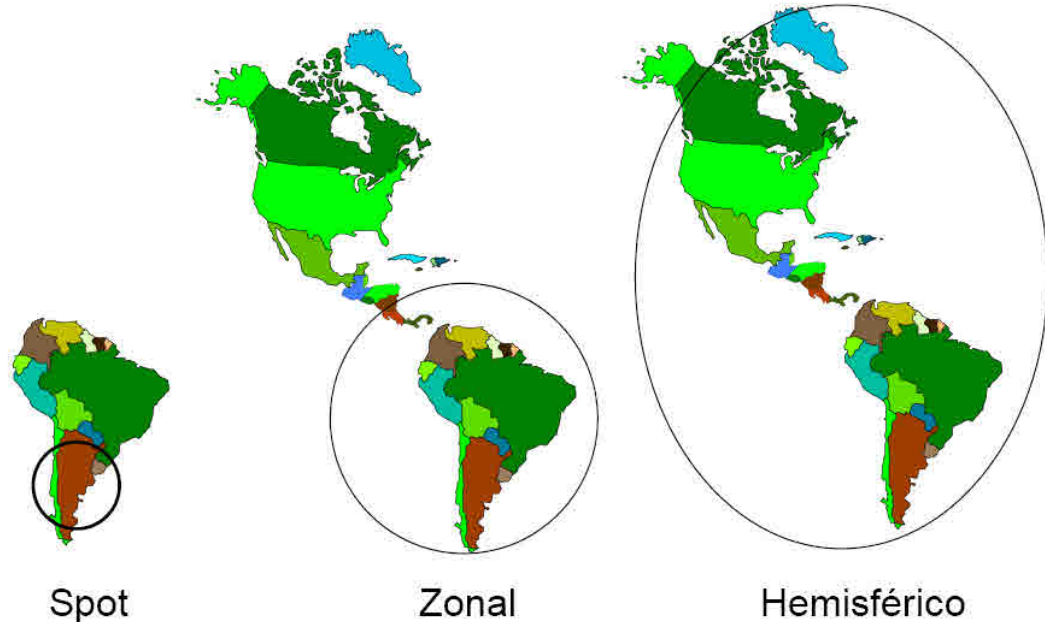
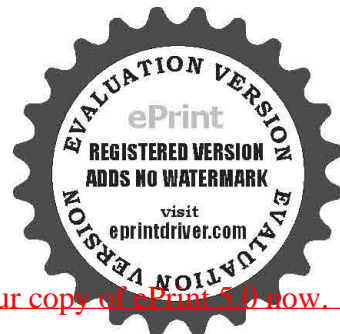


Fig. 1.4 Huella de un Satélite

La cobertura de Tierra o hemisférica, tiene la capacidad de cubrir aproximadamente un tercio de la superficie de la tierra. La cobertura zonal proporciona servicios a un número restringido de países; Mientras que la cobertura de punto o spot se concentra en un área geográfica muy pequeña, por lo general un país.



1.2 ESTACIONES TERRENAS

Una estación terrena es un equipo de comunicación con una antena o un conjunto de equipos con antenas, la cual tiene un extremo de entrada y salida de señales en banda base o en frecuencia intermedia, y otro de radiaciones hacia y desde uno o más satélites. Cada uno de estos extremos se encarga de procesar la señal, con la finalidad de conseguir una transmisión eficiente; y en recepción, una conversión adecuada de las radiaciones recibidas, en replicas fieles de las señales, en la forma que tenían, antes de ser procesadas y transmitidas.

Las estaciones terrenas, en tanto al tamaño y a la complejidad mecánica y eléctrica, pueden variar notablemente pues, podemos tener estaciones físicamente grandes que manejan alta capacidad de tráfico o estaciones remotas físicamente pequeñas como las estaciones VSAT remotas, las cuales tienen capacidades de transmisión y recepción de uno o pocos canales.

A continuación, para tener una idea clara de las partes constitutivas de una estación terrena, se ha tomado en cuenta el diagrama funcional de una estación terrena de alta capacidad, provisto de un sistema de seguimiento o rastreo; puesto que, las estaciones terrenas remotas de baja capacidad (estaciones tipo VSAT), que son de menor tamaño y complejidad, poseen las mismas unidades funcionales, excepto el subsistema de seguimiento y en muchos casos no cuentan con interfaces hacia redes terrenales, sino hacia equipos terminales instalados localmente

Las partes más importantes de una estación de alta capacidad son como se indica en la figura 1.5

- ✓ El sistema de antena
- ✓ Los transmisores y receptores



- ✓ Los moduladores y demoduladores
- ✓ Los procesadores en banda base
- ✓ Las interfaces con redes terrenales
- ✓ El sistema de energía y la infraestructura general
- ✓ El sistema de supervisión, control y comunicación del servicio

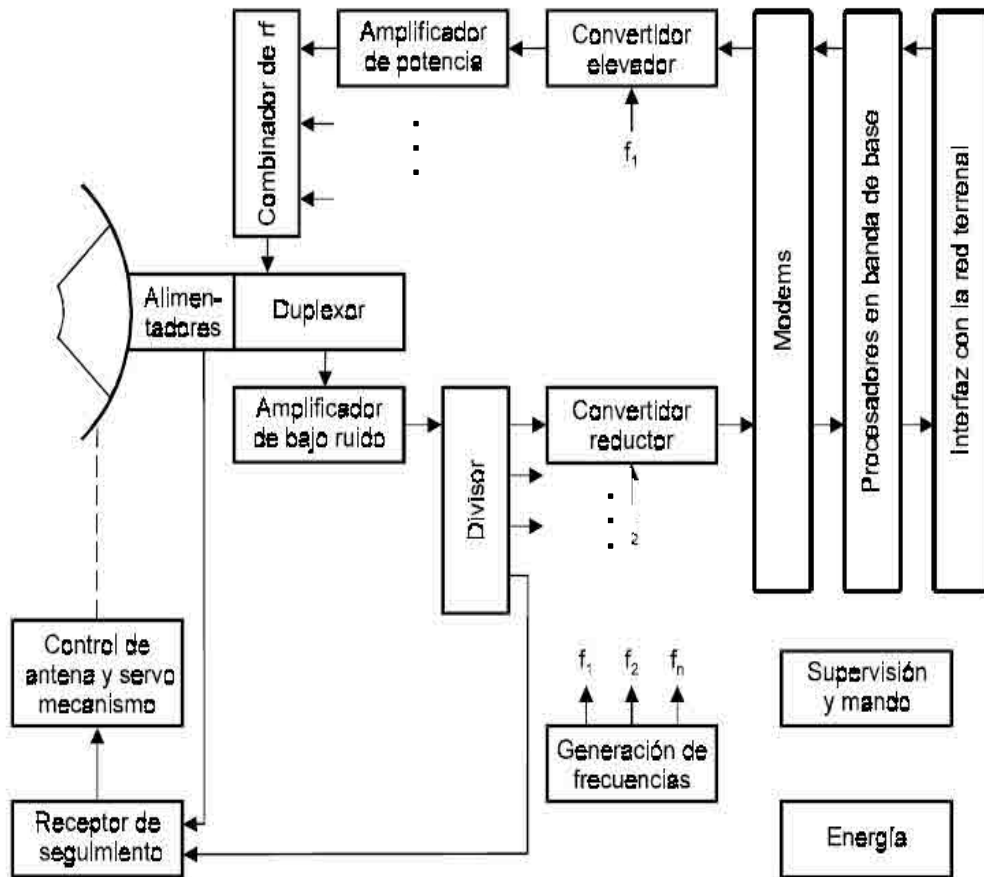


Fig. 1.5 Diagrama Funcional de una Estación Terrena de Alta Capacidad ^[3]

Una característica común de las redes tipo VSAT, además del reducido diámetro de los reflectores de antena de sus estaciones remotas, es que tanto para transmisión como para recepción, abarcan todas o casi todas las etapas de conversión y tratamiento de señales, desde banda base



un extremo hasta banda base en el otro extremo; logrando simplificaciones considerables debido a que manejan un reducido número de canales, lo cual implica que los amplificadores, trabajen con bajas potencias, de fracción de watt, además la demanda total de energía es mínima y la señal sufre efectos mínimos de intermodulación en la propia estación (fig. 1.6).

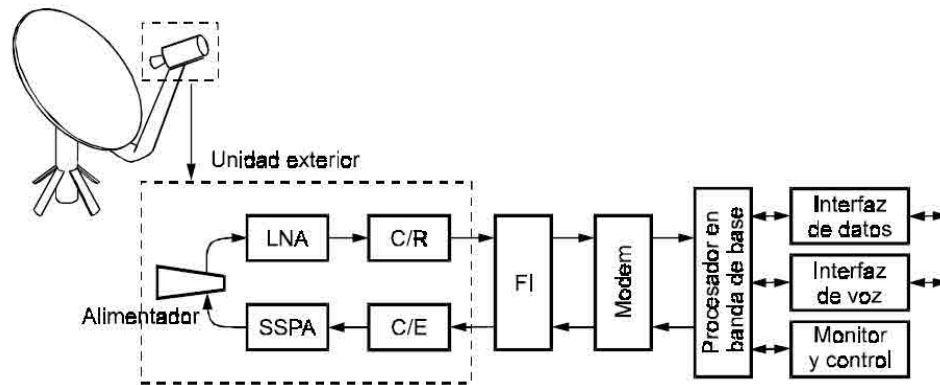


Fig. 1.6 Diagrama de Configuración Funcional Típico de una estación VSAT para voz y datos^[3]

Estas ventajas que implican menor costo por estación, alta fiabilidad, mínimo espacio requerido, simplificación del equipo y facilidad de operación son aprovechadas en redes en estrella, que enlazan una estación maestra de mayor capacidad con remotas de poco tráfico^[3]. Por estas características, a este tipo de estaciones terrenas (VSAT), se las ha dividido en:

- ✓ El sistema de antena
- ✓ Unidad Exterior
- ✓ Unidad Interior

La unidad exterior compacta, incluye toda la Terminal de radiofrecuencia generalmente acoplada a la propia antena, y una unidad interior con elementos para procesar en frecuencia intermedia y banda base; ap



de estas diferencias las estaciones VSAT, tienen las mismas unidades funcionales, que se describieron en la figura 1.4, excepto el subsistema de seguimiento^[3].

1.2.1 SISTEMA DE ANTENA

Este sistema incluye el alimentador primario, el reflector, un arreglo de duplexor, para la conexión de receptores y transmisores a la misma antena y un arreglo separado de alimentadores, controles y mecanismos para el seguimiento automático.

1.2.1.1 ANTENA

Las antenas están dotadas con elementos para dirigir la potencia electromagnética en forma de un haz estrecho; su diseño tiene como finalidad, lograr la suficiente ganancia de transmisión y recepción con las menores dimensiones posibles

1.2.1.1.1 ANTENA PARABÓLICA CON ALIMENTADOR CENTRAL

La forma más simple de antena, que podemos tener en comunicaciones satelitales, es un reflector parabólico con un alimentador primario localizado en el foco (Figura 1.7).

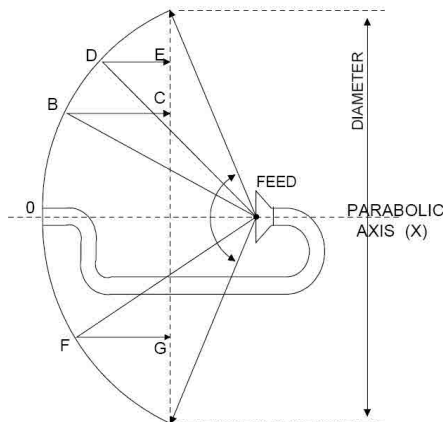


Fig. 1.7 Antena parabólica con alimentador central^[1]



1.2.1.1.2 GEOMETRÍA DE LAS ANTENAS DE PLATO

La superficie que genera una parábola, al girar sobre su propio eje, se lo conoce como paraboloides; el plato de la antena posee esta forma, pues al ubicar una fuente de energía electromagnética en el foco de la parábola y al ser su superficie reflectiva, las ondas son reflejadas en dirección al eje de la parábola; en tanto que al recibir ondas que vienen paralelas al eje, estas se reflejan para luego concentrarse en el foco.

Por lo general, las estaciones terrenas usan antenas con diámetros que van desde 0.5 hasta los 30 metros, el contorno superficial del plato se lo calcula con la ecuación de la parábola:

$$y^2 = 4fx$$

Donde f es la longitud focal y x es la coordenada a lo largo del eje del paraboloides.

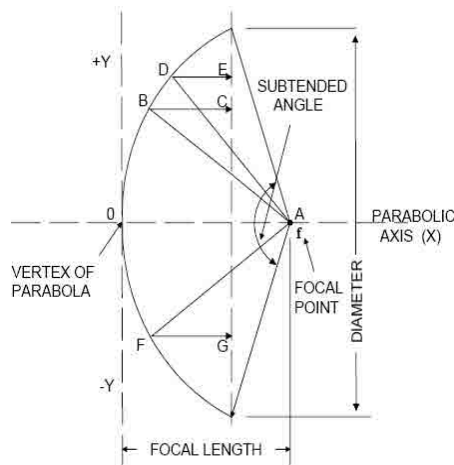
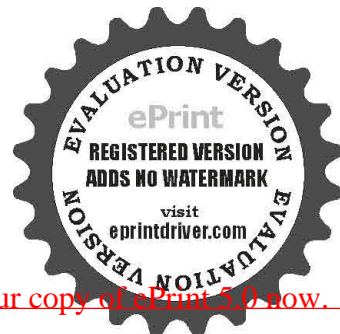


Fig. 1.8 Geometría de una Parábola ^[1]

De la figura 1.8 podemos observar que los trayectos ABC, ADE, AFG, poseen igual longitud.



1.2.1.1.3 ORIENTACIÓN

La orientación de la antena se basa en el cálculo de los ángulos de elevación y azimut derivado de parámetros de la posición del satélite y de la estación terrena.

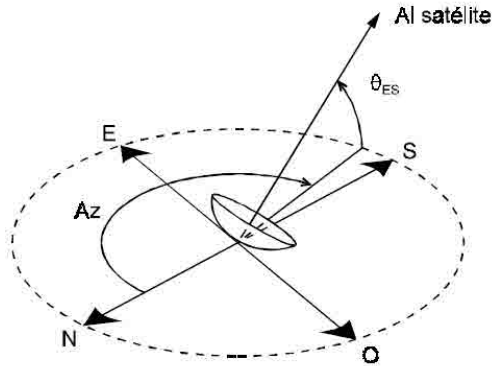


Fig. 1.9 Ángulos de acimut (Az) y elevación (θ) de la antena de una estación terrena^[3]

Para calcular estos ángulos, podemos utilizar la siguiente fórmula, que es aplicable para satélites, que están en la órbita geostacionaria.

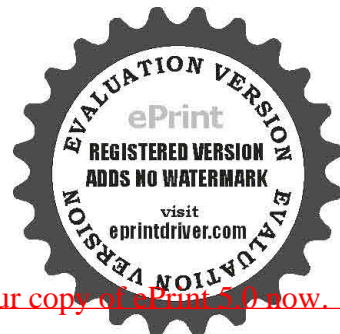
Φ = latitud de la estación terrena

Λ = diferencia entre la longitud del satélite y de la estación terrena

d = distancia en Km. de la estación terrena al satélite

$$\theta = \frac{1}{d} \left(1 - \phi^2 - \Lambda^2 \right)^{1/2}$$

$$\text{Az} = \left| \frac{\Lambda}{\phi} \right| <$$



Respecto del punto subsatelital, si la estación terrena está:

Al Noreste: $Az = 180 + Azm$

Al Noroeste: $Az = 180 - Azm$

Al Sureste: $Az = 360 - Azm$

Al Suroeste: $Az = Azm$

1.2.1.2 PARÁMETROS DE LA ANTENA

Los parámetros importantes de una antena son la ganancia, la directividad, el ruido de la antena,

1.2.1.2.1 GANANCIA

La ganancia de la antena es la relación, entre la potencia radiada de la antena en una dirección dada, y la potencia radiada por una antena isotrópica, alimentada con la misma potencia. La ganancia es máxima, en la dirección de máxima radiación.

$$G = \frac{P_A}{P_o}$$
$$G = \left(\frac{4\pi}{\lambda^2} \right)$$

El área efectiva de la antena (A_e), es equivalente al área superficial electromagnética de la antena, la cual es menor a su área de interceptación (A), en proporción a la eficiencia (η), debido a las imperfecciones de su superficie y a sus pérdidas.

$$= \eta \cdot A \quad A = \frac{\pi D^2}{4}$$
$$G = \eta \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$$



1.2.1.2.2 DIRECTIVIDAD

Es una medida del ángulo sobre el cual, más ganancia ocurre; este ángulo representa la anchura del haz a media potencia (HPBW) fig 1.10, entre dos direcciones simétricas, respecto del eje de radiación máxima; en donde la potencia transmitida o recibida es la mitad de la potencia máxima, es decir 3 dB menos. Se lo puede calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$= \frac{\lambda}{D\sqrt{\eta}} *$$

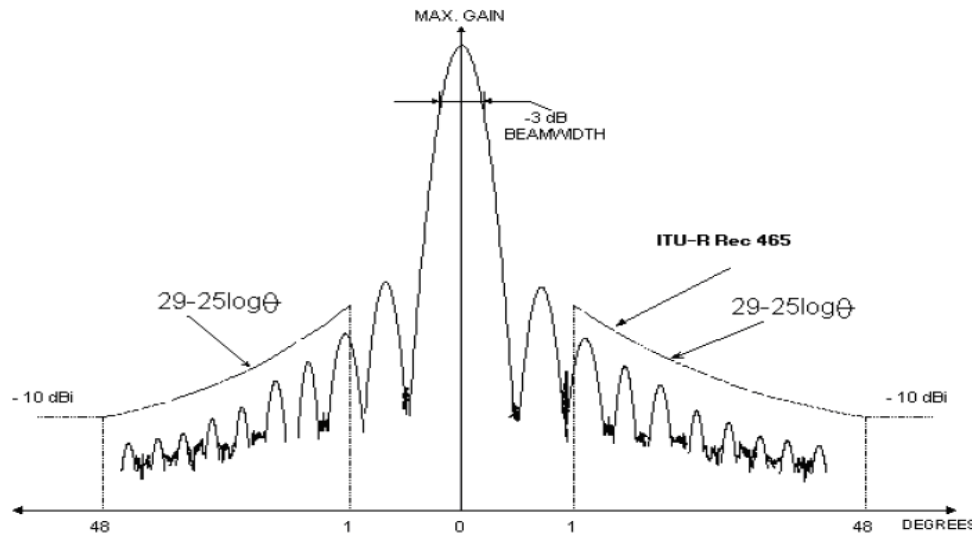


Fig. 1.10 Diagrama de radiación de la Antena y el Ancho del Haz ^[1]

1.2.1.2.3 RUIDO DE LA ANTENA

El ruido de la antena incluye todos los ruidos externos que entran a la antena, a través de su lóbulo principal y sus lóbulos secundarios. El ruido de la antena varía con la frecuencia, el ángulo de elevación y la concentración de la humedad en la superficie.



1.2.1.3 ALIMENTADORES

Los principales elementos que participan en la alimentación de energía a los reflectores son los radiadores primarios (fig. 1.11), los cuales realizan el acoplamiento electromagnético con el medio de propagación de modo que la energía pueda propagarse eficientemente en una dirección sin que se refleje en una proporción importante en sentido contrario.

La bocina cónica con ondulaciones y la rectangular escalonada, conocidas como alimentadores escalares, son ejemplos de los mejores radiadores primarios.

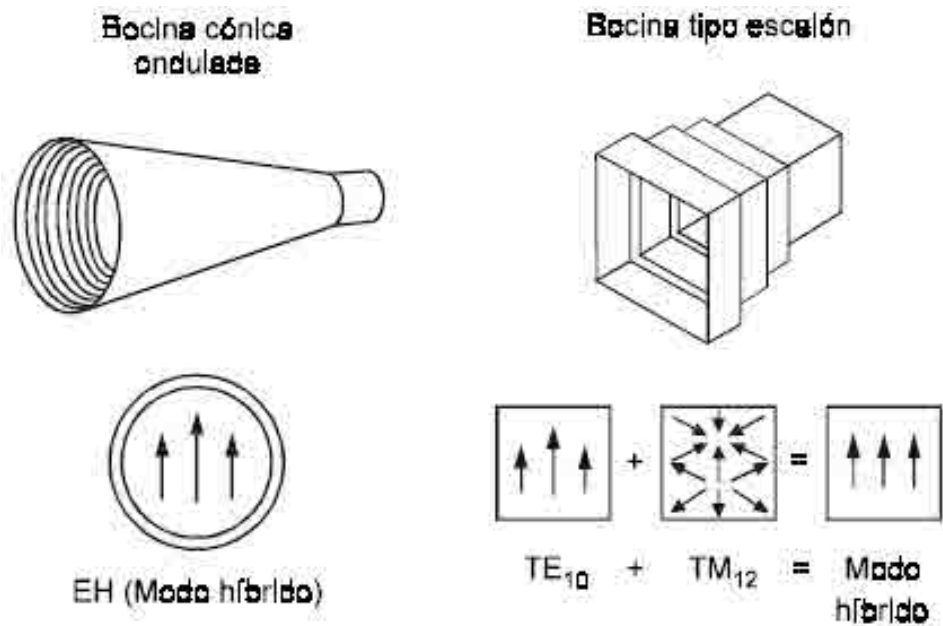
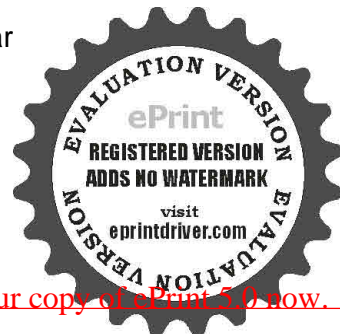


Fig. 1.11 Ejemplos de radiadores primarios^[3]

1.2.1.4 POLARIZACIÓN

La polarización de las ondas radiadas o recibidas por una estación terrena corresponde a la orientación de su vector eléctrico, que siempre es perpendicular a la dirección de propagación, el cual puede conservar orientación o girar alrededor del eje de propagación.



1.2.1.4.1 POLARIZACIÓN ELÍPTICA

El vector campo eléctrico gira, pero su amplitud no es constante, teniendo una dirección en que es máxima y otra en que es mínima, siendo la relación de amplitudes

$$E_{\max} / E_{\min} = R.$$

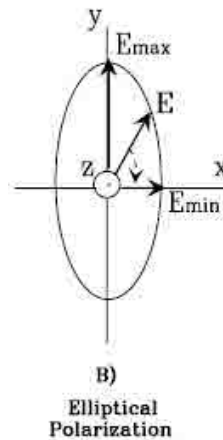


Fig. 1.12 Polarización Elíptica^[1]

1.2.1.4.2 POLARIZACIÓN LINEAL

Idealmente R es infinita, por lo que el vector campo eléctrico no gira. La polarización lineal vertical es ortogonal respecto de la polarización lineal horizontal.

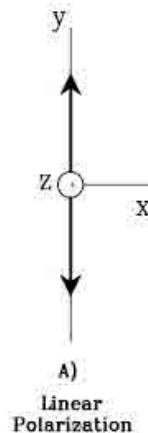


Fig. 1.13 Polarización Lineal^[1]



1.2.1.4.3 POLARIZACIÓN CIRCULAR

Idealmente $R = 1$, el vector puede girar en el sentido de las manecillas del reloj visto en dirección de la propagación, denominándose dextrógira, o en sentido contrario, denominándose levógira, considerándose ortogonales entre sí.

La polarización circular puede considerarse como la suma de dos componentes de igual amplitud, polarizadas linealmente, que tienen una diferencia de fase de $\pi/2$ radianes.

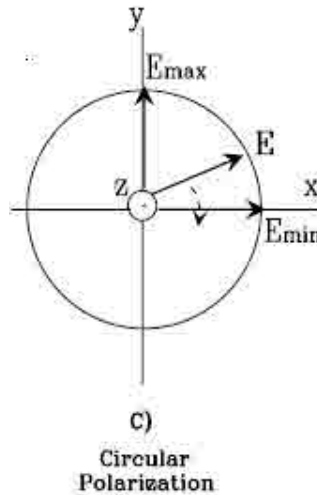


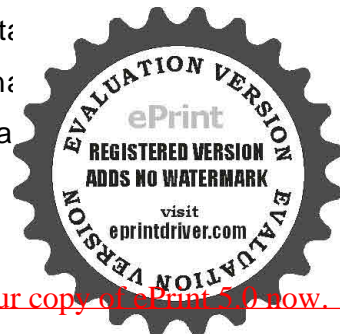
Fig. 1.14 Polarización Circular ^[1]

En una misma antena, si es necesario, se pueden recibir y transmitir simultáneamente dos polarizaciones ortogonales

1.2.2 TRANSMISORES Y RECEPTORES

1.2.2.1 TRANSMISORES

La etapa de transmisión está constituida básicamente por los convertidores elevadores (C/E) y por los amplificadores de potencia. El p.i.r.e del enlace ascendente es el parámetro más importante, de la etapa transmisora de una estación terrena; que al operar con un determinado satélite, la potencia del amplificador de radiofrecuencia puede va



desde una fracción de watt hasta varios kilowatts dependiendo principalmente de la ganancia de la antena, de la cantidad de canales por transmitir y del ancho de banda de cada uno. Además es posible distribuir los canales por transmitir, entre diversos canales de potencia.

Los amplificadores de potencia que se utilizan en las estaciones terrenas son de tres tipos: amplificadores de estado sólido (SSPA), amplificadores de tubos de ondas progresivas (TOP), y los amplificadores de tubos Klistrón.

1.2.2.1.1 AMPLIFICADORES DE ESTADO SÓLIDO

Son los más convenientes y económicos, para estaciones terrenas que operan con portadoras de poco ancho de banda; y son muy utilizados en las estaciones remotas de redes VSAT, debido a que soportan una gama de potencias hasta de 20 watts, además presentan mejor linealidad y menor factor de ruido, aunque son menos eficientes, en comparación con los otros tipos de amplificadores. El tiempo medio entre fallas de un transmisor receptor completo a base de SSPA puede ser de 100 000 horas.

1.2.2.1.2 AMPLIFICADORES DE TUBOS DE ONDAS PROGRESIVAS (TOP)

Trabajan con portadoras que tienen gran ancho de banda, hasta de más de 500 MHz; además soportan una amplia gama de opciones de potencia hasta de 3kW; los amplificadores de potencias más bajas emplean enfriamiento por conducción, los de potencias medias utilizan ventilación forzada, y los de potencias más altas enfriamiento por agua. Las ganancias típicas de los TOP son de 30 a 50 dB en las bandas C, Ku y Ka.



Los amplificadores TOP utilizados en estaciones terrenas, trabajan con fuentes de energías complejas y precisas, que manejan altas tensiones. Poseen una vida relativamente corta de unos pocos años, a diferencia de los amplificadores TOP para satélite, que pueden operar por más de 10 años.

1.2.2.1.3 AMPLIFICADORES KLYSTRON

Se los utiliza en aplicaciones, en las cuales el ancho de banda no excede el del transpondedor satelital, y las opciones de potencia que presentan van desde los 700 W hasta los 3kW; generalmente para su refrigeración se utiliza ventilación forzada de aire. Las ganancias típicas en las bandas C y Ku son de 35 a 50 dB; con una vida útil de hasta 40 000 horas. Estos amplificadores son robustos, de precio mucho más bajo y con fuentes de energía mucho más sencillas, en comparación con los amplificadores TOP.

1.2.2.2 RECEPTORES

La etapa de recepción está compuesta por el amplificador de bajo ruido (LNA), el convertidor reductor (C/R), y el demodulador; en estaciones terrenas de gran capacidad, estas etapas vienen por separado, en tanto que estaciones pequeñas como las estaciones tipo VSAT, todas estas etapas vienen en un solo dispositivo compacto denominado LNB (Low Noise Block Down converter), el cual integra las etapas, del amplificador de bajo ruido y del convertidor reductor, este dispositivo se instala directamente en la antena. El LNB abarca toda la banda, la cual es convertida en su totalidad en frecuencia Intermedia y sale por cable coaxial, eliminando la necesidad de guías de onda.

Los LNB actuales tienen ganancias típicas de 60 a 70 dB, y temperaturas de ruido de 45 a 150 K en banda Ku y desde 20 K en banda C, a 20°C.



El parámetro más significativo en recepción, es la relación de la ganancia de la antena a temperatura de ruido del subsistema, referida a la antena G/T, otro parámetro importante, que determina la calidad del enlace descendente es el p.i.r.e. del satélite.

En la actualidad, debido al continuo desarrollo de los FETs, existe comercialmente amplificadores capaces de operar con bajo nivel de ruido sobre un gran ancho de banda, a este tipo de amplificadores se los conoce como amplificadores GaAsFET. La construcción de los GaAsFET usados en los LNAs es sorprendentemente simple^[1].

1.2.3 ACCESO MÚLTIPLE SATELITAL

Las técnicas de acceso múltiple, permiten que múltiples estaciones terrenas utilicen un mismo transponder del satélite.; permitiendo la utilización eficaz de los recursos del transponder.

Los términos multiplexación y acceso múltiple, se asemejan, ya que ambos consideran, que un mismo ancho de banda puede ser compartido por más de una señal. Una diferencia entre ambos conceptos, radica en que el acceso múltiple se lo realiza siempre en radiofrecuencia, y además el acceso múltiple ocurre en los satélites, el cual es originado por los enlaces desde distintas estaciones remotas, en tanto que la multiplexación se la realiza en banda base, es decir que ocurre en la misma estación terrena o en una red terrenal enlazada a la estación terrena.

1.2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LAS TÉCNICAS DE ACCESO MÚLTIPLE SATELITAL

El acceso múltiple se lo puede clasificar de dos maneras, de acuerdo a:

- ✓ La forma de compartir el transponder del satélite
- ✓ La forma de asignación de la capacidad del transponder



1.2.3.1.1 LA FORMA DE COMPARTIR EL TRANSPONDER DEL SATÉLITE

Según la forma de compartir el transponder, podemos clasificar al acceso múltiple de la siguiente manera:

- ✓ Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA)
- ✓ Acceso Múltiple por División del Tiempo (TDMA)
- ✓ Acceso Múltiple por División de Código (CDMA)

1.2.3.1.1.1 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE FRECUENCIA (FDMA)

Es un método para accesos múltiples, en el cual, las transmisiones provenientes de distintas estaciones terrenas están separadas por el dominio de la frecuencia, ya que el ancho de banda del canal de radiofrecuencia del transponder, se lo divide en bandas de frecuencia más pequeñas; y estas bandas son asignadas a las transmisiones de cada estación terrena, tanto para los enlaces de subida y bajada dentro de un ancho de banda determinado, para el canal del satélite, estos se pueden preasignar o asignar de acuerdo con la demanda; un mecanismo de control es utilizado para asegurar que dos estaciones terrenas no transmitan, en la misma banda de frecuencia, al mismo tiempo, lo que les permite, transmitir simultáneamente pero en distintas bandas de frecuencia.

La mayor ventaja que tiene FDMA, es su simplicidad y el hecho de que no necesita de sincronización y cada canal es casi independiente de los restantes. Además las estaciones terrenas no tienen restricción en relación a cuándo pueden transmitir. Una desventaja es que cada estación terrena tiene que ser capaz de transmitir y recibir en una multitud de frecuencias de portadora para alcanzar las capacidades de acceso múltiple.



1.2.3.1.1.2 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DEL TIEMPO (TDMA)

En esta técnica, las transmisiones provenientes de distintas estaciones terrenas, están separadas en el dominio del tiempo, puesto que cada estación terrena transmite pequeñas ráfagas de información durante una ranura de tiempo específico, estas ráfagas deben estar sincronizadas de tal manera que la ráfaga de cada estación, llegue al transponder del satélite a un tiempo diferente. Por lo tanto, en el transponder va a estar presente la portadora de una estación terrena en un momento determinado, evitando de esta manera, una colisión con la portadora de otra estación terrena. Cada estación terrena en recepción, recibe las ráfagas de todas las otras estaciones terrenas, por lo que tiene que seleccionar, de entre ellas, el tráfico destinado solamente para ella. Con TDMA las transmisiones de las estaciones terrenas están restringidas a una ranura de tiempo preciso, pero no tienen restricción en relación al ancho de banda que pueden utilizar dentro de un sistema satelital.

TDMA presenta varias ventajas, y la más importante es que solamente la portadora de una estación terrena, está presente en el transponder del satélite en cualquier momento determinado, además TDMA es mucho más apropiada para la transmisión digital. Su desventaja principal es que requiere una sincronización precisa

1.2.3.1.1.3 ACCESO MÚLTIPLE POR DIVISIÓN DE CÓDIGOS (CDMA)

En CDMA no hay restricciones de tiempo o de ancho de banda, es decir, cada estación terrena puede transmitir cada vez que lo desee y puede utilizar cualquier ancho de banda. La separación de las señales se realiza por medio de técnicas de encriptación/descriptación cubiertas, lo cual implica, que las transmisiones de cada estación terrena se codifican con una palabra única llamada código de chip; cada estación terrena tiene un código de chip único.



Una estación receptora identifica la señal que le corresponde, utilizando métodos de correlación que le permiten una alta probabilidad de recepción correcta, debido a que cuenta con el código de chip individual, el cual le ayuda a descifrar la señal

La ventaja más importante de CDMA es su inmunidad a la interferencia y como desventaja, es la necesidad de una sincronización exacta.

1.2.3.1.2 LA FORMA DE ASIGNACIÓN DE LA CAPACIDAD DEL TRANSPONDER

Según la forma de asignación de la capacidad del transponder podemos clasificar al acceso múltiple de la siguiente manera:

- ✓ PAMA
- ✓ DAMA
- ✓ RMA

1.2.3.1.2.1 ACCESO MÚLTIPLE CON ASIGNACIÓN PREVIA O PERMANENTE (PAMA)

Esta técnica, a cada estación terrena, le asigna permanentemente, en el caso de FDMA una banda de frecuencia, y en el caso de TDMA una ranura de tiempo.

1.2.3.1.2.2 ACCESO MÚLTIPLE CON ASIGNACIÓN POR DEMANDA (DAMA)

Una estación terrena, en el momento en que quiera transmitir se le asignará bajo demanda una banda de frecuencia en el caso de FDMA o una ranura de tiempo en el caso de TDMA, que no este siendo usada en ese instante; la misma que es reasignada a otras estaciones, en el momento que finaliza la comunicación



1.2.3.1.2.3 ACCESO MÚLTIPLE ALEATORIO (RMA)

EL acceso de las estaciones terrenas al transponder se lo hace por contienda para el uso de cada portadora, es decir las estaciones que desean transmitir eligen un intervalo aleatorio de tiempo para transmitir. Está técnica no proporciona alta eficiencia en el uso de la capacidad del transponder. Es muy utilizada en redes VSAT donde el tráfico medio por estación es muy bajo.

1.2.4 TOPOLOGÍAS DE REDES SATELITALES

Un sistema de satélites, o un satélite único, puede emplearse para permitir que se establezca a través de él una sola red o un número indeterminado de redes de telecomunicación independientes.

Cada red se diseña para las necesidades propias de los usuarios que contratan capacidad de un sistema de satélites, ya sea para señales de vídeo, de audio, o de datos, o para una combinación de ellos, tomando en cuenta la conectividad requerida, el valor máximo y las variaciones del tráfico, la disponibilidad necesaria del enlace, etc.

Según el tipo de necesidad, la comunicación puede darse de dos formas: de intercambio de información entre un punto y otro, como por ejemplo la voz o de comunicación interactiva de datos, que puede multiplicarse entre un punto y cada uno de otros puntos de la red, o la de distribución de una misma señal de un punto hacia múltiples puntos.

Entonces, para satisfacer las necesidades del usuario, existen dos formas básicas en que las estaciones terrenas de una red pueden conectarse entre sí a través de un satélite:

- ✓ Punto a Punto
- ✓ Punto a Multipunto



1.2.4.1 PUNTO A PUNTO

Permite la comunicación entre dos estaciones, las dos estaciones participantes pueden intercambiarse tráfico simultáneamente si se requiere, formando un circuito denominado dúplex. (Fig. 1.15)

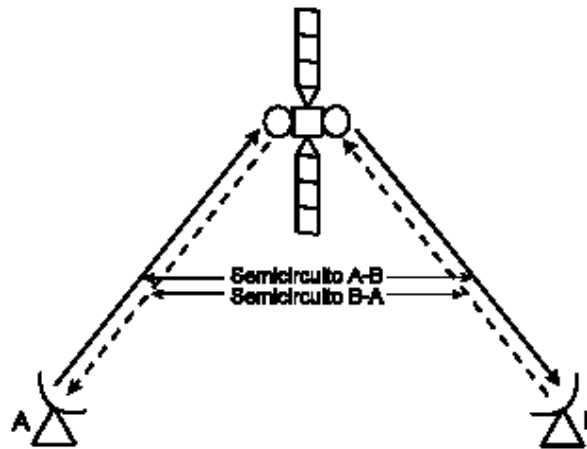


Fig.1.15 Enlace Punto a Punto^[3]

Cada estación transmite en una frecuencia diferente al satélite (por su enlace ascendente) y recibe en otra (por su enlace descendente) que corresponde a la transposición de la frecuencia de transmisión de la otra estación, realizada en el transponder del satélite.

Puede darse también la comunicación punto a punto, que corresponde a una estación maestra, desde la cual se establecen varios enlaces con varias estaciones terrenas. Los enlaces de la estación maestra, con cada una de las estaciones remotas, son independientes y les permiten cursar simultáneamente tráfico bidireccional utilizando frecuencias diferentes para cada enlace, a fin de evitar interferencias entre ellos. Esta configuración se denomina en estrella



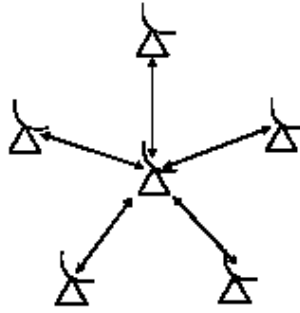


Fig.1.16 Enlace Punto a Punto en Estrella^[3]

También se puede lograr la configuración en estrella, utilizando técnicas de acceso múltiple, con las cuales no es necesario el uso de frecuencias diferentes para evitar la interferencia.

Cuando se requiere una comunicación entre todas las estaciones, se denomina configuración en Malla.

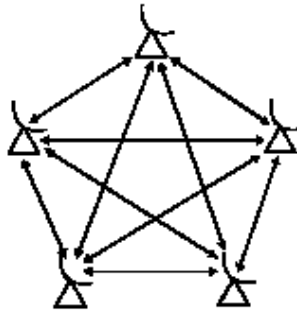
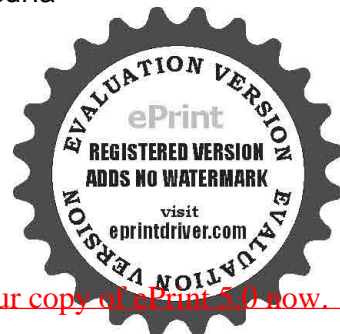


Fig.1.17 Enlace Punto a Punto en Malla^[3]

1.2.4.2 PUNTO A MULTIPUNTO

Los satélites tienen la ventaja de poder transmitir la misma señal desde una estación de una red a un número ilimitado de estaciones receptoras dentro de la zona de cobertura. En este caso, todas las estaciones reciben una señal que estará en una misma frecuencia, pues no necesitarán diferenciar a otra señal de diferente frecuencia que podría interferirlas. (Fig. 1.18)



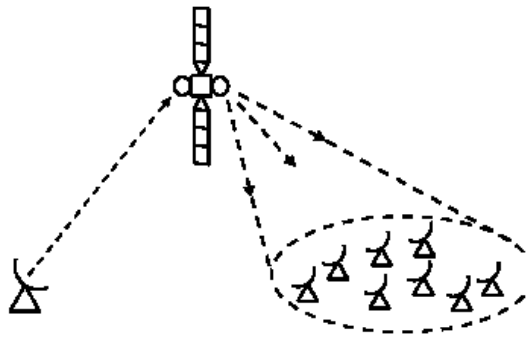


Fig.1.18 Enlace Punto a Multipunto^[3]

Cuanto mayor sea la potencia de la estación transmisora, mayor será la potencia recibida por las antenas receptoras y menor el tamaño del diámetro de sus reflectores. En este tipo de redes es recomendable aumentar la potencia de la estación transmisora, lo cual reduciría el tamaño de las antenas receptoras, con lo cual se podría reducir costos.

1.3 PARÁMETROS DEL SISTEMA SATELITAL

1.3.1 POTENCIA DE TRANSMISIÓN Y ENERGÍA DE BIT

La señal emitida por la estación transmisora debe llegar a la receptora con la potencia suficiente para garantizar la calidad esperada en la comunicación, al tratarse de sistemas satelitales, la Potencia de Transmisión normalmente se expresa en dBW, decibeles con respecto a 1W.

Al utilizar las tecnologías de acceso múltiple en el tratamiento de la señal transmitida hacia el satélite, se puede codificar varios bits en un solo elemento de señalización de transmisión, consecuentemente otro parámetro importante del sistema satelital es la Energía de Bit.

$$E_b = P_t * T_b$$



En donde:

E_b = Energía de bit

P_t = Potencia de transmisión

T_b = Tiempo de un bit

El $T_b = 1/f_b$ donde f_b es la razón de un bit por segundo

$$E_b = \frac{P_t}{f_b}$$

1.3.2 POTENCIA RADIADA ISOTRÓPICA EFECTIVA

Se define como una potencia de transmisión equivalente (EIRP).

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

Donde: P_t = Potencia de transmisión (dBW).

L_{bo} = Pérdidas por respaldo de HPA (dB).

L_{bf} = Pérdidas por alimentador (dB).

A_t = Ganancia de la Antena (dB).

1.3.3 TEMPERATURA DE RUIDO EQUIVALENTE

Debido a que en los sistemas satelitales es necesario medir el ruido en unidades muy pequeñas, a la figura de ruido se la denomina temperatura de ruido equivalente debido a que es más exacto al momento de calcular el ruido aportado por un dispositivo al evaluar su rendimiento.

El ruido se lo representa como:



$$N = \quad , \quad T = \frac{N}{\quad}$$

Donde:

N = Potencia total de Ruido (watts)

K = Constante de Boltzmann (joules por grados kelvin)

T = Temperatura Ambiente (Grados Kelvin)

B = Ancho de Banda (Hertz)

También:

$$= 1 + \frac{T_e}{T}$$

T_e = Temperatura de ruido equivalente

NF = Figura de ruido expresada como valor absoluto.

T = Temperatura Ambiente (Grados Kelvin)

Entonces:

$$T_e = T(\quad - 1)$$

La Temperatura de ruido equivalente es un parámetro muy importante al momento de evaluar el rendimiento de un sistema satelital.

1.3.4 DENSIDAD DE RUIDO

Es la potencia de ruido presente en un ancho de Banda de 1 Hertz. Es decir es la potencia de ruido total normalizado a un ancho de banda de 1 Hertz.

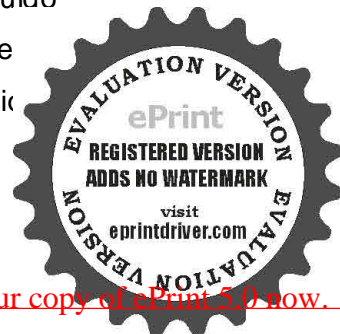
$$N_0 = \frac{N}{B} = \quad e$$

1.3.5 RELACIÓN DE DENSIDAD DE PORTADORA A RUIDO

Es la relación entre la potencia de una señal y la densidad de ruido recibido en el receptor.

$$\frac{C}{N}$$

En el punto de destino, la relación de la potencia de la portadora al ruido acumulado, C/N , incluyendo todas las fuentes de interferencia, debe tener el valor suficiente para garantizar la calidad esperada de la comunicación.



1.3.6 RELACIÓN DE DENSIDAD DE ENERGÍA DE BIT A RUIDO

Es la relación entre la energía por bit de información transmitida y la densidad de ruido. Es un parámetro muy usado al momento de evaluar sistemas digitales que utilizan diferentes tasas de transmisión, esquemas de modulación o técnicas de codificación.

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{c}{f_b} = \frac{1}{b}$$

1.3.7 RELACIÓN DE GANANCIA A TEMPERATURA DE RUIDO EQUIVALENTE

Este parámetro es utilizado para representar la calidad de un satélite en un receptor en una estación terrena. Es la relación de la ganancia de la antena de recepción a la temperatura de ruido equivalente del receptor.

$$\frac{G}{T_e}$$



CAPÍTULO II: TECNOLOGÍA IP-SKY

La tecnología IP-SKY, está basada en el sistema InterSKY, el cual ha sido creado por SHIRON SATELLITE COMMUNICATIOS; empresa pionera en el desarrollo de las comunicaciones satelitales.

El Sistema InterSKY es un sistema de comunicaciones bidireccional vía satélite, para acceso a Internet de banda ancha, que admite todas las aplicaciones IP. El sistema proporciona infraestructura IP de banda ancha, para Internet, transmisión de voz sobre protocolo de Internet (Voz sobre IP), videoconferencia, aprendizaje interactivo a distancia y otras aplicaciones, extendiendo así la infraestructura terrestre existente a regiones remotas.

Una sola plataforma InterSKY puede soportar cientos de grupos que contengan miles de usuarios, sobre varios transponder y satélites. Este sistema soporta aplicaciones en tiempo real de manera óptima, con bajo retardo y libre jitter; ofrece soluciones rápidas y fiables para el usuario final así como para los proveedores del servicio; El sistema InterSKY es ideal para un mercado de banda ancha satelital interactivo, que se encuentra en continuo crecimiento.

2.1 SISTEMA INTERSKY

El sistema InterSKY es una red en estrella que brinda transparencia IP, en la cual un Hub central controla los Gateway Remotos, a través del enlace directo. Estos Gateway remotos combinan una VSAT y un dispositivo IP, con conexiones separadas de inbound (recepción) y outbound (transmisión) hasta el Hub InterSKY; además son equipados con amplias características de administración de nivel de servicio “SLM”, que incluyen:

- ✓ Análisis de tráfico, mediante un software que garantiza la asignación adecuada del ancho de banda.



- ✓ Calidad de servicio (QoS), con clasificación de acuerdo a la aplicación, dando alta prioridad a aplicaciones en tiempo real, y a aplicaciones críticas de negocios.
- ✓ Configuración separada de inbound y outbound, para cada Terminal con una tasa de información comprometida (CIR), una tasa de información mínima (MIR), una tasa de información pico (PIR) y un nivel de prioridad

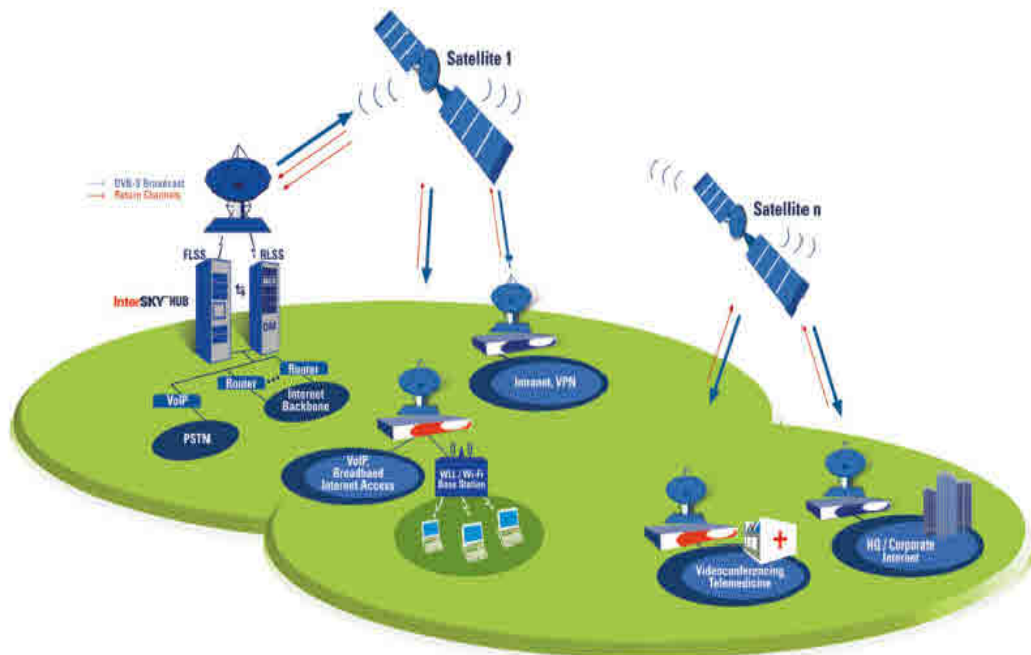


Fig. 2.1 Sistema InterSKY [6]

El sistema InterSKY (Fig. 2.1) es un sistema bidireccional interactivo multimedia, que proporciona una solución rentable, confiable e inmediatamente desplegable para el servicio de aplicaciones de banda ancha. Este sistema incorpora varios satélites, son el objeto de desviar las transmisiones hasta y desde diferentes destinos sobre grandes territorios evitando los embotellamientos de la infraestructura terrestre.

Este sistema de comunicación bidireccional puede ser simétrico asimétrico, además admite todas las aplicaciones basadas en TCP/IP



como tráfico IP, voz sobre IP, videoconferencia y administración remota a través de telnet. InterSKY opera a velocidades inauditas, entregando conectividad de alta calidad en todas las condiciones climáticas e incluso en las regiones lluviosas, sin necesidad de equipamientos adicionales, potencia o ancho de banda.



Fig. 2.2 Hub Central y Gateway del Sistema InterSKY^[7]

2.1.1 CARACTERISTICAS

InterSKY es una tecnología avanzada y rentable desarrollada por Shiron, la cual fue diseñada para proveer una alta eficiencia del ancho de banda, calidad de servicio y flexibilidad. Esta tecnología está operando sobre los cinco continentes, con varios hub DVB de banda ancha y miles de terminales, instalados desde 1999.

La rentabilidad de esta tecnología nos permite rápidamente recuperar la inversión (ROI); puesto que es una tecnología de ancho de banda bajo demanda (BOD), basada sobre BM-FDMA (Acceso múltiple por división de frecuencia en modo de ráfaga); por lo tanto nos ofrece mayor eficiencia del segmento espacial y una conectividad de alta calidad.



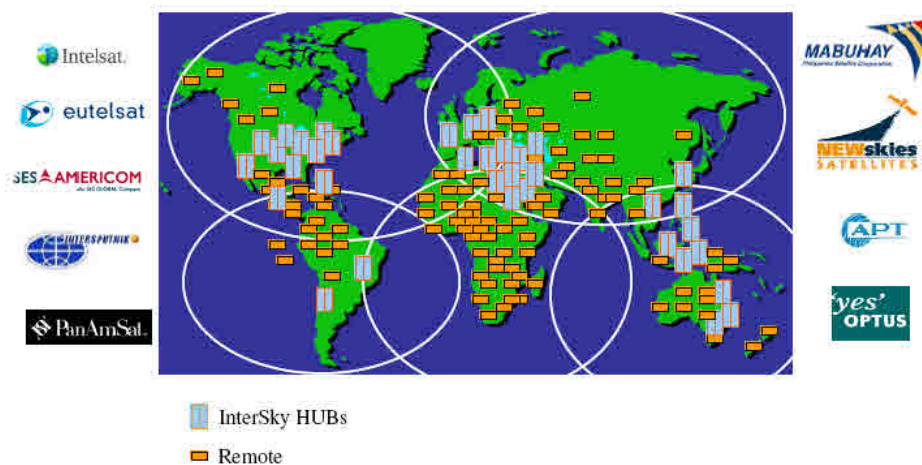


Fig. 2.3 Cobertura Global del Sistema InterSKY^[7]

En comparación con otros sistemas, InterSKY brinda más bits por Hertz, utiliza turbo códigos y modulación 8PSK, tanto en el enlace de Inbound como en el de Outbound; esto implica una mejor conectividad satelital de banda ancha con una menor utilización del ancho de banda, esto es ventajoso ya que se ha comprobado que en las comunicaciones satelitales de banda ancha, los costos del ancho de banda (OPEX), pueden ser de tres a cinco veces más altos, que los costos de equipamiento (CAPEX).

InterSKY es un sistema escalable que puede crecer junto con su negocio; se puede empezar con pocos gateways remotos, con enlaces dedicados, para después expandirse a miles de terminales que combinen grupos de usuarios con ancho de banda dedicado y compartido.

BM-FDMA es una tecnología que se utiliza para mejorar la voz y el video, la cual está basada en el procesamiento del ancho de banda, esto genera portadoras dedicadas de tamaño variable, estableciendo enlaces de comunicación temporales con gateway remotos con un ancho de banda requerido. Características como, la calidad de servicio superior y la tecnología BM-FDMA libre de jitter, hacen que interSKY ofrezca un ancho de banda compartido, sin sacrificar la estabilidad del enlace.



InterSKY fue diseñado con la mentalidad de manejar aplicaciones críticas y así asegurar una alta calidad de servicio, en todas las condiciones climáticas. Con el objeto de ofrecer, una conectividad de alta calidad que es virtualmente a prueba de lluvias, al sistema InterSKY se lo ha equipado con un control automático de potencia (APC), un control de la velocidad de tráfico (TRC), un control de potencia automático del enlace de subida (AUPC), codificación variable & modulación (VCM) y codificación adaptable & modulación (ACM).

Las principales características del sistema InterSKY, están resumidas en la figura 2.4.

Main Features	Shiron Satellite Communications
Solution	Two-Way IP broadband interactive satellite system
Topology	Star, MultiStar, MultiSatellite, MultiTransponder, Mesh
Frequency	C, Ext. C, Ku, Ext. Ku, and Ka bands
Outbound Channel	DVB-S and DVB-S2 forward link 1 - 82 Mbps per carrier
Inbound Channel	16 Kbps up to 2 Mbps return link
Resource allocation	DAMA + BoD + Random Access
Access Scheme	Dynamic Burst Mode - FDMA
Compliance	SCPC, MCPC, DVB-S, DVB-S2 DVB-RCS (s/w upgradeable)
Rainproof	High availability in rainy regions

Fig. 2.4 Principales Características del Sistema InterSKY^[7]

InterSKY comprende un conjunto de tecnologías tanto en el enlace directo (enlace de outbound) como en el enlace de retorno (enlace de inbound), que apuntan al suministro de servicios de banda ancha de la más eficiente manera.



2.1.1.1 TECNOLOGÍA DE INBOUND

El enlace de Inbound está compuesto por varias tecnologías tales como: BM-FDMA, BOD, BM-RA, MCD.

2.1.1.1.1 BM-FDMA(BURST MODE - FDMA)

El acceso múltiple por división de frecuencia en modo de ráfaga (BM-FDMA), está basado en el demodulador multicanal (MCD), este único esquema de acceso, hace que los canales de retorno sean más eficientes, fiables, estables y libres de jitter. Adicionalmente BM-FDMA ofrece conectividad SCPC con ancho de banda variable bajo demanda, para cualquier gateway remoto en la red. A diferencia de TDMA, el cual trabaja con portadoras compartidas, BM-FDMA utiliza portadoras dedicadas que son levantadas instantáneamente bajo demanda, cuando un gateway remoto necesita transmitir. Esto reduce el tamaño y el costo del ODU (antena y BUC), que puede ser de individual tamaño para cada gateway remoto, de acuerdo a su respectiva velocidad de transmisión máxima; en tanto que con TDMA el tamaño del ODU debe ser de acuerdo al aumento de la velocidad de transmisión correspondiente, a un grupo de gateway remotos. BM-FDMA es recomendable para todas las aplicaciones de tiempo real y aplicaciones de banda ancha.

2.1.1.1.2 BOD (BANDWIDTH ON DEMAND)

El ancho de banda bajo demanda, está implementado tanto en el Hub InterSKY, como en los gateway remotos; dinámicamente ajusta la velocidad del canal, el ancho de banda y el nivel de potencia, conforme a la velocidad de tráfico requerida por el gateway remoto; debido a la asignación de la velocidad requerida por los gateways remotos, BOD es capaz de ahorrar más del 80% de los recursos satelitales; también determina el mejor esquema de transmisión, que se ajusta de acuerdo a la cantidad de datos que están siendo transmitidos, ya sea BM-FDM,



BM-RA, haciendo que InterSKY se convierta en una verdadera plataforma multiservicio. Para preservar la calidad del enlace y la inmunidad al mal clima, BOD ofrece un control automático de potencia (APC) y un control de la velocidad de tráfico (TRC). Estas características son ajustadas dinámicamente e individualmente para cada gateway remoto, de acuerdo a las mediciones de Eb/No y de BER (tasa de bit errado).

2.1.1.1.3 BM-RA (BURST MODE-RANDOM ACCESS)

El acceso aleatorio en modo de ráfaga, se fundamenta sobre una portadora de tráfico con tecnología de acceso Aloha puro. BM-RA es recomendable para transmitir pequeños paquetes, generados por aplicaciones de banda angosta, tales como transacciones de tarjetas de crédito, telemetría y otros.

2.1.1.1.4 MCD (MULTI CHANNEL DEMODULATOR)

El demodulador multicanal, desarrollado por Shiron introduce el concepto de procesamiento del ancho de banda, el cual reduce los costos manteniendo la calidad SCPC; los sistemas tradicionales MF-TDMA usan en el hub receptores que trabajan con una portadora TDMA única, para recibir los canales de retorno y el ancho de banda compartido en el tiempo, a través de time-slots predefinidos.

El MCD hace posible, una compartición flexible del ancho de banda sobre el rango de frecuencias, que asigna el satélite. Esto ocurre sobre portadoras múltiples, simultáneas y de diferente tamaño que son levantadas bajo demanda.

2.1.1.2 TECNOLOGÍA DE OUTBOUND

InterSKY soporta tanto el estándar DVB-S como el DVB-S2 para transmisiones del enlace de outbound. Los Hub y los gateway remc



InterSKY fueron diseñados para soportar codificación y modulación constante (CCM), codificación y modulación variable (VCM), codificación y modulación adaptiva (ACM) combinada con un control de potencia automático del enlace de subida (AUPC) que es administrado por el hub.

2.1.1.2.1 DVB-S (DIGITAL VIDEO BROADCASTING - SATELLITE)

El estándar bajo el cual se rige el enlace de outbound (canal directo) es el DVB-S (Digital Video Broadcasting – Satellite), estándar europeo regulado por la ETSI, que inicialmente se pensó, solo para transmitir televisión digital y hoy en día presta múltiples servicios.

El enlace de outbound (canal directo), utiliza el estándar DVB-S, para proveer un servicio punto multipunto, para lo cual posee una sola portadora TDM, la cual puede tomar el ancho de banda total de un transponder (limitado por el ancho de banda), o usar la potencia disponible del transponder (limitado por la potencia). Las comunicaciones hacia los gateway remotos, comparten el canal, para lo cual usan diferentes slots en la portadora TDM. Las principales características del enlace de outbound son:

- ✓ Modulación QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) o 8PSK (opcional)
- ✓ Multiplexación por división de tiempo (TDM)
- ✓ La velocidad de bit es configurable desde 1 Mbps hasta, por encima de los 72 Mbps.
- ✓ Las tramas están de acuerdo a la especificación DVB-S, que incluyen:
 - ✚ Los campos de la trama
 - ✚ Las tablas de información de servicio (SI), además un plan de transmisión a ráfagas (BTP) que es difundido hacia to



los terminales. Un gateway remoto utiliza el BTP para configurar los parámetros de su canal de retorno.

- ✚ Campos de señalización DVB-S, que llevan información hacia los gateway remotos, información referente a la configuración de la conexión, al control de flujo, al control de la potencia de transmisión y a la sincronización del tiempo de ráfaga.
- ✚ El campo de datos, puede llevar audio, video o paquetes IP; esta información es encapsulada con MPEG-2, en campos de 188 bytes.
- ✚ El reloj de referencia de la red (NCR).

El estándar DVB-S utiliza modulación QPSK, codificación de canal: convolucional concatenada y Reed-Salomon; que en la actualidad es muy utilizada por los operadores, de televisión a nivel mundial y de servicios de difusión de datos. Nuevos esquemas de codificación de canal, combinados con modulaciones de alto nivel como 8-PSK, prometen alternativas más poderosas para los esquemas de modulación y codificación DVB-S; como resultado obtenemos una ganancia del 30% en la capacidad sobre el ancho de banda del transponder y en el PIRE transmitido; todo depende del tipo de modulación y la velocidad de código.

Modulación por codificación variable (VCM), puede ser aplicada para proveer diferentes niveles de protección de errores para diferentes componentes de servicio (por ejemplo SDTV, HDTV, audio, multimedia): En el caso de aplicaciones interactivas y punto a punto, la funcionalidad VCM puede ser combinada con el uso de canales de retorno, para alcanzar codificación adaptiva y modulación (ACM); esta técnica provee una protección del canal más exacta y un enlace dinámico de adaptación para las condiciones de propagación, designado para cada Terminal individual. Los sistemas ACM prometen una ganancia de la capacidad satelital de alrededor del 100%-200%; adicionalmente la disponibilidad



servicio es mayor comparada con los sistemas de modulación y codificación constante (CCM) tales como el DVB-S.

El sistema DVB-S es directamente compatible con la codificación de señales de televisión MPEG-2. La trama de transmisión del MODEM es síncrona con los paquetes multiplexados de transporte MPEG-2; el video, el audio, los datos de control y los datos del usuario, son todos insertados en paquetes de transporte MPEG-2 de longitud fija; entonces varios procesos son aplicados para asegurar que las señales sean menos sensibles a los errores.

2.1.1.2.2 DVB-S2 (DIGITAL VIDEO BROADCASTING – SATELLITE 2)

En la actualidad, la transmisión digital vía satélite ha evolucionado considerablemente debido a la aparición de nuevos esquemas de modulación y protección de errores. DVB-S2, utiliza estos esquemas con la finalidad de mejorar el estándar anterior DVB-S, llegando incluso hasta el punto de que resulta tan cercano a la codificación más óptima posible (límite de Shannon). DVB-S2 cubre un amplio espectro de aplicaciones, entre las cuales se destacan las siguientes:

a) *Servicios de Broadcast*, actualmente están implementados sobre el estándar DVB-S con un esquema de modulación y codificación constantes, sin embargo, DVB-S2 aporta la flexibilidad añadida del modo VCM (Variable Coding and Modulation) que permite implementar diferentes niveles de protección para cada servicio: por ejemplo televisión de definición estándar muy robusta junto con televisión de alta definición HDTV menos robusta. Este estándar añade interoperabilidad con los decodificadores DVB-S, es decir, permiten que los receptores DVB-S puedan decodificar parte de la señal DVB-S2 mediante el uso de modulaciones jerárquicas.



b) Servicios Interactivos, DVB-S2 se ha diseñado para utilizarse con los estándares de canal de retorno existentes, ya sea a través de satélite (RCS) o a través de RTC, y puede operar en los modos CCM (Constant Coding and Modulation) y ACM (Adaptive Coding and Modulation).

DVB-S se desarrolló para aplicaciones de broadcast en las que la protección de errores es constante con el tiempo, es decir, el enlace se optimiza para el peor caso, es decir peor servicio, peor minuto, peor ubicación. Por el contrario, el modo adaptivo o ACM del estándar DVB-S2, es el más adecuado para aplicaciones interactivas o punto a punto, puesto que cada estación receptora controla la protección del tráfico dirigido hacia ella. En concreto ACM permite la adaptación del esquema FEC (La tasa de código) y la modulación trama a trama, de acuerdo con las condiciones de propagación del canal (lluvia, cielo claro, ubicación fuera del centro del haz, etc.), las condiciones del canal de cada estación receptora, es enviada a través de los canales de retorno de las estaciones remotas, de modo que cada usuario pueda operar con relaciones C/N muy bajas y maximizando la velocidad, lo cual implicaría notables ahorros económicos para el operador.

El estándar DVB-S2, desde el punto de vista técnico, presenta varias características:

- ✓ Una eficacia superior al 30% en la capacidad del canal, con respecto al DVB-S para un mismo PIRE y ancho de banda.
- ✓ Soporta 4 modos de modulación distintos: QPSK y 8PSK para aplicaciones de broadcast a través de transpondedores no lineales llevados cerca de la saturación; y los modos 16 APSK y 32 APSK que requieren transpondedores semilineales, que se enfocan más a aplicaciones profesionales en los cuales prima el throughput frente a la eficiencia en potencia.
- ✓ Permite utilizar tres factores de roll-off diferentes (0.20, 0.25 y el tradicional 0.35 del DVB-S). Para una misma tasa binaria, el fi de coseno alzado, incluye un menor ancho de banda en exces puede transmitirse más bit-rate sobre el mismo ancho de banda usando factores de roll-off menores.



- ✓ FEC (Forward Error Correction), es el sistema que permite la recuperación de un flujo de bits virtualmente libre de errores incluso en presencia de señales débiles o interferidas. DVB-S2 utiliza un potente sistema FEC basado en la concatenación de una codificación externa BCH (Bose-Chaudhuri-Hocquenghem) con una codificación interna LDPC (Low Density Parity Check), en lugar de la concatenación tradicional de Reed-Solomon y Viterbi usados en DVB-S. Con VCM (Modulación por codificación variable) y ACM, la tasa de codificación puede cambiar dinámicamente.
- ✓ DVB-S2 permite trabajar con eficiencias espectrales que varían entre 0.5 bit/s/Hz hasta 4.5 bit/s/Hz, lo cual proporciona una gran flexibilidad de aplicaciones a los operadores de satélite.
- ✓ En términos de C/N, DVB-S2 puede operar desde -2dB (por debajo del umbral de ruido) con modulación QPSK y hasta +16 dB si se usa 32 APSK (18 dB de margen de trabajo).

2.1.1.3 TECNOLOGÍA IP AVANZADA

InterSKY proporciona, una conectividad transparente de la red, para aplicaciones IP, enrutando automáticamente los datos a través del satélite. Además InterSKY ofrece calidad de servicio que se fundamenta en las aplicaciones y direcciones IP; alta prioridad tienen las aplicaciones en tiempo real y aplicaciones críticas de negocios.

Permite la creación de VLAN's, para la separación del tráfico; en tanto que el acelerador IP y la compresión, mejora la velocidad de las aplicaciones reduciendo el ancho de banda requerido, mejorando además lo que experimenta el usuario al utilizar aplicaciones interactivas en tiempo real.

2.1.1.4 ESQUEMAS DE ACCESO

En el pasado las redes VSAT fueron usadas principalmente en aplicaciones de telefonía y en aplicaciones transaccionales, por lo tanto utilizaban técnicas muy simples de asignación del recurso satelital, tales como: Acceso múltiple con asignación bajo demanda (DAMA), ALO



(acceso aleatorio), y acceso múltiple con asignación permanente (PAMA); hoy en día, los sistemas bidireccionales de acceso IP, soportan una variedad de protocolos y aplicaciones, que necesitan complejas tecnologías de acceso. Además los proveedores de servicio en la actualidad ofrecen una variedad de servicios, desde telefonía rural y transacciones hasta aplicaciones IP de banda ancha; con una combinación de aplicaciones en tiempo real como voz sobre IP y aplicaciones que no son en tiempo real que requieren un alto ancho de banda como el e-mail, también algoritmos para administración del recurso que trabajan sobre dos problemas conflictivos como lo es la Calidad de Servicio (QoS) y el consumo de ancho de banda. Como resultado, el ancho de banda bajo demanda (BOD) y los algoritmos de QoS; se los ha desarrollado con la finalidad de administrar la asignación de recursos en presencia de diferentes tipos de aplicaciones, reduciendo de esta manera el costo de operación, permitiendo más usuarios por Hz.

El tráfico es caracterizado por: la velocidad de tráfico promedio, la variación del tráfico, y la capacidad de ráfaga. Estos parámetros determinan el esquema de acceso que se debería seleccionar, para mejorar la eficiencia espectral. Como por ejemplo, consideremos los siguientes tipos de tráfico: Transaccional, Voz y tráfico IP. La *transmisión de Transacciones* está caracterizada por pequeños paquetes esporádicos que requieren un bajo retardo. La *Voz* está caracterizada por una velocidad de bit constante por circuito. *Tráfico IP* es típicamente generado por diferentes aplicaciones y por múltiples usuarios, además presenta una velocidad de bit variable, debido a que está compuesto de una combinación de tráficos de velocidad constante, variable y a ráfagas.

En la actualidad existen varios esquemas de acceso, que son utilizados de acuerdo a la aplicación que se desea transmitir, a continuación mencionaremos algunos de ellos y enfatizaremos las ventajas que tiene BOD frente a estos esquemas.



El acceso aleatorio (RA), está basado en la contención del canal, la capacidad de dicho canal es muy baja para evitar colisiones, sin embargo los recursos espectrales son usados, solo cuando hay paquetes para enviar, por lo que este esquema de acceso es recomendable para transacciones. PAMA es un canal asignado permanentemente con un ancho de banda fijo, el cual es recomendable en aplicaciones con velocidad de bit constante. DAMA asigna un ancho de banda fijo, bajo demanda que es recomendable para tráfico de voz. BOD a más de asignar los recursos bajo demanda, adapta la velocidad del canal y el ancho de banda a la velocidad de tráfico requerida, por lo tanto BOD es recomendable para todos los tipos de aplicaciones donde el tráfico puede ser medido o predicho para que los recursos puedan ser solicitados.

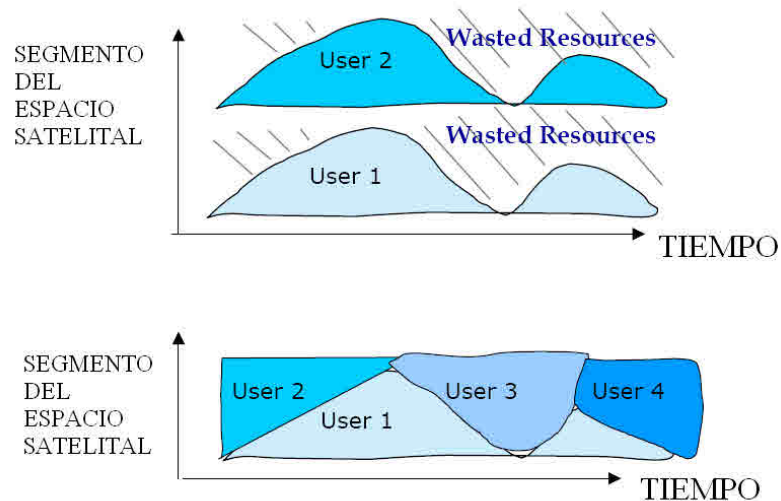


Fig. 2.5 BOD vs. DAMA/PAMA con respecto a la utilización del segmento espacial^[8]

En la figura 2.5 es claro observar que la asignación fija de recursos para aplicaciones que utilizan velocidades variables de tráfico, malgastan los recursos del segmento espacial, es por esto, que BOD asigna los recursos, según las necesidades del tráfico actual, por lo tanto se consigue una alta eficiencia del espectro; pruebas realizadas t



demostrado que este esquema de acceso produce un ahorro del 30-80% del ancho de banda satelital.

La figura 2.6 describe la eficiencia de los esquemas de acceso (RA, PAMA, DAMA, BOD) para diferentes tipos de tráfico, para comparar la eficiencia de tales esquemas de acceso, hemos asumido los siguientes parámetros: 100 terminales remotos (VSAT), el tráfico transaccional es producido por una sola fuente de información la cual transmite a la hora pico tres transacciones por minuto y el tamaño de cada transacción es de 100 bytes, cada Terminal soporta una sesión de voz que requiere 8 Kbps y la probabilidad de conexión es del 50%, el tráfico IP está caracterizado por una variable aleatoria X con distribución normal ($N(\bar{x}, \sigma)$ donde $\bar{x}=32\text{kbps}$, $\sigma=16\text{kbps}$).

En la figura 2.6 se puede observar que BOD tiene similar eficiencia que DAMA para aplicaciones de voz pero es mucho más eficiente para tráfico IP con velocidad variable, sin embargo para transacciones con paquetes pequeños esporádicos es recomendable utilizar acceso aleatorio (RA) y cuando aparece tráfico IP con o sin transacciones utilizamos BOD; por esta razón usamos tanto acceso aleatorio (RA) como BOD. Este esquema de acceso adoptivo brinda una utilización óptima del ancho de banda del segmento espacial ya que combina dos esquemas de acceso con la finalidad de alcanzar una máxima eficiencia.

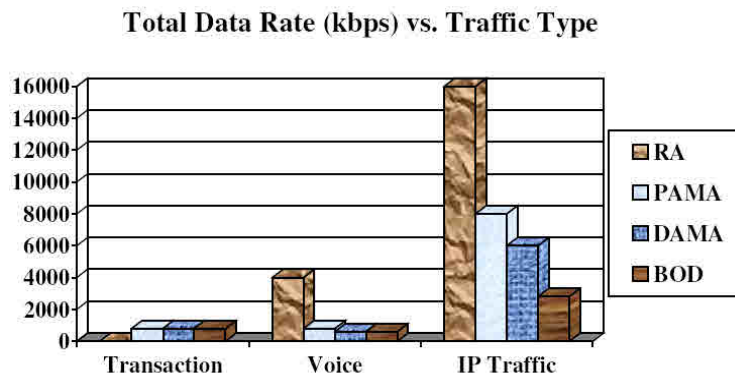


Fig. 2.6 Eficiencia de los Esquemas de Acceso para diferentes tipos de tráfico^[8]



2.1.1.5 PROCESAMIENTO DEL ANCHO DE BANDA

La implementación del procesamiento de ancho de banda puede reducir notablemente los costos. Sistemas MF-TDMA tradicionales utilizan en el hub, únicamente receptores de portadoras TDMA, para recibir los canales de retorno de los gateway remotos; tales portadoras TDMA presentan un conflicto, entre el deseo de mantener un bajo costo en la estación remota (velocidad instantánea de datos mínima) y el deseo de incluir numerosos gateway remotos por portadora TDMA; a este conflicto se le conoce como el dilema del operador TDMA.

Una solución a este problema es el demodulador multicanal (MCD), que es capaz, a través de tecnología avanzada de software configurable, de procesar una cantidad fija de ancho de banda a pesar del número de portadoras que están ocupando dicho ancho de banda. El MCD demodula todas las portadoras simultáneamente, eliminando el conflicto antes mencionado y además el costo del gateway remoto es reducido al mínimo ya que estamos asignando la mínima tasa de datos instantánea. El MCD está integrado en el sistema de administración de recursos y es capaz de establecer un sistema DVB-RCS mejorado de muy bajo costo, pero por otra parte, esto permitiría al sistema de administración de recursos activar modos mejorados para ciertos tipos de tráfico que no cumplen con los estándares, pero se alcanzaría una mejor utilización del espectro.

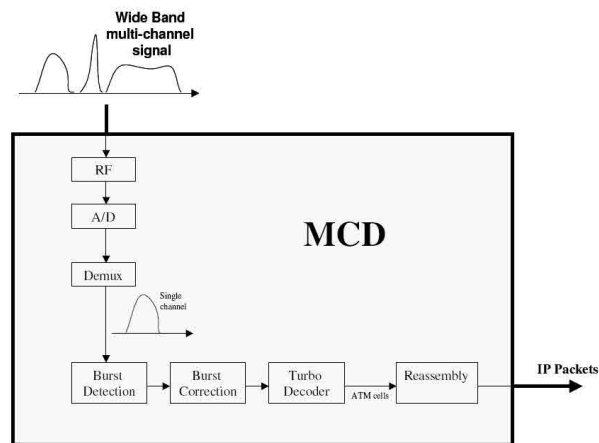


Fig. 2.7 Arquitectura y Funcionalidad del MCD [8]



Del sistema vía satélite de Internet de banda ancha consideremos el subsistema de enlace de retorno (RLSS), si el MCD se lo fuera a usar como un banco programable de receptores, desearíamos utilizar un sistema de acceso que permita no solo MF-TDMA sino también flexibilidad para modificar la velocidad de portadora y el ancho de banda, para de esta manera aprovechar la capacidad del MCD para demodular varias señales de banda estrecha o pocas señales de banda ancha, sobre un cierto ancho de banda. Con MF-TDMA la velocidad de las portadoras es fija y un gateway remoto al cual se le asigna una cierta portadora, debe operar con la velocidad de transmisión instantánea de esa portadora, aunque su tráfico actual es de mucha más baja velocidad. Esto causa un incremento significativo en el costo del gateway remoto.

Con el MCD, un mejor esquema de acceso puede ser definido, como lo es BM-FDMA (Burst Mode Frequency Division Multiple Access), el cual es un esquema de acceso, donde cada canal es dedicado para un solo gateway remoto por un cierto periodo de tiempo. El gateway remoto usa el canal con transmisiones a ráfaga permitiendo una rápida conmutación de frecuencias y de ancho de banda, de acuerdo al tráfico y a la carga del sistema. Por consiguiente, BM-FDMA combinado con BOD, funciona como el MF-TDMA dinámico, ya que cada gateway remoto ocupa una frecuencia por un cierto tiempo y conmuta hacia otra frecuencia cuando sus requerimientos de ancho de banda cambian o la carga del sistema requiere tal cambio. Sin embargo esto tiene la ventaja, de que el gateway remoto puede transmitir a la velocidad instantánea, la cual es similar a su velocidad de tráfico actual, este hecho disminuye notablemente el costo del gateway remoto.

Es decir, el MCD combinado con BM-FDMA y BOD es la solución óptima para mantener al mínimo el costo del gateway remoto, del hub, y del segmento espacial. La operación BM-FDMA permite la asignación de pocos canales para acceso aleatorio (RA), si se desea soportar tráfico transaccional, además estos canales también se los puede usar co



canales de acceso. Como cumplir con el estándar DVB-RCS es lo más recomendable para la interoperabilidad, entonces el MCD y BOD pueden soportar simultáneamente tanto el estándar DVB-RCS y el modo BM-FDMA dinámico, proporcionando de esta manera una operación DVB-RCS mejorada.

La tecnología MCD con procesamiento de ancho de banda, es escalable puesto que tiene una relación, uno a uno para los requerimientos de ancho de banda de la red. EL MCD puede ser añadido a la red de acuerdo al crecimiento de los requerimientos de ancho de banda; es decir el MCD es un elemento de bajo costo que permite al operador expandir la red, mientras los gastos de capital son mínimos (CAPEX).

2.1.1.6 ADMINISTRACIÓN DEL RECURSO SATELITAL EN REGIONES LLUVIOSAS

La potencia satelital es otro factor importante para minimizar los costos de operación. En Asia y en otras regiones lluviosas, a menudo es afectada la disponibilidad del servicio satelital y por esta razón los operadores están obligados a adquirir más potencia satelital para mantener el nivel de servicio o adquirir costosas unidades exteriores (ODU) que puedan aguantar las inclemencias del clima.

Adicionalmente la tendencia del mercado en el mundo hoy en día, ha cambiado de transmisiones en banda C a transmisiones en banda Ku. Una desventaja de la banda Ku, es su sensibilidad a debilitarse con la lluvia, lo cual es un problema especialmente en regiones lluviosas tales como Asia.

Un MCD combinado con BOD, con ARC (control de velocidad automático) y con APC (control de potencia automático) permite un ACM (Modulación y Codificación Adaptiva) que opera con un rango dinámico grande, p combatir la atenuación por lluvia y mantener la conectividad del enla



Esto proporciona una alta disponibilidad similar a la banda-C mientras se mantienen los beneficios de bajo costo de los gateway remotos de banda Ku.

2.1.2 FUNCIONALIDAD

El equipamiento del sistema InterSKY está basado en estándares internacionales que aseguran la interoperabilidad y la reducción de costos. El estándar DVB-S o el DVB-S2, es utilizado en el enlace directo o enlace de Outbound, en tanto que, los canales de retorno o enlace de Inbound, utilizan el estándar DVB-RCS; este estándar es basado en el Acceso múltiple por división de tiempo con múltiples-frecuencias (MF-TDMA), el cual no es eficiente para todas las aplicaciones y tipos de tráfico por lo que, el sistema InterSKY presenta una solución mejorada del DVB-RCS, a través de la administración eficiente del recurso satelital, el procesamiento de ancho de banda (BWP) y la utilización de técnicas de acceso sofisticadas.

Los proveedores de servicio procuran trabajar con estos estándares, para facilitar la actualización de sus soluciones satelitales, hacia nuevos estándares como el DVB-S2 y el DVB-RCS, realizando mínimos cambios en la red.

2.1.2.1 INTERNET POR SATÉLITE SOBRE DVB-RCS

Las aplicaciones multicast como videoconferencias, educación a distancia, la banca, el comercio electrónico y el diagnóstico médico a distancia (telemedicina) en la actualidad se están desarrollando sobre las infraestructuras de redes por satélite sustentadas en las tecnologías de la TV digital por satélite. Las soluciones VSAT anteriores, utilizaban un canal de voz como canal de retorno, lo cual presentaba dos limitaciones para los proveedores del servicio: la presencia de dos operadores diferentes y la congestión eventual en la red telefónica. Los operadores



satélite, impulsaron la creación de una infraestructura normativa y tecnológica para un canal de retorno vía satélite. Este dio origen a la norma DVB-RCS (Digital Video Broadcasting Return Channel by Satellite), que se la aprobó como norma europea en el 2002. Las redes DVB-RCS presentan ventajas económicas que les permite ser un complemento para la infraestructura terrestre.

2.1.2.1.1 IP SOBRE MPEG-2 (MOTION PICTURE EXPERT GROUP)

Un flujo de datagramas IP puede insertarse en el flujo de transporte del MPEG-2 siguiendo dos alternativas:

- ✓ Dentro de los paquetes dedicados a los flujos comprimidos de audio y video (Data Streaming).
- ✓ Dentro de las tablas de información del sistema (Multi Protocol Encapsulation, MPE).

Aunque se puede segmentar directamente los datagramas IP dentro de las celdas de 188 bytes del flujo de transporte, habría que dotar de un procesador específico al receptor de satélite que pudiera extraer los datagramas directamente de las celdas de transporte y ensamblar el payload específico solicitado por el usuario. Es precisamente una de las ventajas de esta tecnología el no modificar el equipamiento de recepción.



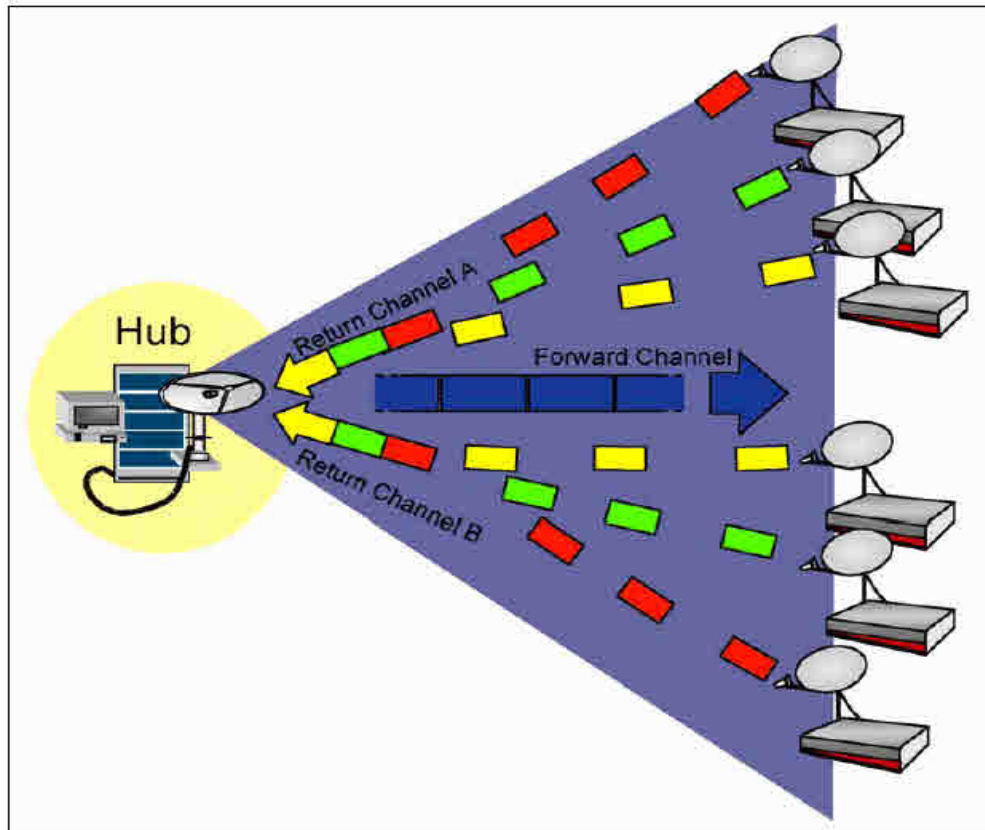


Fig. 2.8 Comunicación bidireccional a través del canal directo y canal de retorno^[9]

2.1.2.1.2 REDES DVB-RCS

La figura 2.8 muestra la arquitectura de una red multimedia por satélite DVB-RCS. Se distinguen el Canal Directo (Outbound) y el Canal de Retorno (Inbound). El canal directo se establece desde el Hub hasta el Terminal interactivo de usuario denominado gateway remoto; utiliza el estándar de transmisión DVB-S (Digital Video Broadcasting by satellite), con un flujo de banda base TDM y una sola portadora saturando al transponder.

Los datagramas IP son insertados dentro del flujo de transporte MPEG-2 utilizando MPE. El gateway remoto es un receptor convencio



DVB-S/MPEG-2 utilizado comúnmente en los sistemas digitales DTH (Direct to Home). La norma del Canal de Retorno interactivo sigue las siguientes características:

Nivel físico: Aleatorización de los datos de entrada, codificación de canal (uso de la codificación de la norma DVB-S ó Turbo Códigos con razones de código variables 1/3, 2/5, 3/4, 5/6, y 7/8), filtrado de Nyquist (factor de caída de 0,35) y modulación QPSK (Quaternary Phase Shift Keyed).

Nivel de acceso al medio: Los gateway remotos emplean MF-TDMA (Multi-Frequency Time Division Multiple Access) para efectuar sus transmisiones a través del canal de retorno.

Transporte de los datos: Los datagramas IP son segmentados y se envían en celdas ATM (Asynchronous Transfer Mode) y su correspondiente nivel de adaptación AAL (ATM Adaptation Layer). No se usa IP/MPEG-2 ya que la sección de recepción del Hub (canal de retorno) no se ajusta a la norma DVB-S/MPEG-2.

Una vez que está activo el gateway remoto, éste comienza a recibir la información general de la red desde el centro de control (NCC), brindando las funciones de control y monitoreo a partir de un grupo de mensajes de temporización y control. Estos mensajes se envían a través del canal directo conjuntamente con los datos, ajustándose a la norma de transmisión DVB-S. Entre los mensajes de control recibidos por el gateway remoto a través del canal directo está un reloj de 27 MHz conocido como NCR (Network Clock Reference). Esta base de tiempo es utilizada por los gateway remotos para ajustar su frecuencia de transmisión y para asegurar un sincronismo de trama en correspondencia con el protocolo de acceso MF-TDMA.

Todas las transmisiones que realiza un gateway remoto son controladas por el NCC. Antes de que un gateway remoto pueda enviar sus datos éste tiene que identificarse con la red comunicándole al NCC



configuración. El mensaje de identificación (logon) es enviado utilizando una frecuencia también especificada en los mensajes de control y es compartida por todos los gateway remotos utilizando un protocolo de acceso aleatorio del tipo S-ALOHA (ALOHA Ranurado). Después de recibir un logon válido, el NCC envía a los terminales de usuario el TBTP (Terminal Burst Time Plan). Esta información permite que cada gateway remoto transmita utilizando una portadora de frecuencia y potencia de transmisión específica en cada ranura de tiempo (time slot) del MF-TDMA (Figura 2.9).

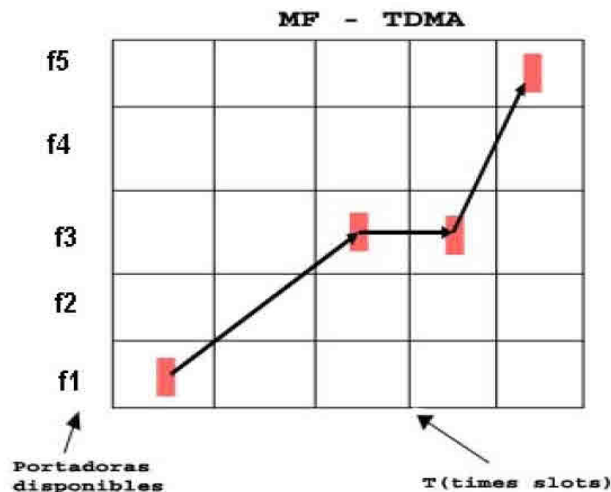


Fig. 2.9 Acceso MF-TDMA [1]

Antes de que cada gateway remoto pueda utilizar los recursos de comunicación asignados, tiene que lograr la sincronización previa, un proceso que se completa con la asistencia de un grupo especial de mensajes de sincronización enviados por el NCC a través del canal directo.

Normalmente cada gateway remoto que completa su transmisión se desconecta de la red. Adicionalmente, si resulta necesario, el NCC puede desconectar al gateway remoto de la red.



En las Figuras 2.10 y 2.11 se ilustran los protocolos descritos para el canal directo y para el canal de retorno.

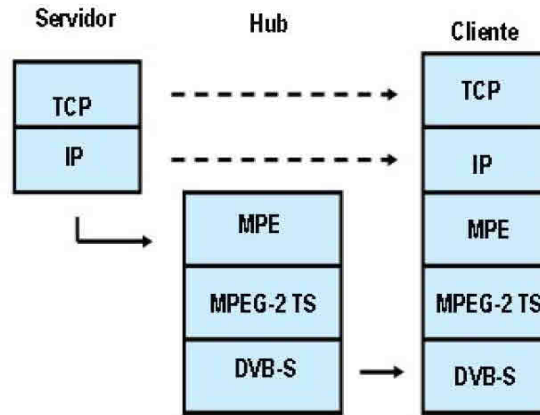


Fig. 2.10 Protocolos del Canal Directo^[1]

Es importante observar que la modulación utilizada es QPSK, debido a que el canal satelital está limitado en potencia y este tipo de modulación no penaliza fuertemente los requisitos de potencia.

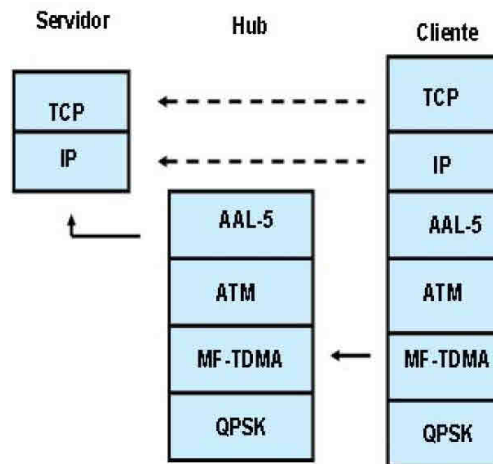


Fig. 2.11 Protocolos del Canal de Retorno^[1]



2.1.2.2 HUB CENTRAL

Ya se ha hablado anteriormente del Hub central en este capítulo. En este momento lo que se tratará de hacer es explicar la estructura de este equipo.

La siguiente figura muestra un diagrama lógico del Sistema InterSky. Lo que se tratara de hacer es explicar cada una de las partes que constituyen la estructura del HUB, de modo que se entienda de mejor manera cada uno de los parámetros que en el futuro se configuran en las estaciones remotas.

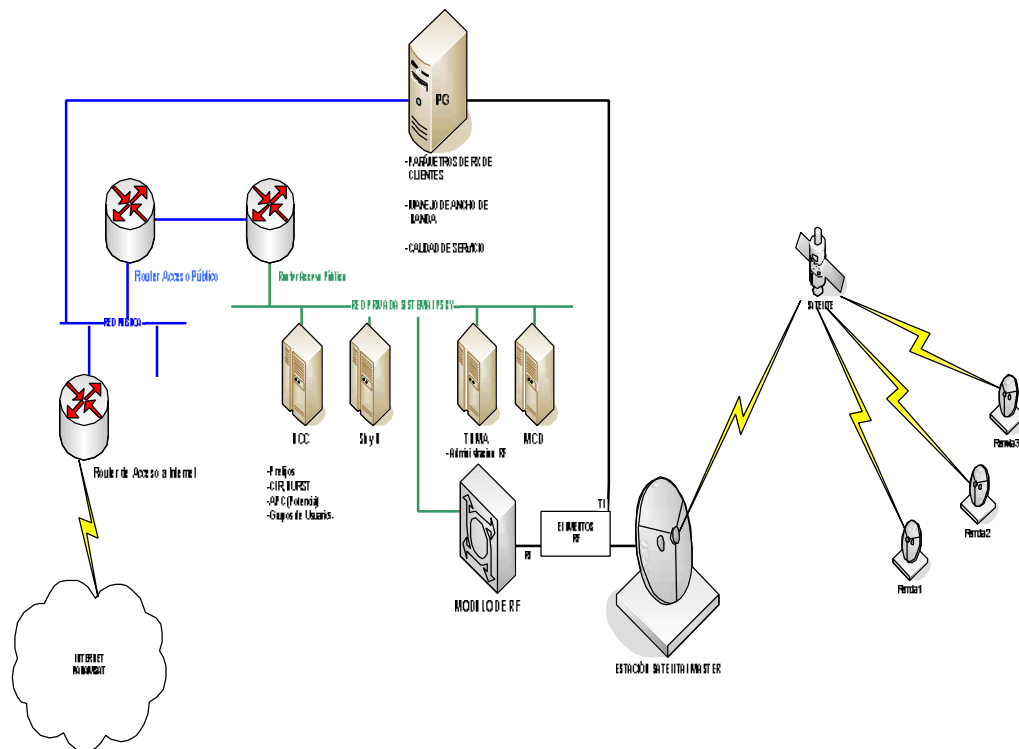


Fig. 2.12 Estructura del Hub Central



2.1.2.2.1 IPG

A este servidor se lo denomina **Internet Public Group**. Se configura los datos de LAN, WAN, PID, Mac Adress y se crea el perfil del enlace en Rx (velocidad y potencia de cada estación remota, entre otros).

- ✓ **LAN:** Se configurará la dirección IP que el proveedor de servicios a asignado para la red del cliente. Siempre será una dirección IP pública la que se configure para la navegación del cliente hacia la nube del Internet.
- ✓ **WAN:** Aquí se configurará una dirección IP privada, que estará en el mismo segmento de red que el gateway remoto. Esta dirección nos servirá para la conexión entre el HUB y el Gateway Remoto.
- ✓ **PID:** Se considera como un mecanismo de seguridad para evitar posibles piratas que accedan al sistema. Con este parámetro el Administrador del Hub podrá determinar a un grupo de estaciones remotas, que pertenezcan por ejemplo a los enlaces vendidos por un ISP. Otro número de PID podrá pertenecer a otro ISP y su grupo de estaciones.
- ✓ **Mac Adress:** Identificador único de cada equipo en base al cual el Administrador del HUB permite el acceso a su sistema. Es decir sólo las MAC declaradas en el IPG podrán recibir la información. Es indispensable puesto que si se conecta otro equipo en la estación remota el enlace no funcionaria. En caso de ser necesario el reemplazo por avería del Gateway Remoto, haría falta la comunicación con el Administrador del Hub central para la configuración de la nueva dirección de tarjeta de red.

2.1.2.2.2 NCC

A este servidor se lo denomina **Network Control Center**. Es similar al IPG, Se configura los datos de WAN e ID de la estación, además el perfil del enlace, pero en Transmisión Tx

El ID de la estación es un parámetro que se configura en NCC del siste en base al cual el HUB envía la información hacia la estación que teng



determinado ID. Al momento de conectarse al Gateway Remoto, el ID aparece en la parte superior izquierda. Al igual que la Mac Adress, es único por cada estación.

El NCC tiene una lista de canales libres para todas las estaciones remotas, un canal se compone de Frecuencia, Data Rate y FEC (1/2 y 3/4).

Para obtener la conexión, el software del Gateway Remoto elige un canal aleatoriamente y envía el requerimiento de conexión al NCC, El requerimiento de conexión es procesada por el NCC autenticando el ID entre otros datos, aprueba y permite que el IRG comience el envío.

Field	Value
*Id	16624
Name	EC Haliburton Petrob
Address	
Phone No.	
e-mail	64.256
*Group	5-Pool-2
*Version	Ver. 3.20 build 4
*Remote Gateway Type	V.0.30
IP Address	10.0.0.93
Priority	High
*Min Eb/No	5.5 dB
*Max Eb/No	6.5 dB
*Min AGC	-25 dB
*Max AGC	0 dB
*Min Frequency Offset	0.3 KHz
*Max Frequency Offset	6 KHz
Default Gateway IP	10.0.0.1
*Min Tx Power Level	-39 dB
*Max Tx Power Level	-25 dB
Max Data Rate	384 Kbps
*Curr. Max Data Rate	288 Kbps
*CIR	72 Kbps
*FEC	3/4
*Max Link Budget	384 Kbps

Fig. 2.13 Parámetros del Gateway Remoto

2.1.2.2.3 MCD

A este servidor se le denomina **Multi Channel Demodulator**, introduce el concepto de procesamiento de Ancho de Banda, lo cual reduce los costos manteniendo la calidad de servicio. Tradicionalmente el sistema MF-TDMA utiliza una sola portadora TDMA por estación remota, la cual recibe el Hub central por medio de time-slots definidos para cada estación.



El MCD permite una compartición flexible del Ancho Banda, asignando una frecuencia del espectro satelital disponible. Esto se realiza para cada una de las múltiples, simultáneas (y de diferente tamaño) portadoras levantadas según la demanda de cada estación.

Se escanea en frecuencia todo el espectro disponible del proveedor y se asigna las frecuencias que se encuentren libres a cada una de las estaciones que lo requieran según el ancho de banda que necesiten.

2.1.2.2.4 MODULO DE RF

Este equipo lo que hace simplemente es convertir lo que se recibe por el espectro en datos y viceversa.

2.1.2.2.5 SKYX

En este servidor se configurara todas las estaciones que tengan habilitado el acelerador TCP y cada uno de los parámetros que tienen que ver con este servicio. Mas adelante en este capitulo se hablara sobre el servicio del acelerador.

A diferencia de los otros servidores este es el único opcional de todos, Al ser un servicio adicional, existen proveedores del Sistema que no poseen de este elemento en su Hub Central, sin embargo de lo cual el sistema funciona sin problemas.

2.1.3 CALIDAD DE SERVICIO QoS

La Calidad de Servicio (QoS), es un parámetro que generalmente se utiliza en situaciones en las cuales, se tiene una transición, que ocurre entre un Interfaz LAN hacia un interfaz WAN. Generalmente una red LAN se caracteriza por ser una red de ALTA velocidad, mientras que la



WAN es una red de baja velocidad. Por esta razón, es imposible que todo el tráfico que produce la red LAN sea transmitido por la red WAN.

Los principales objetivos del parámetro QoS en el Gateway Remoto son:

- ✓ Compartir los recursos del Ancho de Banda disponible (en el enlace WAN) entre las diferentes clases de aplicaciones.
- ✓ Proporcionar, una asignación del Ancho de Banda en forma efectiva, de manera que su cumplan con los SLA requeridos.
- ✓ Proporcionar una estimación del Ancho de Banda, que sería utilizado por el parámetro BOD para generar los requerimientos de capacidad.

A continuación varias definiciones que nos ayudara a entender mejor el agente de Calidad de Servicio usado en el Gateway Remoto.

- ✚ **Nivel de Servicio:** Se define un nivel de servicio, garantizado por el QoS, para una aplicación o para un grupo de aplicaciones. Un servicio se describe en términos de CIR, PIR, Máximo Retraso, Velocidad Mínima y Prioridad.
- ✚ **Clases de Aplicaciones** Se refiere al conjunto de propiedades, que identifican como única a una aplicación basada en IP. Por ejemplo VOIP, FTP, HTTP.
- ✚ **Mejor Esfuerzo:** No tiene asignado un parámetro de QoS. Tanto el retraso como el Ancho de Banda asignado, no son garantizados para el tráfico que pasa a través de un Nivel de Servicio de “Mejor Esfuerzo”.
- ✚ **CIR (Committed Information Rate):** Especifica la cantidad de Ancho de Banda (medido en bits por segundo) que se garantiza en el enlace WAN.
- ✓ **Retraso Máximo:** El tiempo máximo (medido en milisegundos) que un paquete puede permanecer almacenado antes de ser rechazado.
- ✓ **Velocidad Mínima:** Mínima cantidad de Ancho de Banda asignado, cuando esta cursando trafico de una aplicac específica.



- ✓ **PIR (Peak Information Rate):** El máximo ancho de Banda (medido en bits por segundo) que se puede conceder a una aplicación en el enlace WAN.
- ✓ **Prioridad:** Asigna una prioridad a un Nivel de Servicio específico.
- ✓ **QoS Policy Rule:** Reglas que un usuario puede establecer para una aplicación o para un grupo de aplicaciones, asociados con la configuración de un Nivel de Servicio.
- ✓ **QoS Policy Tree:** El termino que utiliza el sistema para describir a la base de datos donde se almacena los diferentes SLA.
- ✓ **SLA (Service Level Agreement):** Conjunto de Reglas de QoS.
- ✓ **Subred (Subnet):** Grupo de direcciones IP.

2.1.3.1 FUNCIONAMIENTO DEL QOS EN EL GATEWAY REMOTO

El QoS en el Gateway Remoto del Sistema InterSKY, esta basado en una arquitectura de Servicio Diferenciado (DiffServ), que proporciona una diferenciación de servicio escalable sobre el Internet. Para lograr esta escalabilidad, el agente de QoS implementa un conjunto de clasificaciones y reglas condicionadas, aplicadas al tráfico que esta siendo enviado sobre el enlace WAN.

El Agente de QoS del Gateway Remoto, intercepta todos los paquetes recibidos del interfaz LAN de la red, estos son procesados, y algunos de estos paquetes son transmitidos por la WAN. Este utiliza su base de datos “QoS Policy Tree” para clasificar los paquetes salientes, y los procesa según la aplicación y el “Nivel de Servicio” con el cual estén asociados.

Se utiliza un mecanismo de control de velocidad para asegurar el Ancho de Banda asignado y garantizado (CIR) por el “Nivel de Servicio”. Si alguna de las aplicaciones configuradas está inactiva, la velocidad disponible es distribuida solo entre las que están activas. Sin embargo, si la aplicación que está activa no se satisface con la distribución del Ancho de Banda disponible, un requerimiento de más Ancho de Banda se ini



y se distribuye de acuerdo a la prioridad configurada en el Nivel de Servicio.

Es común que las aplicaciones se activen en tiempos diferentes, entonces el administrador podría hacer un “overbook” en los niveles de servicio. El término “overbook” significa que el total de Ancho de Banda garantizado para los niveles de servicio excederá el CIR del grupo de direcciones (subred) a la cual ellos pertenecen. Si es que no todos los niveles de servicio consumen su CIR al mismo tiempo, entonces el CIR puede aun ser garantizado para cada uno de ellos. Sin embargo, el administrador deberá decidir cuidadosamente si el “overbook” es necesario, porque si todos los niveles de servicio llegan a activarse, el total de Ancho de Banda asignado por grupo no podrá satisfacer todos los niveles de servicio necesarios. En este caso el Ancho de Banda disponible sería asignado según la prioridad de los niveles de servicio.

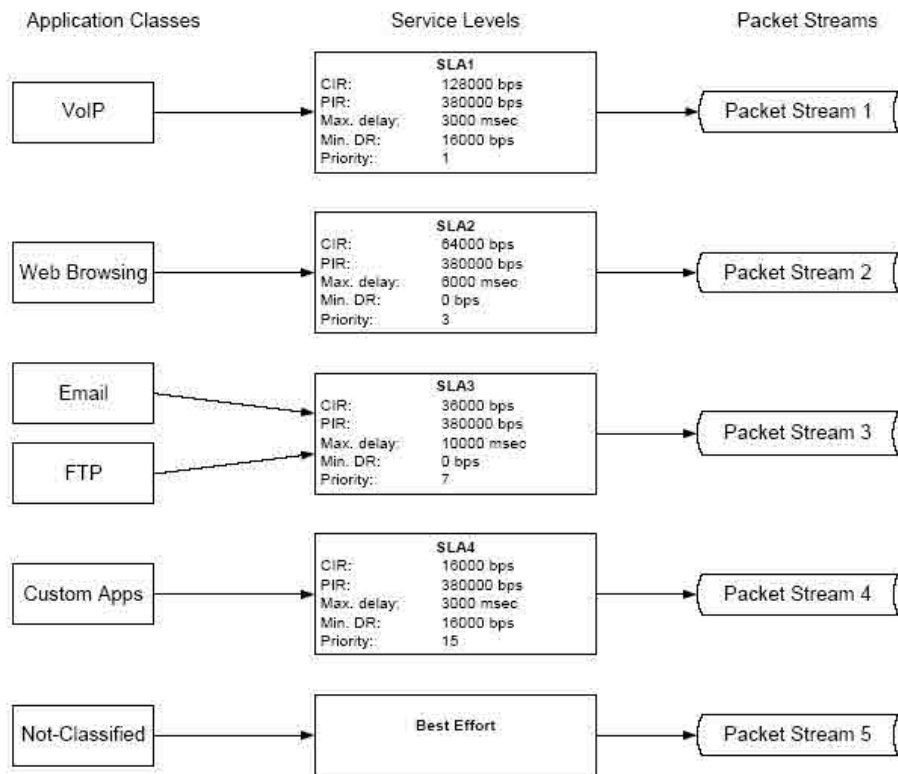


Fig. 2.14 Tipos de Aplicaciones y niveles de servicio [6]



El tráfico de una subred en una Red, se procesa de acuerdo al CIR, PIR y a la Prioridad configurada para esa subred, independientemente de otras subredes. Esto permite que la calidad de Servicio pueda ser entregada a varias subredes simultáneamente.

La siguiente figura describe el funcionamiento del agente QoS del Gateway Remoto para una sola subred, y muestra como interactúan los paquetes para las diferentes aplicaciones y niveles de servicio.

El Administrador del Gateway Remoto, deberá decidir que aplicaciones tendrán más alta prioridad y como repartir los recursos disponibles entre estas aplicaciones. En base a esto, configurara Subredes, Niveles de Servicio y Aplicaciones en el QoS Policy Tree.

La interacción entre los diferentes Niveles de Servicio, Aplicaciones y Paquetes se llevara a cabo en base a las siguientes pasos:

- ✓ Se utilizarán los protocolos y el número de puerto de cada aplicación, para clasificar los paquetes que se reciben desde una Subred.
- ✓ Los paquetes clasificados serán almacenados en su correspondiente Nivel de Servicio. El CIR, PIR, Retraso, y Prioridad, serán utilizados para asegurar el Nivel de Servicio garantizado para estos paquetes.
- ✓ Los paquetes que están almacenados en su correspondiente Nivel de Servicio serán entonces transmitidos por el enlace WAN según sea su prioridad. Siendo 1 la prioridad mas alta y 15 la prioridad mas baja.

El agente QoS en el Gateway Remoto incorpora las siguientes capacidades:

- ✓ Procesar dos subredes al mismo tiempo.
- ✓ Soporta cinco Niveles de Servicio por Subred (incluido el de “Mejor Esfuerzo”).
- ✓ Soporta ocho aplicaciones diferentes.



- Una o más aplicaciones pueden estar configuradas en cada Nivel de Servicio.
- Todas las aplicaciones en un Nivel de Servicio, compartirán el mismo Ancho de Banda que se asignó a ese Nivel de Servicio.

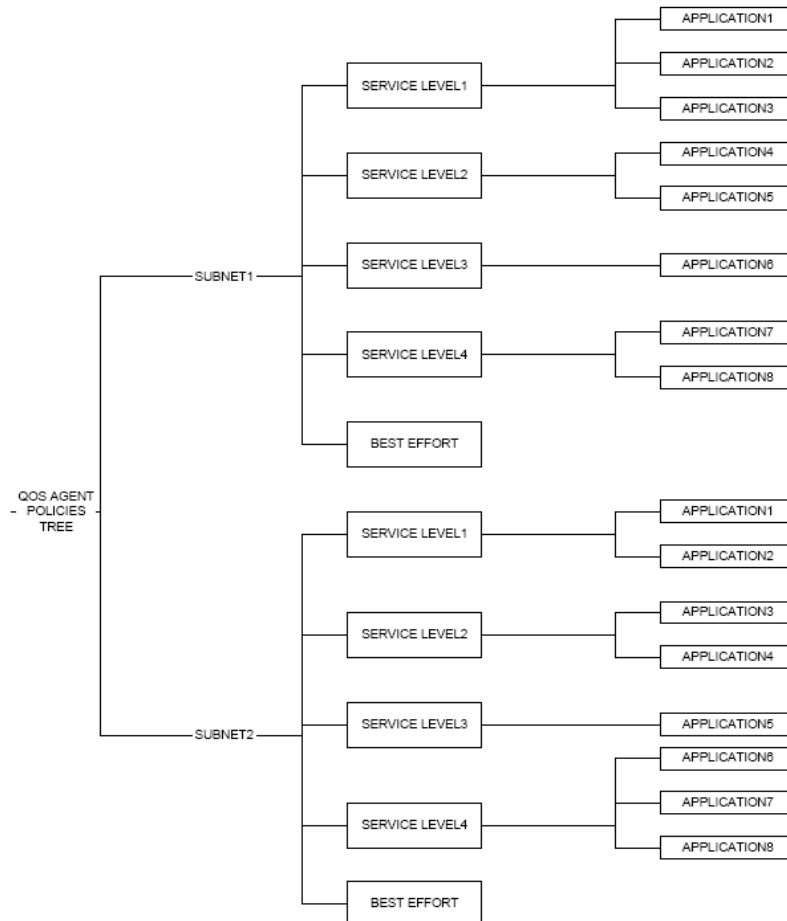


Fig. 2.15 Configuración completa del QoS^[6]

Además de los cinco Niveles de Servicio, el agente QoS tiene un Nivel de Servicio utilizado para Control. Este Nivel de Servicio de Control se utiliza para mensajes de señalización con el servidor NCC que se encuentra en el Hub central.

Hay que aclarar que para utilizar el Agente QoS es necesario comprar una licencia, la cual nos dará una clave para activar o desactivar el Q



En cuanto se desactiva el QoS el gateway remoto se configura automáticamente en el Nivel de Servicio de Mejor Esfuerzo.

La figura 2.15 muestra lo anteriormente explicado.

2.1.4 PROTOCOLO ACELERADOR

Para comunicaciones entre dispositivos de una Lan, el **round trip time RTT** (tiempo de ida y vuelta) es solo de unos pocos milisegundos. En un enlace Satelital, al **RTT** se le adiciona aproximadamente un retardo de entre 500 y 600 milisegundos.

TCP es un protocolo que es sensible al retardo. El retardo en un enlace satelital decrementa la velocidad en la transferencia de datos TCP. Por eso se diseña un protocolo acelerador que sea capaz de superar las limitaciones del protocolo TCP, cambiando los paquetes a XTP, que es un protocolo robusto con respecto al retardo.

El sistema InterSKY tiene disponible en forma opcional un protocolo acelerador. El firmware de la estación remota contiene el software para el protocolo de aceleración, que trabaja en conjunto, con el hardware del acelerador que se encuentra en el Hub central.



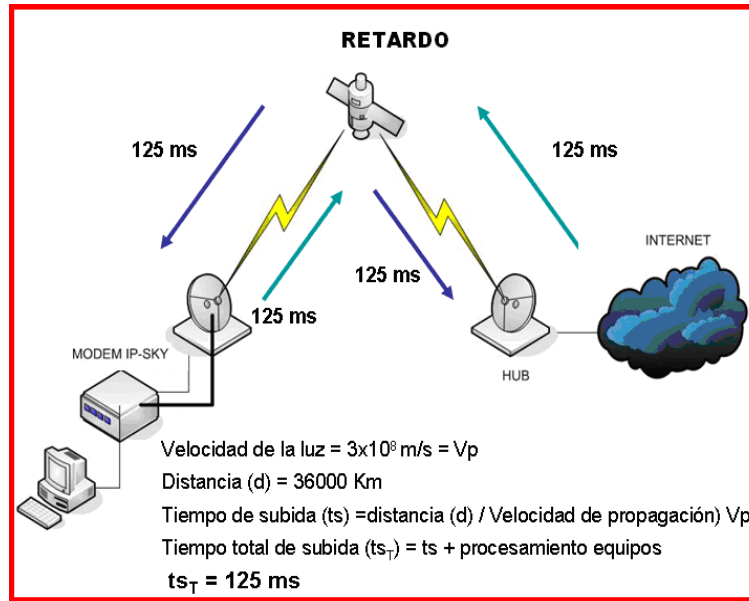


Fig. 2.16 Retardo en el enlace satelital

El protocolo acelerador denominado SkyX esta basado en cambiar los paquetes TCP por paquetes XTP. El servidor SkyX que se encuentra en el Hub reemplaza las conexiones TCP con el protocolo XTP. El servidor SkyX se encuentra en el Hub Central, mientras que las estaciones remotas el acelerador esta instalado en el firmware del MODEM.

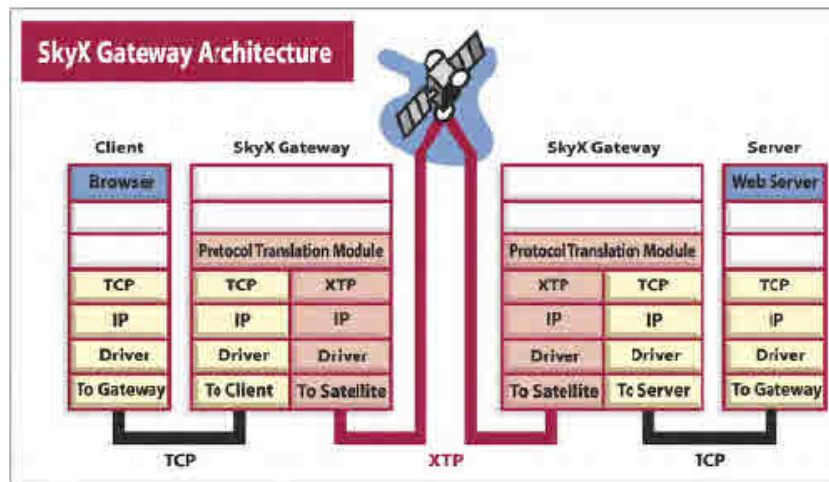


Fig. 2.17 Arquitectura SkyX^[6]



2.1.4.1 CONFIGURACIÓN SKYX

A continuación se muestra las configuraciones necesarias que se realizaran en el modem que se encuentra en las estaciones remotas, Para el correcto funcionamiento del acelerador.

En el menú principal del MODEM seleccionamos: **Configuration > SkyX Accelerator Configuration**.

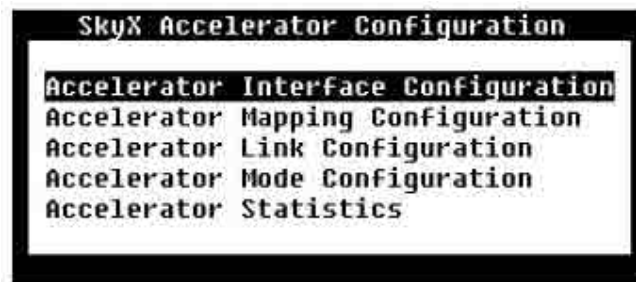


Fig. 2.18 Configuración del Acelerador SkyX^[6]

2.1.4.2 ACCELERATOR INTERFACE CONFIGURATION

Aquí se configura la dirección del correspondiente servidor SkyX que se encontrara en el Hub Central. Por ejemplo:

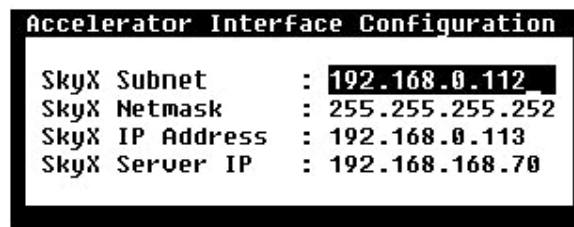
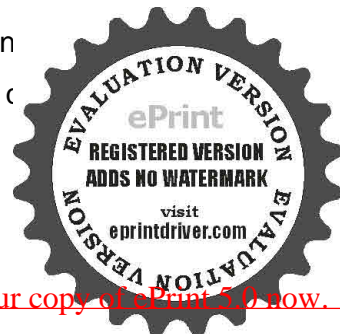


Fig. 2.19 Configuración de la interfase del Acelerador^[6]

2.1.4.3 ACCELERATOR MAPPING CONFIGURATION

Aquí se configuraran las direcciones con sus subredes correspondien que van utilizar el protocolo acelerador. También constaran aquellas c



no queremos que utilicen el protocolo acelerador. Estas direcciones deberán ser configuradas tanto en el gateway remoto como en el servidor SkyX del Hub central.

2.1.4.4 ACCELERATOR LINK CONFIGURATION

Se configurara la velocidad máxima que aceptara el modem tanto en el enlace de subida como en el enlace de bajada.

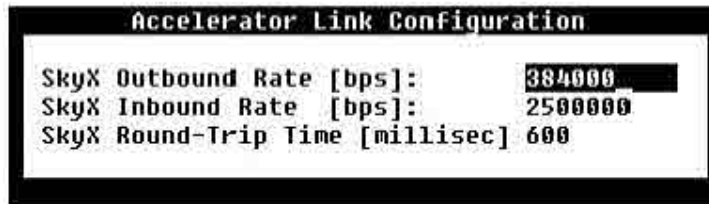


Fig. 2.20 Configuración del Enlace Acelerador^[6]

2.1.4.5 ACCELERATOR MODE CONFIGURATION

Nos permitirá activar o desactivar el acelerador en el MODEM.



CAPÍTULO III: APLICACIONES

IPSky banda ancha proporciona una solución total para pequeñas y medianas empresas, que se encuentran ubicadas en zonas de escasa infraestructura terrestre o sectores de difícil acceso.



Fig.3.1 Aplicaciones del Sistema Inter-SKY ^[7]

IPSky es un sistema de comunicaciones bidireccional vía satélite simétrico o asimétrico, para acceso a Internet de banda ancha, que admite todas las aplicaciones IP. El sistema proporciona conectividad IP de banda ancha para Internet, transmisión de voz sobre IP, videoconferencia, aprendizaje interactivo a distancia y otras aplicaciones, extendiendo así la infraestructura terrestre existente a regiones remotas.

IPSky proporciona elevada velocidad de datos, banda ancha bajo demanda y control automático de potencia y frecuencia, lo que asegura que los recursos satelitales a su servicio serán empleados con máxima eficiencia. El producto IPSky técnicamente es un enlace a Internet que no requiere de utilización de última milla, pues su enlace se da directamente desde la estación remota hasta el Hub, donde se hace la conexión Internet.



El sistema **InterSKY** es la solución satelital para todas sus necesidades de red:

- Pequeñas y Medianas Empresas
- ISP's
- Cafés Internet
- Call Centers – Voz sobre IP

Puesto que soporta aplicaciones, tales como:

- Internet de Banda Ancha
- Servicios de VOIP
- Email
- VPN
- Videoconference
- Web hosting
- Chat

3.1 SISTEMA MULTI-STAR

Muchas de las estaciones satelitales desplegadas necesitan simplemente una conexión a Internet, Otras estaciones necesitan además de la conexión a Internet, conexión a otros puntos, a menudo estos sitios se encuentran en continentes diferentes y manejan aplicaciones que no soportan el retraso del doble salto satelital.

Por ejemplo, supongamos que tenemos la oficina principal de una empresa en un lugar donde no existe conexión terrestre a Internet de Alta velocidad. Supongamos además que posee varias sucursales en diferentes regiones que necesitan acceder a aplicaciones que se encuentran en los servidores de su oficina principal, y que además, necesitan conectividad al Internet. Hasta ahora, se tenía que elegir entre dos opciones, Tomar la conexión a Internet de la matriz y distribuirla al resto de sucursales o, trabajar en una configuración en estrella sucursales y la matriz, con un doble salto (viajando dos veces entre



tierra y el satélite) en la conexión de la sucursales a la oficina. En el primer caso se tiene una conexión rápida a los servidores de la oficina principal pero una salida al Internet muy lenta. En el segundo caso se tiene un acceso a Internet con una buena velocidad, pero el acceso a las aplicaciones de los servidores de la oficina principal puede volverse muy lento.

La aplicación Multi-star del sistema Intersky ofrece la solución a este problema, provee el acceso a los servidores locales y el acceso al Internet, ambos con un solo salto satelital.

3.1.1 COMPONENTES DEL SISTEMA MULTI-STAR

Las configuraciones de los sistemas satelitales pueden ser:

- ✓ *Punto a Punto*, en el cual dos estaciones y solo dos estaciones satelitales se comunican una con la otra y con ninguna otra.
- ✓ *Punto a Multipunto*, es una configuración en estrella, basado en un Hub central.
- ✓ *Malla*, todas las estaciones satelitales se comunican entre sí.

Los MODEM satelitales punto a punto desaparecieron rápidamente pues no eran capaces de soportar otro tipo de ambiente que no sea el punto a punto. Los sistemas en malla son muy caros y raramente se necesita que una estación tenga conectividad con todas las estaciones de un gran sistema Satelital.

El sistema Multi-star lo que hace es combinar el gran poder del sistema punto–multipunto DBV-S con los componentes del sistema Multi-star.

El primer paso para entender el sistema Multi-star es entender cada uno de sus componentes y los servicios que ofrecen:



- **Hub Central:** ya se ha comentado en capítulos anteriores del Hub central del sistema Inter-sky y su funcionamiento, este deberá estar localizado en un lugar donde exista una buena conexión al Internet. El propósito de esta unidad es el de proveer conexión a Internet para todas las estaciones satelitales.
- **Hub Multi-star:** El sistema Multi-star comprende uno o más Hub Multi-star. En el ejemplo dado al comienzo se necesitaría un solo Hub Multi-star que estará en la oficina principal. Si las sucursales a su vez tuvieran otras ramificaciones de oficinas, entonces cada sucursal debería tener un Hub Multi-star.
- **Gateway Remoto Multi-star:** es un MODEM especial que se comunica con ambos Hub, tanto el Hub central como el Hub Multi-star. Este Terminal contiene un modulador y dos demoduladores. Un demodulador lo utiliza para recibir la señal DVB del Hub Central y otro demodulador para recibir la señal del Hub Multi-star.
- **Gateway Remoto:** es el Terminal normal del sistema Inter-sky que ya se lo ha estudiado en capítulos anteriores.

3.1.2 OPERACIÓN DEL SISTEMA MULTI-STAR

El Hub Multi-star, el Gateway Remoto Multi-star y el Gateway remoto, todos se comunican con el Hub Central tanto para el tráfico de Internet como para peticiones a los servidores de la oficina principal.

Las transmisiones que se originan desde el Gateway Remoto Multi-star llegan tanto al Hub Central como al Hub Multi-star. Enrutamiento IP determina que es lo que se hará con cada paquete recibido. Si el paquete es dirigido al Hub Central, el Hub Multi-star lo ignora. El Hub central en la respuesta al Gateway Remoto Multi-star sobre el canal DVB-S.



Si el paquete es para el Hub Multi-star, el Hub Central lo ignora. El Hub Multi-star envía la respuesta al Gateway Remoto Multi-star a través de un canal FDMA. Todos los Gateway Remoto Multi-star son configurados para recibir una portadora específica.

3.2 APLICACIONES CELULARES

Cell Sky proporciona conectividad GSM por satélite. No importa que necesite conectividad de la estación de base a BSC, BSC a MSC o MSC a HLR. La solución Cell Sky de **InterSKY™** le permite despliegues celulares rápidos, no contaminantes o el respaldo de seguridad de enlaces terrestres.

3.2.1 CELL SKY

Cell Sky proporciona conectividad GSM por satélite. No importa que necesite conectividad de BTS a BSC, BSC a MSC o MSC a HLR. La solución Cell Sky de InterSKY le permite despliegues celulares rápidos, no contaminantes o el respaldo de seguridad de enlaces terrestres.

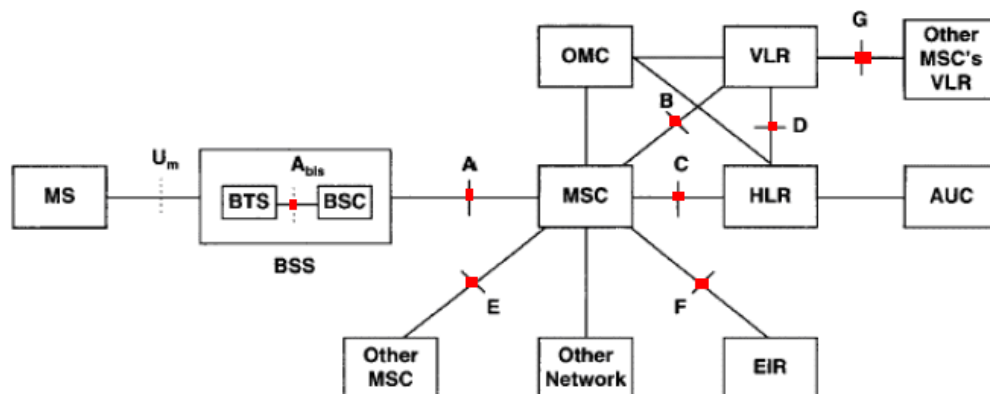
Un ejemplo claro del uso de la tecnología satelital en la telefonía celular es la Red Satelital GSM de Telefónica Móviles (Movistar). El denominado ***Proyecto de Expansión GSM de Telefónica*** se basa en brindar el servicio de telefonía celular en todo el país, para esto Telefónica necesita colocar bases celulares (BTS) en lugares donde no existe ningún tipo de infraestructura de telecomunicaciones, sitios como el oriente, la amazonia e incluso la región insular de nuestro país. La única manera para acceder a estos lugares, será, vía satélite. Entonces lo que hace Telefónica es mantener su Hub central ubicado en la ciudad de Quito, en donde se encuentra toda su infraestructura celular (BSC), a la cual deberán conectarse todas sus estaciones remotas (BTS) muchas de la cuales tendrán una conexión satelital. La base del **Proyecto de Expansión G**



de Telefónica sería la conexión de las nuevas BTS hacia su BSC (aprovechando toda su infraestructura celular ya disponible) vía satélite.

3.2.1.1 ARQUITECTURA GSM

Como ya se dijo anteriormente, InterSKY es capaz de ofrecer conexión vía satélite entre cualesquiera de los elementos de la Arquitectura GSM, esto se especifica con cada uno de los puntos rojos que observamos en el gráfico, nombrando cada conexión con una letra diferente, la letra representara al dispositivo (diferente según la conexión) que se tendrá que añadir a la estructura, para que el hecho de manejar enlaces satelitales sea transparente para la Arquitectura GSM.



- MS: Mobile Station
- BSS: Base Station Subsystem
- BTS: Base Transceiver Station
- BSC: Base Station Controller
- MSC: Mobile Service Switching Center
- OMC: Operations and Maintenance Center
- HLR: Home Location Register
- VLR: Visitor Location Register
- EIR: Equipment Identity Register
- AUC: Authentication Center

Fig.3.2 Arquitectura GSM [7]

En la practica, se realiza la conexión vía satélite entre la BTS y la BSC. Las compañías proveedoras de la telefonía celular poseen una B central que es la que recepta todas las peticiones de las diferentes B el manejo de un enlace satelital será necesario, cuando se necesite.



conexión con sitios remotos en donde no existe infraestructura de telecomunicaciones.

3.2.1.2 CONEXIÓN BSC – BTS

Se trata de una red punto-multipunto, donde desde la estación central se emite una portadora compartida por varias estaciones remotas, mientras que cada estación remota transmite su propia portadora de retorno.

La conexión entre la BSC y la BTS deberá ser transparente, es decir, se entregará voz y se recibirá voz. Ahora, la conexión satelital solo entrega datos, aunque anteriormente en este capítulo se mencionó como una Aplicación del sistema InterSKY la voz sobre IP (VOIP), esto no tiene absolutamente nada que ver con la tecnología celular GSM

Cellular Transport Over Satellite

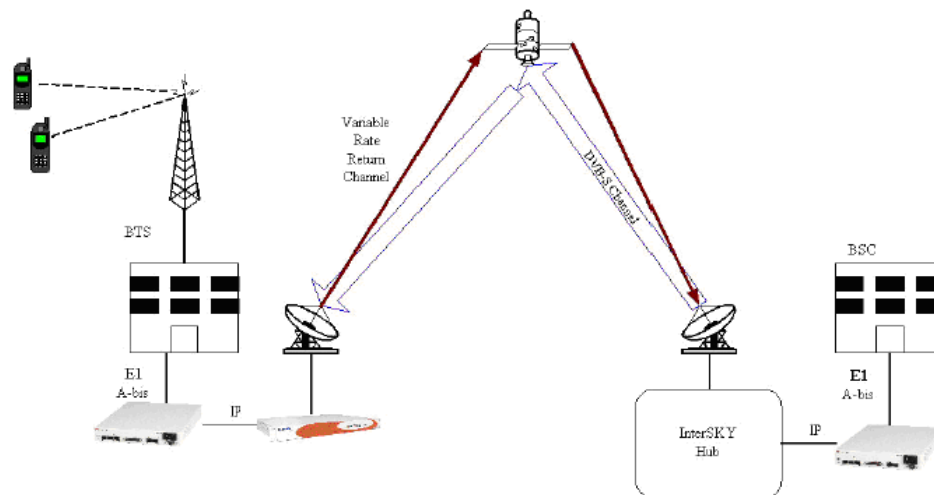


Fig.3.3 Estructura Cell Sky^{[71] [5]}

Se necesitará entonces un dispositivo que convierta los datos enviados por el enlace satelital en voz GSM, de este modo el enlace satelital nos solucionará el acceso a lugares remotos pero se mantendrá intacta



Arquitectura GSM. Para efectos del estudio nos referiremos a este dispositivo como A-bis, y se explicará a breves rasgos su funcionamiento.

3.3 VIRTUAL PRIVATE NETWORK VPN

Las redes virtuales privadas (VPN) le proporcionan la capacidad de cifrar datos, a fin de enviarlos de manera confidencial por Internet. El sistema **InterSKY** le permite utilizar la misma tecnología para localizaciones que requieren acceso satelital.

Uno de los problemas en el Internet es la seguridad de los datos transmitidos. Dado que el Internet es público, usuarios no deseados podrían observar los datos que están viajando a través del Internet. La transmisión de datos satelitales es más difícil de descifrar que la transmisión de datos terrestres.

El Standard de seguridad para la comunicación interna de una empresa actualmente es la encriptación vía redes privadas virtuales (VPN). El equipamiento necesario para realizar una VPN puede ser integrado fácilmente al sistema InterSKY, adicionalmente se puede utilizar el equipamiento de la VPN como una barrera contra ataques hacia nuestra red.

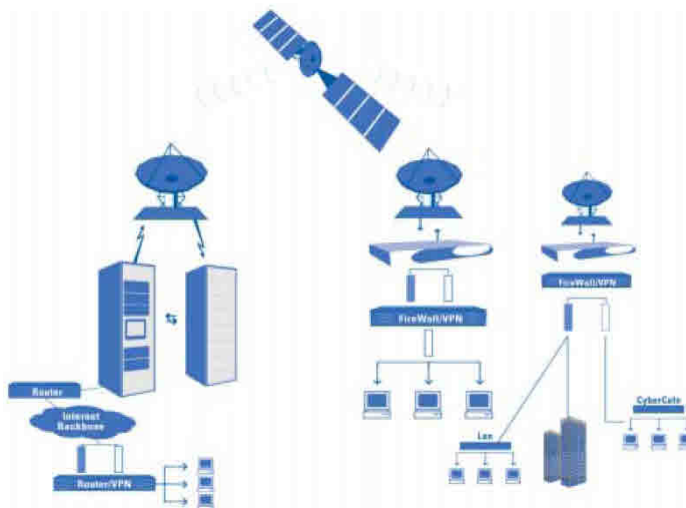
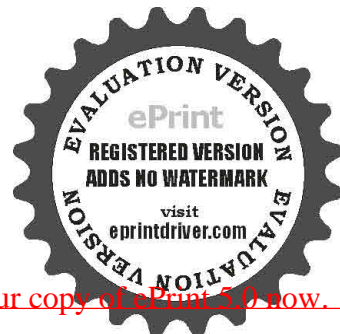


Fig.3.4 Modelo de un VPN con Inter-Sky [7]



3.3.1 TCP/IP PURO

Una de las ventajas del sistema bidireccional IP vía satélite InterSKY, es que este está diseñado para pasar TCP/IP puro. Aunque parezca increíble muchos otros sistemas no son diseñados para pasar TCP/IP. Estos sistemas a menudo utilizan protocolos aceleradores denominados “spoofers” para incrementar la tasa de transferencia, el inconveniente de utilizar aceleradores, es que son incompatibles con la encriptación.

Cuando se realiza una VPN entre dos sitios confiables, se encriptan los paquetes transmitidos, incluso la cabecera de los paquetes. Para que los protocolos aceleradores logren su cometido estos modifican los paquetes transmitidos, también la cabecera de los paquetes es modificada. Cuando un protocolo acelerador modifica un paquete que ya ha sido encriptado en una VPN, el equipo de VPN lo ve como un ataque a este paquete, y corta el enlace.

El sistema InterSKY proporciona una verdadera conexión TCP/IP entre el Hub y el Gateway Remoto, por lo tanto la cabecera del paquete es transmitida en forma intacta de un punto al otro. Por lo tanto cuando se intenta realizar una VPN, el equipo de VPN de un punto recibe una respuesta positiva del otro punto y se establece una conexión segura.

Es decir, la base para la conexión de una VPN en el sistema InterSKY es la transmisión de TCP/IP puro. Adicionalmente el equipamiento que realiza la VPN proporcionará la seguridad necesaria, al transmitir datos encriptados de un sitio a otro.

3.3.2 ESTANDARD COMPATIBLE

Dado que el sistema InterSKY proporciona un transporte de paquetes [™] de forma transparente, es compatible con todos los estándares



internacionales para VPN, La plataforma ha demostrado la operabilidad con:

- ✓ VPNC, también se probó la compatibilidad con IPSEC
- ✓ 3DES, DES y encriptación AES que usan los certificados digitales (PKI X.509), IKE auto-key, o manual key.
- ✓ Dispositivos de VPN con autenticación SHA-1 y MD5.

3.3.3 TRÁFICO VPN Y NO-VPN

El sistema le ofrece versatilidad en las Redes Privadas Virtuales. Soporta sin ningún problema la coexistencia de tráfico VPN y aquel que no lo es. En una sola estación puede estar funcionando una computadora que esté conectada a una VPN y otra computadora que no lo esté y simplemente se encuentre navegando en el Internet. Así también, se permite la conexión de múltiples VPN's al mismo tiempo.

3.4 VIDEOCONFERENCIA

La videoconferencia es el método ideal para la conducción de reuniones entre personas ubicadas en localidades distintas. Sin embargo, la videoconferencia demanda mucho ancho de banda. Muchas soluciones satelitales no pueden proporcionar el ancho de banda necesario para esta aplicación. Mientras que otros sistemas fracasan, la videoconferencia es una aplicación en la que el sistema **InterSKY** tiene éxito.

3.4.1 VENTAJAS DE LA VIDEOCONFERENCIA INTERSKY

- ✓ Canal de Retorno de Banda Ancha
- ✓ Ancho de Banda Bajo Demanda
- ✓ Superior Calidad de Audio y Video
- ✓ Compatibilidad con estándares internacionales



- ✓ Soporta Datos y Video simultáneamente

3.4.1.1 CANAL DE RETORNO DE BANDA ANCHA

Pocas aplicaciones demandan tanto Ancho de Banda como la videoconferencia. El Gateway Remoto del Sistema InterSKY soporta velocidades de datos da hasta 2Mbps, esto es mas de lo que requiere la videoconferencia mas pesada.

3.4.1.2 ANCHO DE BANDA BAJO DEMANDA

El Ancho de Banda Satelital es un recurso extremadamente caro. La tecnología de Ancho de Banda bajo Demanda del Sistema InterSKY, asigna ancho de banda a una estación solo cuando ésta lo necesita.

Cuando inicia una videoconferencia, el ancho de banda se incrementa conforme a las configuraciones de la sesión, cuando la videoconferencia termina, la transmisión de datos se reduce. Utilizando BOD, el cliente solo paga el Ancho de Banda cuando este lo necesita.

3.4.1.3 CALIDAD SUPERIOR DE VIDEOCONFERENCIA

Comparadas con otras soluciones satelitales, el sistema InterSKY ofrece mayor calidad de audio y video en las videoconferencias. Utiliza tecnología FDMA la cual ofrece una señal con menos retardo y menos jitter, por lo tanto los datos transmitidos no se ven afectados por estos fenómenos. El sistema está fortalecido por tecnologías que protegen la calidad del video y del sonido.

Además la tecnología FDMA reduce el segmento espacial necesario, lo que se traduce en menos costos. Por lo tanto FDMA ofrece una vent competitiva y una recuperación de la inversión más rápida.



3.4.1.4 ESTÁNDAR COMPATIBLE

La plataforma del Sistema ofrece una transmisión de datos IP transparente, por lo tanto, es compatible con todos los estándares internacionales. Si se necesita transmitir H.323 o SIP, el sistema es capaz de hacerlo sin ningún inconveniente.

3.4.1.5 VIDEO, VOZ Y DATOS SIMULTÁNEAMENTE

En el sistema InterSKY, pueden coexistir sin ningún problema la transmisión de datos y la videoconferencia, la misma estación es capaz de suplir las necesidades de ambas aplicaciones. El Terminal remoto está diseñado para compartir tráfico, que provea la calidad de servicio de la videoconferencia y realice una transmisión de datos al mismo tiempo.

3.5 PROTOCOLO DE TRANSMISIÓN DE VOZ POR INTERNET (VOIP)

Alguna vez las redes de teléfonos y datos estaban separadas; en la actualidad se han fusionado a través de la tecnología del protocolo de transmisión de voz por Internet (VoIP). El sistema **InterSKY** es ideal para proporcionar acceso telefónico a localidades aisladas. La plataforma **InterSKY** proporciona calidad satelital excepcional, ya sea que sus necesidades se limitan a un solo teléfono o a múltiples líneas T1/E1.

El sistema InterSKY ofrece una mejor calidad de Voz comparada con otras soluciones satelitales, pues como se mencionó anteriormente, el sistema InterSKY puede manejar FDMA para los canales de retorno, lo que se traduciría en menos retardo y menos jitter. Además, que al utilizar una menor cantidad de segmento espacial, comparada con TDMA (utilizada en otras soluciones satelitales), se traduce en costos de inversión mucho menores.



3.5.1 COMPATIBILIDAD CON TODAS LAS INTERFACES PARA TELEFONÍA

Existen muchos tipos de Interfaces tanto para telefonía como para VOIP, el sistema InterSKY soporta todas ellas. Ya sea que se desee utilizar teléfonos IP, teléfonos análogos (tarjetas FXS adicionales), conectar el equipo a una extensión de PBX (tarjetas FXO adicionales) o a troncales digitales E1/T1, el sistema InterSKY puede hacerlo. El sistema es tan flexible que puede agrupar todas las interfaces mencionados en un solo sistema. Además que pueden funcionar simultáneamente Voz y Datos como sucedía con la Videoconferencia y el resto de aplicaciones.

El Gateway Remoto es capaz de soportar desde una sola línea telefónica hasta un E1 completo.

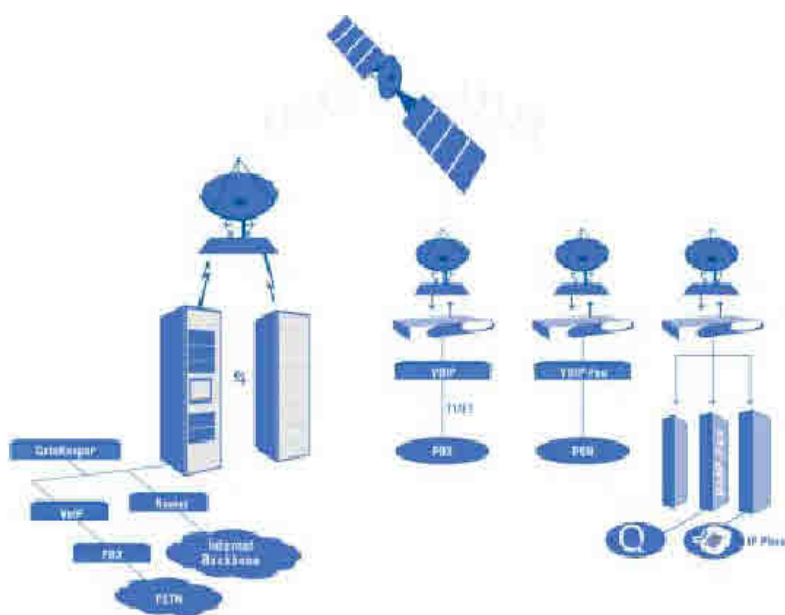


Fig.3.8 Modelo de un Enlace con VOIP [7]

3.5.2 ESTÁNDAR COMPATIBLE

Como ya se ha dicho, el hecho de que se transmita TCP/IP puro hace que el sistema sea compatible con todos los estándares internacionales. sea G164, G168, H323 o SIP, el sistema no tiene ningún problema



acoplarse al estándar de transmisión, en caso de que se desee enviar un FAX de acuerdo al estándar GRUPO 3 o al T.38, el sistema es compatible.

3.5.3 CODIFICACIÓN

El sistema trabaja con todos los esquemas de codificación y decodificación de audio. Como sabemos el sistema de codificación escogido, afecta tanto la calidad de la voz como el Ancho de Banda requerido para una conversación. Entonces, dependiendo de nuestras necesidades podemos elegir cualquiera de los esquemas de codificación, ya sea G.729A (8kbps), G.723.1 (5.3kbps) o G.723.1 (6.4kbps).

3.6 PAMA

Aún hoy hay muchos ISP's y telepuertos que tienen un canal DVB-S de la Tierra al satélite. El canal puede proporcionar servicios satelitales unidireccionales o pueden combinarse con canales de retorno SCPC de los módem. El demodulador y Gateway Remoto **InterSKY** pueden ser utilizados para mejorar la instalación existente, para acceso múltiple asignado de manera permanente (PAMA).

PAMA convierte cualquier estación DVB-S en una instalación bidireccional con acceso Banda Ancha. PAMA es ideal para estaciones que requieren una asignación permanente y velocidades constantes.



3.6.1 VENTAJAS DE PAMA INTERSKY

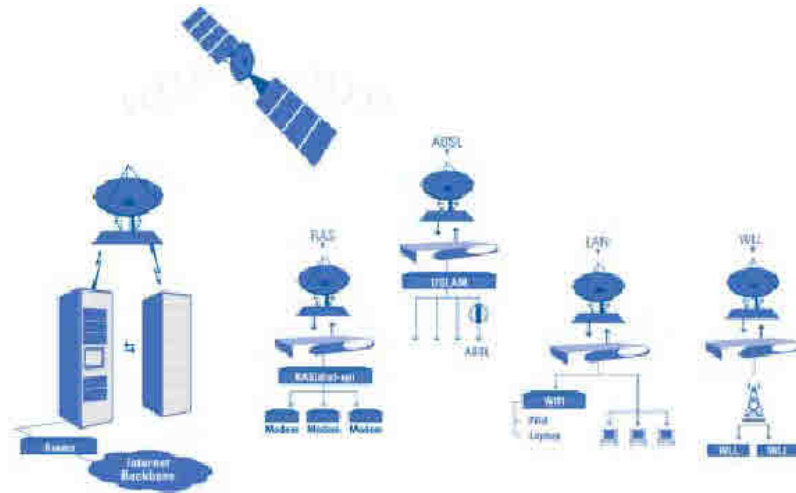


Fig.3.9 modelo de un Enlace PAMA [7] [8]

PAMA está diseñado para ISP's que desean:

- ✓ Proporcionar inmediatamente servicios de Internet bajo demanda.
- ✓ Proveer servicios continuos, confiables y controlados, libre de los cuellos de botella de los enlaces terrestres.
- ✓ Utilizar un canal DVB-S existente para brindar servicios de valor agregado.
- ✓ Brindar niveles de servicio y precio diferenciados, de acuerdo a la velocidad contratada por cada cliente.

InterSKY PAMA es un sistema IP puro, que soporta todas las aplicaciones y servicios IP con altas velocidades de transmisión.

El enlace desde el Hub a las terminales remotas funciona bajo el Standard DVB-S, con velocidades de 1.5 hasta 72 Mbps dependiendo del satélite que se utilice. El canal de Retorno, desde las estaciones remotas al Hub, soporta velocidades desde 16Kbps hasta 2Mbps.

3.7 APRENDIZAJE INTERACTIVO A DISTANCIA

El aprendizaje interactivo a distancia no es patrimonio exclusivo de universidades, actualmente se lo utiliza de manera extensa



capacitación corporativa y gubernamental. El sistema **InterSKY** es la plataforma ideal para proporcionar IDL rica en medios a cientos de localidades dispersas con miles de estudiantes. El canal DVB-S (de la Tierra al satélite) es ideal para vídeo de calidad y las pasarelas a distancia admiten cientos de estudiantes con opciones para interacción de la vía de retorno de vídeo o audio.

3.8 RESPALDO TERRESTRE

¿Su red está desplegada en un área sometida a terremotos, huracanes u otros desastres naturales?, **InterSKY** le proporciona los medios para mantener el servicio aún ante un desastre. La pasarela a distancia **InterSKY** puede proporcionar respaldo casi interrumpido para su conexión terrestre.



CAPÍTULO IV: DELINEACIÓN DE LOS CASOS DE ESTUDIO

4.1 DESCRIPCIÓN

IPSky es un sistema de comunicaciones bidireccional vía satélite, para acceso a Internet de banda ancha, que admite todas las aplicaciones IP, a diferencia de otros sistemas que al no tener un nivel constante de procesamiento no son capaces de sostener las aplicaciones IP más exigentes. El sistema IPSky basado en la plataforma InterSky proporciona conectividad IP de banda ancha para Internet, transmisión de voz sobre IP, videoconferencia, VPN, aprendizaje interactivo a distancia y otras aplicaciones, extendiendo así la infraestructura terrestre existente en regiones remotas. Además en banda KU permite transferencia de datos para aplicaciones que requieren un servicio tipo Clear Channel.

La finalidad del capítulo es evidenciar algunas de las bondades y beneficios del sistema IPSky, mencionadas a lo largo de este proyecto. Esto será posible a través del diseño de tres soluciones de conectividad IP.

4.2 COMPONENTES DE LA ESTACION TERRENA

La estación terrena a implementarse será similar a la de la siguiente figura, con excepción de la red final del cliente que variará dependiendo de la aplicación.

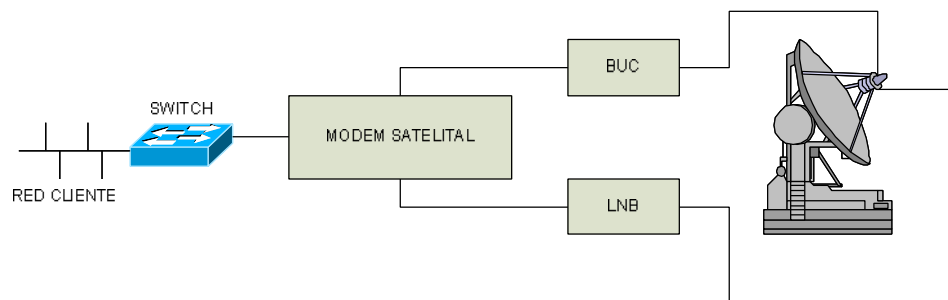


Figura 4.1 Diagrama General de la Estación Terrena



Utilizaremos el HUB Central de la compañía INTERNEXA, la cual nos proveerá la salida al Internet. Para proveer el servicio satelital, INTERNEXA maneja el satélite IS-805. La Banda que utilizaremos es la Ku, consecuente a la naturaleza de la banda de radio frecuencia (RF) que utilizaremos, se derivaran el resto de elementos utilizados.

4.2.1 LNB (LOW NOISE BLOCK)

Existe una variedad de amplificadores como son: el LNA (Low Noise Amplifier), amplificador de bajo ruido, que está compuesto por un sistema amplificador y una guía de onda; el LNB (Low Noise Block) bloque amplificador de bajo ruido, que se compone de un LNA y la antena dipolo en un solo bloque; y el LNC (Low Noise Converter), conversor de bajo ruido, éste es similar al LNA, la diferencia es que recibe y emite mediante el mismo dispositivo la señal y la convierte en otra.

Los LNB se utilizan cada vez más, ya que son la mejor alternativa cuando se necesita selección independiente de canales para múltiples receptores, esto permite diseñar un sistema simple y a bajo costo.

Los LNB entregan una frecuencia en el rango de la banda L (940 a 1750 MHz); para esto se utilizan cables con pérdidas menores en los tendidos largos como el cable coaxial RG-6 o RG-59.

LNB Norsat 4208B Ku Band	
Input Frequency	12.25 – 12.75 GHz
LO – Frequency	1.3 GHz
Stability	+/- 250 KHz
NF	0.8 dB
Gain	60dB

Tabla 4.1 Especificaciones del LNB utilizado en la Implementación



4.2.2 BUC (BLOCK UP CONVERTER)

El BUC utilizado será de marca INVACOM, que es el que mejor se adapta a los requerimientos de servicio y frecuencias a las que se está trabajando.

BUC Ku Band VSAT	
Modelo	TUL-204
Potencia	2 W
Input Frequency	950 -1450 MHz
Output Frequency	14 – 14.5 GHz

Tabla 4.2 Especificaciones del BUC

4.2.3 GATEWAY REMOTO

El Gateway Remoto ya ha sido descrito anteriormente, ya hemos comentado que existen varios tipos de MODEM Shiron, la configuración de cada uno de ellos es similar y por cuestiones estrictamente de disponibilidad, en nuestra implementación utilizaremos IRG-S2.

4.2.4 CABLES

El cableado utilizado para interconectar el Gateway Remoto con el BUC y el LNB, dependerá del MODEM utilizado, pues se podría utilizar para la conexión con el BUC cable Belden 9913 (50Ω) o Belden 1694A (75Ω), la conexión con el LNB será siempre utilizando el cable Belden 1694A (75Ω).

Para nuestro caso el IRG-S2 maneja el mismo cable tanto para la conexión del Gateway con el BUC como para la conexión con el LNB es decir el Belden 1694A (75Ω).



Tipo de Cable	Belden 1694A (75Ω)	
	100 ft	300ft
Loss @ 1Ghz	6.2 dB	18.6 dB
Loss @ 10 MHz	0.72 dB	2.16 dB
DC Loop Resistance	0.63 Ω	1.89 Ω
Impedance	75 Ω	

Tabla 4.3 Característica del Cable

El alimentador, polarizador y OMT utilizados, han sido seleccionados de acuerdo a las características de los equipos anteriormente descritos.

Al unir correctamente todos los componentes mencionados con nuestra antena satelital, la estación terrena quedará armada en su totalidad, y estará lista para comunicarse con el Hub Central ubicado en Colombia (INTERNEXA) el mismo que nos permitirá acceder al Internet.

4.3 PRIMER CASO: INTERNET DE BANDA ANCHA

Se describirá cada una de las configuraciones realizadas en los equipos para el diseño y puesta en práctica de la red. El primer caso se trata del Internet de Banda Ancha, por ser el diseño base del que se desprenderán los otros dos casos de estudio, en este se explicará las configuraciones comunes al resto de redes.

Partimos del supuesto que una estación satelital se la utilizará en lugares remotos en donde se carece de estructura de telecomunicaciones. Solo la experiencia nos hará entender la importancia y la necesidad de comunicación en estos sitios.



4.3.1 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED

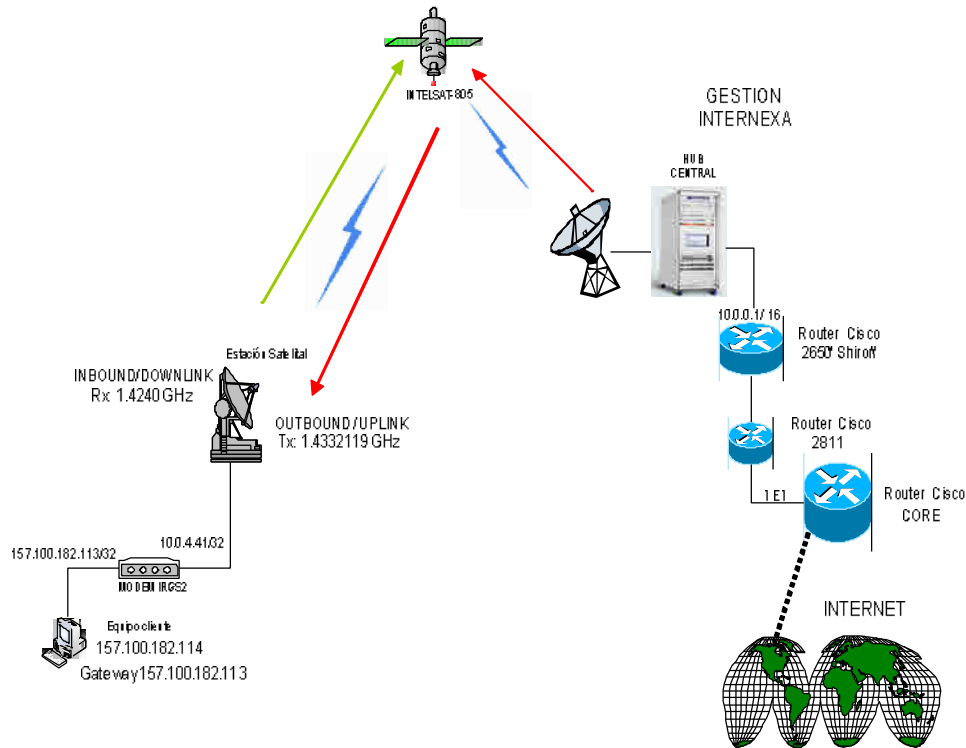


Figura 4.2 Diseño del Primer Caso de Estudio

4.3.1.1 DISEÑO DE LA RED

Como se observa en el diagrama para nuestro primer diseño lo que necesitaremos después de armar correctamente nuestra estación terrena, es configurar nuestro modem satelital, dado que el modem nos entrega una interfaz ethernet lo único que deberíamos hacer es conectar nuestro HOST para comenzar a navegar.

INTERNEXA cuenta con una antena Satelital de 7.6 metros de diámetro para proveer el servicio satelital, para el efecto trabaja en banda Ku con el Satélite IS-805 (INTELSAT).



IS 805 @
304.5°E
(Ku-Band Beam)



Figura 4.3 Cobertura y PIRE del IS-805 en Banda Ku []

La antena de nuestra estación terrena tiene un diámetro de 1.2m, trabajando en la banda de frecuencias Ku. Debido a la posición del satélite IS-805, el apuntamiento de las estaciones terrenas dependiendo de la posición (en el Ecuador) variará entre 57° y 63° en elevación, y en azimut deberán estar apuntando al Este.



Figura 4.4 Instalada para la Implementación de las Redes



4.3.1.2 CONFIGURACIÓN DEL GATEWAY REMOTO



Figura 4.5 Gateway Remoto

A continuación se explicará la configuración realizada en el gateway Remoto. Para nuestra implementación fue utilizado el modem IRG-S2 como se muestra en la siguiente foto.

La configuración del Gateway Remoto se lo puede realizar vía consola por Hyper Terminal, además luego de ya configurado el modem, se podrá realizar cualquier cambio en la configuración vía remota por Telnet.

El Gateway Remoto opera en dos modos, el Modo de Instalación y el modo de Operación Normal.

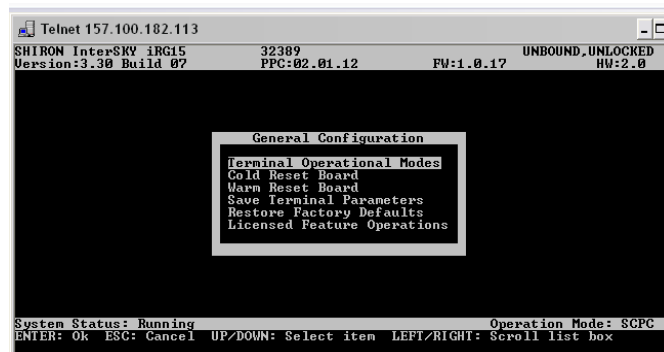
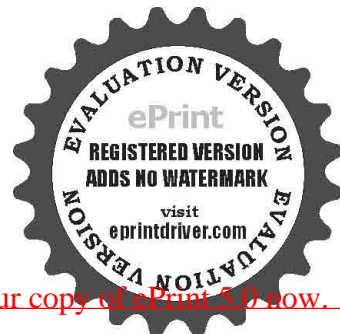


Figura 4.6 Elección del Modo de Operación del Terminal



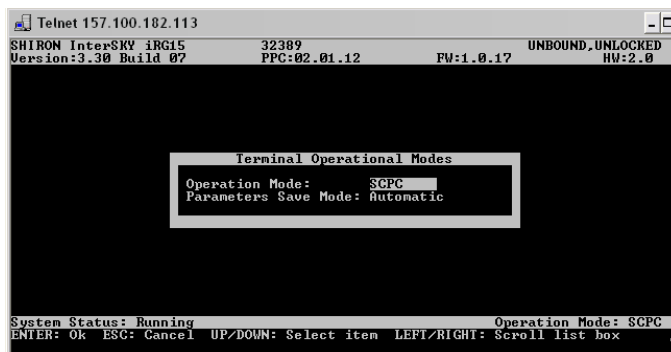


Figura 4.7 Modo SCPC o de Instalación

En la pantalla anterior elegiremos si vamos a trabajar en el Modo de Instalación o en el Modo de operación Normal denominado InterSky.

4.3.1.2.1 MODO DE INSTALACIÓN O SCPC

En este modo se configurarán los parámetros de transmisión del Gateway Remoto, al momento de la instalación, este modo nos permite levantar una portadora pura, el Hub central nos indicará entonces si observa dicha portadora, para poder comenzar a configurar los parámetros de recepción.

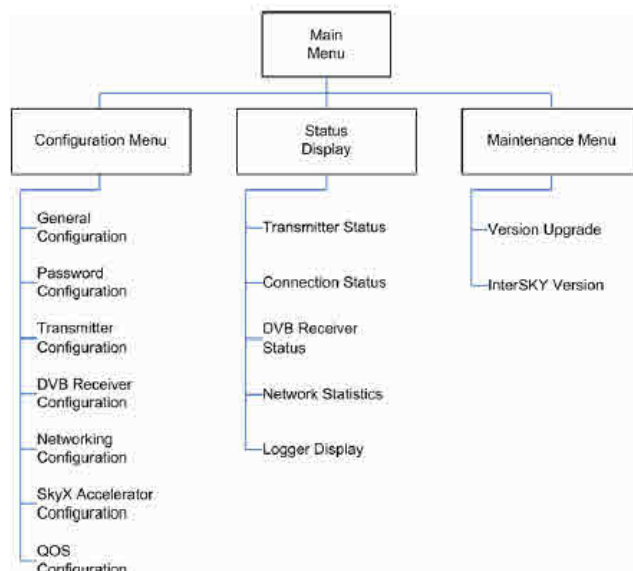


Figura 4.8 Menú de Configuración en el Modo de Instalación



Lo importante en este modo será la configuración de los parámetros de transmisión.



Figura 4.9 Menú Principal modo SCPC

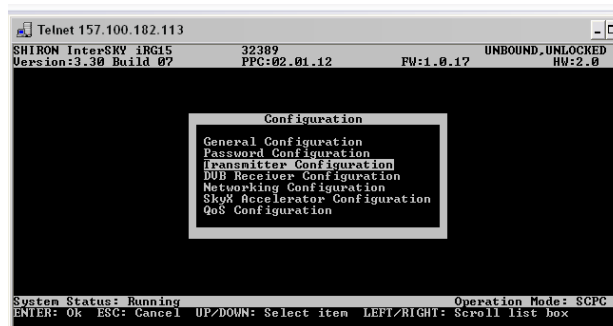


Figura 4.10 Configuración de los Parámetros de Transmisión

Hay que anotar que la configuración de los parámetros de Transmisión se lo puede realizar solo en el modo de Instalación o SCPC, en el modo InterSky solo podremos observar la configuración mas no cambiarla.



Figura 4.11 Elección del tipo de Transmisión





Figura 4.12 Modo MF-TDMA

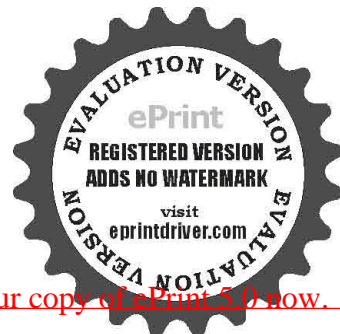
El modo MF-TDMA será el utilizado para todas las estaciones satelitales remotas en general, existe también el modo FDMA el cual será utilizado solo para estaciones tipo clear channel, pero que no son el objeto de este estudio.



Figura 4.13 Configuración de los Parámetros de Transmisión

En la gráfica el Tx Status y el BUC Status se colocaran en **On** al momento de comenzar ya la Transmisión y empezar a levantar portadora.

La frecuencia de Tx de 1.4332119 GHz. es la asignada por INTERNEXA (Administrador del Hub) para que nuestra estación comience a transmitir.



El Tx Data Rate de 18 Kbps es el ancho de Banda mínimo que una estación remota necesita para que el Hub Central la reconozca como conectada, aunque una estación remota no se encuentre transmitiendo datos ni haciendo peticiones al Internet siempre estará utilizando este ancho de Banda de 18 Kbps para conectarse con el Hub Central.

4.3.1.2.2 MODO DE OPERACIÓN NORMAL

También se lo llama modo InterSky, y es el modo en el que el equipo trabajará, aquí se configurarán los parámetros de red y de recepción entre otros.

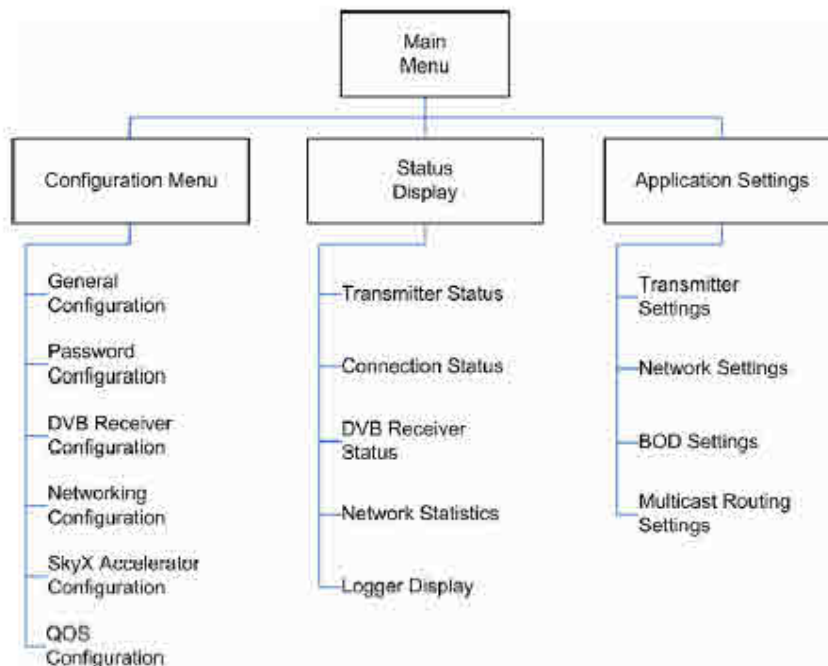
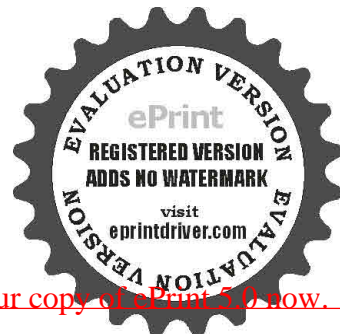


Figura 4.14 Menú de Configuración en el Modo de Operación Normal



4.3.1.2.2.1 CONFIGURACIÓN

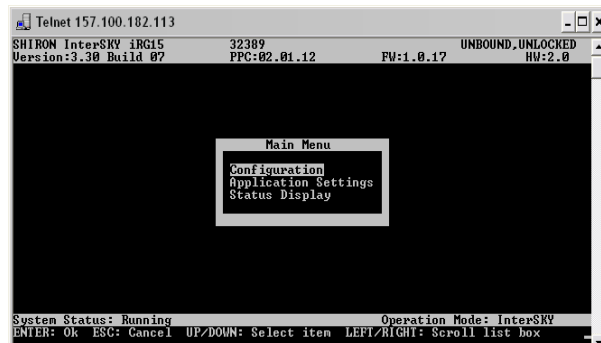


Figura 4.15 Menú Principal modo InterSky

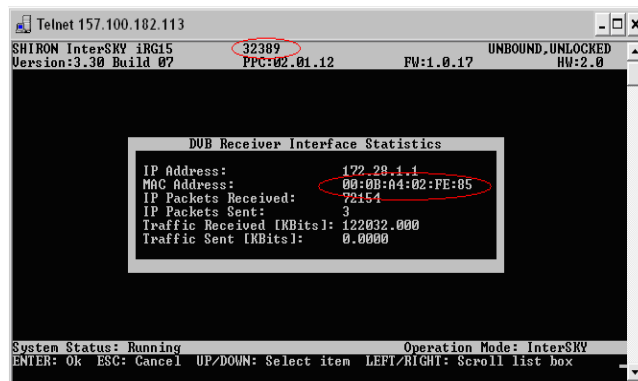


Figura 4.16 MAC Address del Modem

En la figura anterior podemos observar la MAC ADDRESS y el ID único para cada modem, los cuales fueron entregados a INTERNEXA para su registro en el Hub Central, sin estos datos una estación no puede comenzar la transmisión.

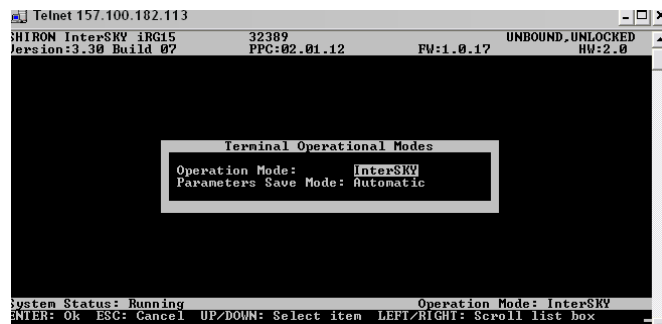


Figura 4.17 Modo de Operación Normal



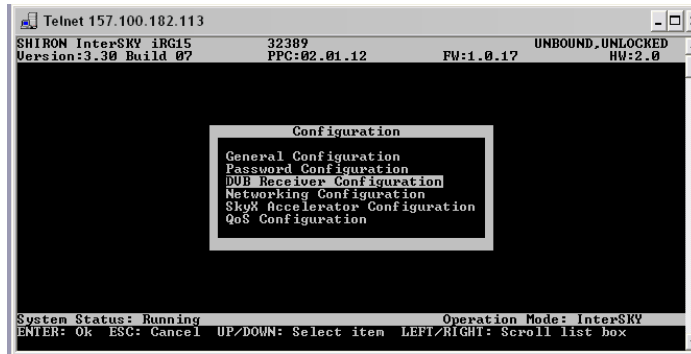


Figura 4.18 Configuración en Recepción

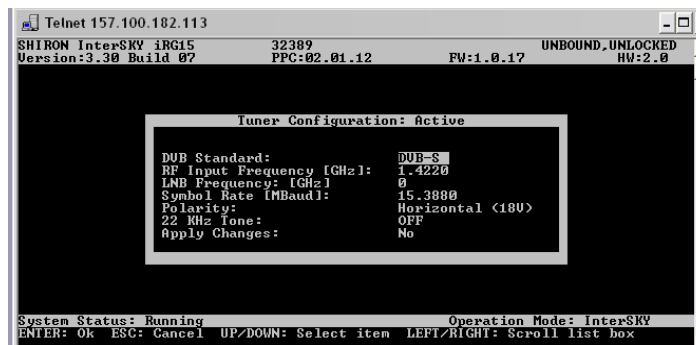


Figura 4.19 Frecuencia de Recepción

INTERNEXA nos asigna la frecuencia de Recepción en Banda Ku, de 12.7220 GHz, entonces la frecuencia en Banda L que habremos de configurar en el modem se obtendrá al restar la frecuencia asignada en Banda Ku de la frecuencia de oscilación del LNB que es de 11.3 GHz. Entonces la frecuencia en banda L a configurar en el modem es de 1.4220 GHz.

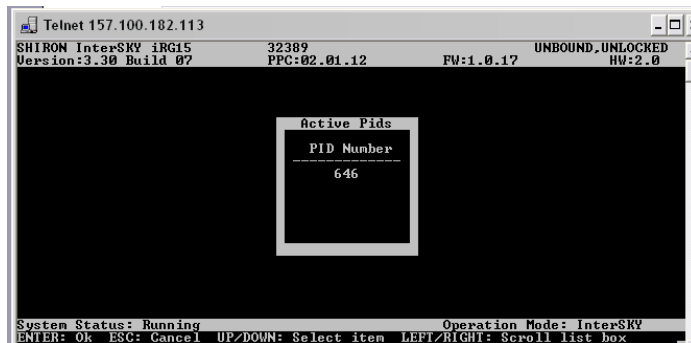


Figura 4.20 Numero de PID



El PID asignado para nuestro ISP es el 646, el cual deberá estar configurado en todas las estaciones que pertenecieran a nuestro ISP.

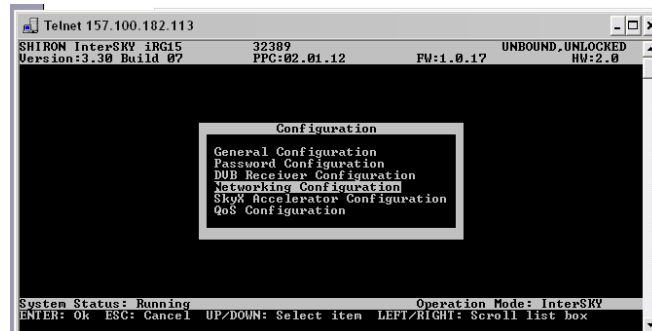


Figura 4.21 Configuración de Red

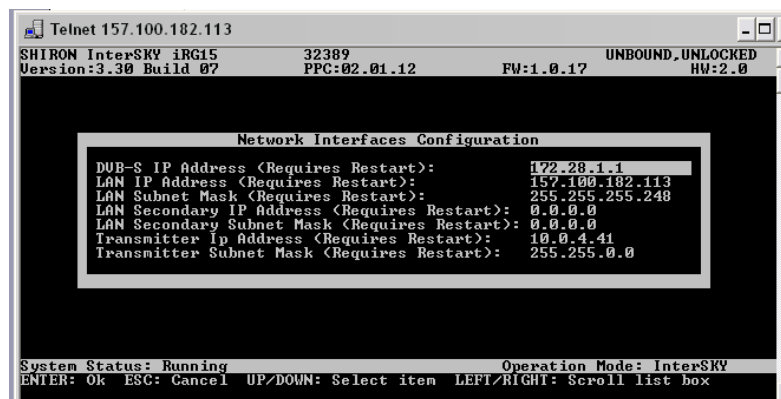


Figura 4.22 Direcciones IP configuradas en el Equipo.

La IP DVB-S será una IP general que tendrán todas las estaciones que se conecten al Hub Central.

Configuramos la dirección del interfaz LAN del Modem, que será la IP pública con la que nos identificarán en la red mundial del Internet (157.100.182.113) y obviamente es diferente para cada estación.

La dirección 10.0.0.41 será configurada en el interfaz WAN del modem y solo nos servirá para conectarnos con el Hub Central.



```

Telnet 157.100.182.113
SHIRON InterSKY iRG15      32389      UNBOUND,UNLOCKED
Version:3.30 Build 07      PPC:02.01.12  FW:1.0.17  HW:2.0

Default Gateway Configuration
Default Gateway Destination: 0.0.0.0
Default Gateway IP Address: 10.0.0.1
Default Gateway MAC Address: 08:11:22:33:44:55

System Status: Running      Operation Mode: InterSKY
ENTER: Ok  ESC: Cancel  UP/DOWN: Select item  LEFT/RIGHT: Scroll list box

```

Figura 4.23 Default Gateway

La dirección 10.0.0.1 será la configurada en el Hub Central y permitirá el enlace WAN con todas las estaciones remotas.

4.3.1.2.2 VERIFICACIÓN DE CONECTIVIDAD (STATUS DISPLAY)

En la siguiente pantalla podemos observar que nuestra estación remota se encuentra ya conectada con el Hub Central, caso contrario nos muestra un estado de desconexión.

Observamos también el canal que aleatoriamente ha sido asignado por el NCC para el enlace.

El Tx Data Rate no muestra el Ancho de Banda que en ese momento está siendo utilizado por la estación.

```

Telnet 157.100.182.113
SHIRON InterSKY iRG15      32389      UNBOUND,UNLOCKED
Version:3.30 Build 07      PPC:02.01.12  FW:1.0.17  HW:2.0

Connection Status
Remote Gateway Id:      32389
Active Channel Id:     94
Tx Frequency [MHz]:    1434.2467
Tx FEC:                 3/4
Tx Data Rate [Kbps]:   72
Tx Power Level [dBm]:  -29.9679
Connection Type:       Remote Gateway Initiated
Connection Status:     Connected

System Status: Running      Operation Mode: InterSKY
ENTER: Ok  ESC: Cancel  UP/DOWN: Select item  LEFT/RIGHT: Scroll list box

```

Figura 4.24 Estado de la Conexión



El dato más importante de la siguiente pantalla es la relación señal a Ruido (*Eb/No*). Este dato nos muestra el nivel de señal que nuestra estación esta recibiendo. Este dato es de gran ayuda al momento del apuntamiento de la antena, de hecho aunque existen equipos especiales para realizar el apuntamiento de antenas, al no tener estos equipos, se puede realizar el apuntamiento basándonos en el parámetro *Eb/No* que nos muestra el modem.

```

Telnet 157.100.182.113
SHIRON InterSKY iRG15      32389      UNBOUND, UNLOCKED
Version:3.30 Build 07      PPC:02.01.12    FW:1.0.17      HW:2.0

DUB Receiver Status
DUB Standard:             DVB-S
DUB Status:               Locked
DUB Raw BER:              0.0000
DUB Eb/No [dB]:          7.920467
Tuner Frequency [MHz]:   1422
Rx FEC:                   QPSK 3/4
Symbol Rate [Mbaud]:     15.3880
Polarity:                 Horizontal <18U>
22 KHz Tone:             OFF

System Status: Running      Operation Mode: InterSKY
ENTER: Ok  ESC: Cancel  UP/DOWN: Select item  LEFT/RIGHT: Scroll list box

```

4.25 Estado de la Recepción

4.3.1.2.2.3 APPLICATION SETTINGS

Aquí podemos configurar manualmente los parámetros de potencia de la estación Terrena. Además podemos también configurar el *Frecuency Offset*, esto es muy útil pues se puede variar este parámetro cuando la estación se encuentra ya en funcionamiento, de lo contrario obligatoriamente deberíamos pasar al modo SCPC para cambiar este parámetro lo que implicaría un corte del enlace.

```

Telnet 157.100.182.113
SHIRON InterSKY iRG15      32389      UNBOUND, UNLOCKED
Version:3.30 Build 07      PPC:02.01.12    FW:1.0.17      HW:2.0

Transmitter Settings
Base Power Level [dBm]:   -30.0000
Minimal Power Level [dBm]: -30.0000
Maximal Power Level [dBm]: -15.0000
Power Level Interval Step [dB]: 1.0000
Max Frequency Correction [KHz]: 6.0000
Static Frequency Offset [KHz]: 4.2130

System Status: Running      Operation Mode: InterSKY
ENTER: Ok  ESC: Cancel  UP/DOWN: Select item  LEFT/RIGHT: Scroll list box

```

Figura 4.26 Parámetros de Transmisión en modo InterSky



Configuraremos la dirección IP del NCC asignado para nuestras estaciones por el Hub Central. Todos estos datos los entrega el proveedor, en nuestro caso INERNEXA.

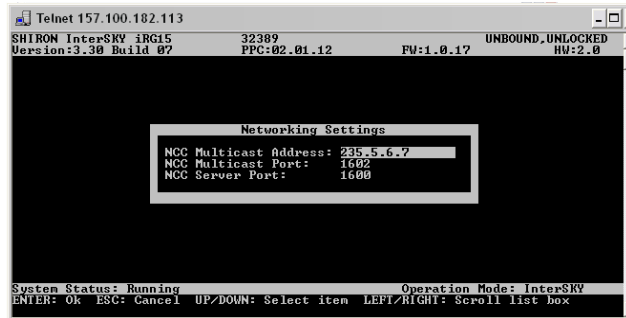


Figura 4.27 Parámetros del NCC asignado.

Adicionalmente se pueden configurar los parámetros de Asignación de Ancho de Banda bajo demanda (BOD) como se muestra en la siguiente pantalla.

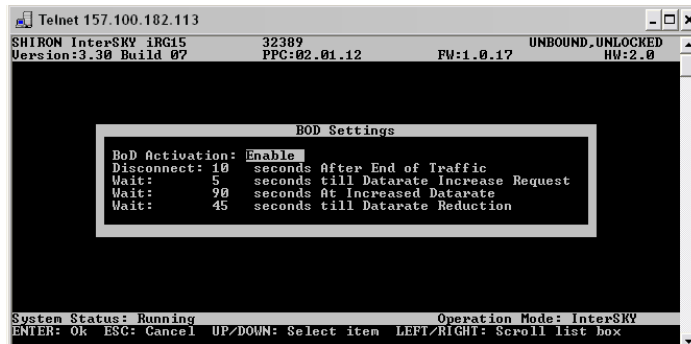


Figura 4.28 Parámetros BOD

Después de todas las configuraciones realizadas, finalmente conectamos un computador directamente al Gateway Remoto y podremos comenzar a navegar con un Internet de Banda Ancha.



4.3.1.3 PRUEBAS DE NAVEGACIÓN Y CONECTIVIDAD

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\Administrador>
C:\Documents and Settings\Administrador>ping www.yahoo.com -t

Haciendo ping a www.yahoo-ht3.akadns.net [209.191.93.52] con 32 bytes de datos:

Respuesta desde 209.191.93.52: bytes=32 tiempo=847ms TTL=48
Respuesta desde 209.191.93.52: bytes=32 tiempo=687ms TTL=48
Respuesta desde 209.191.93.52: bytes=32 tiempo=736ms TTL=48
Respuesta desde 209.191.93.52: bytes=32 tiempo=885ms TTL=48
Respuesta desde 209.191.93.52: bytes=32 tiempo=683ms TTL=48
Respuesta desde 209.191.93.52: bytes=32 tiempo=732ms TTL=48
Respuesta desde 209.191.93.52: bytes=32 tiempo=930ms TTL=48
Respuesta desde 209.191.93.52: bytes=32 tiempo=679ms TTL=48
Respuesta desde 209.191.93.52: bytes=32 tiempo=897ms TTL=48
Respuesta desde 209.191.93.52: bytes=32 tiempo=676ms TTL=48

Estadísticas de ping para 209.191.93.52:
    Paquetes: enviados = 10, recibidos = 10, perdidos = 0
    (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
    Mínimo = 676ms, Máximo = 930ms, Media = 775ms
Control-C
^C
C:\Documents and Settings\Administrador>
```

Figura 4.29 Pruebas de Ping

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\Documents and Settings\Administrador>tracert 198.6.1.6

Traza a la dirección dialcache060.ns.uu.net [198.6.1.6]
sobre un máximo de 30 saltos:

 1  583 ms  589 ms  589 ms  10.0.0.100
 2  576 ms  689 ms  609 ms  192.168.16.3
 3  572 ms  629 ms  579 ms  65.199.245.230
 4  647 ms  639 ms  639 ms  pl-3-nmi-edge01.nwnnetwork.net [63.245.3.251]
 5  623 ms  649 ms  659 ms  v3-nmi-core01.nwnnetwork.net [63.245.5.196]
 6  849 ms  699 ms  639 ms  so-1-0-0-boca-core-01.nwnnetwork.net [63.245.5.64]
 7  804 ms  719 ms  639 ms  POS4-0.GW5.MIA4.ALTER.NET [157.130.73.173]
 8  650 ms  649 ms  639 ms  0.so-5-1-0.XL2.MIA4.ALTER.NET [152.63.84.61]
 9  645 ms  649 ms  659 ms  0.so-2-1-3.XT2.ATL5.ALTER.NET [152.63.81.81]
10  651 ms  648 ms  889 ms  0.so-7-0-0.XR2.ATL5.ALTER.NET [152.63.85.194]
11  656 ms  659 ms  649 ms  192.ATM6-0.GW1.ATL5.ALTER.NET [152.63.80.137]
12  652 ms  659 ms  659 ms  pos5-0.soesr1.atl5.maint.ops.us.uu.net [207.18.172.234]
13  907 ms  659 ms  648 ms  dialcache060.ns.uu.net [198.6.1.6]

Traza completa.
C:\Documents and Settings\Administrador>
```

Figura 4.30 Realización de una traza

4.4 SEGUNDO CASO: CONEXIÓN VPN

Se realizará la configuración de una VPN utilizando la conexión ya establecida con el Gateway Remoto. La estación se encuentra ya navegando entonces se comprobará, el funcionamiento del establecimiento de una conexión VPN utilizando la tecnología InterSky.



4.4.1 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED

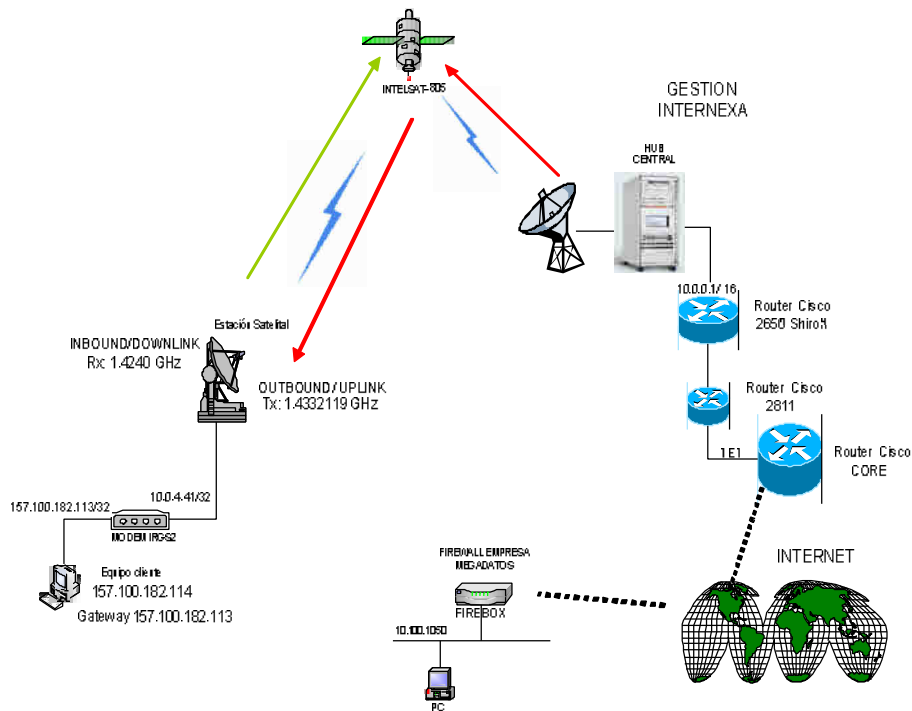


Figura 4.31 Diseño del Segundo Caso

Dado que la estación se encuentra ya navegando lo que necesitamos es un Servidor de VPN para establecer la conexión.

A continuación una pantalla que muestra que existe conectividad con el firewall que se realizara la conexión VPN.

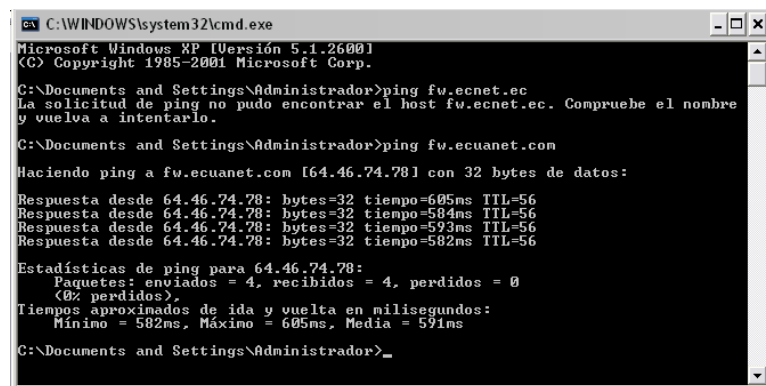


Figura 4.32 Ping hacia el Firewall



A continuación se realizara la conexión VPN utilizando para mayor facilidad el asistente de conexión que esta disponible en Windows XP.

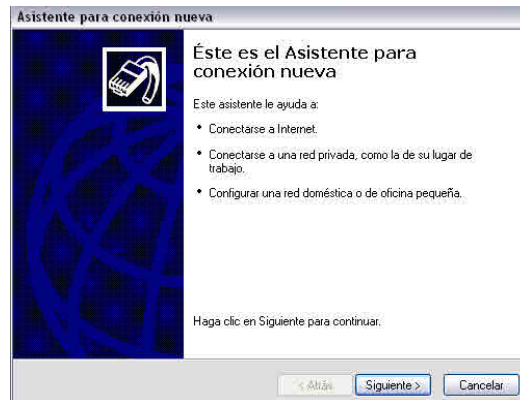


Figura 4.33 Asistente Conexión VPN

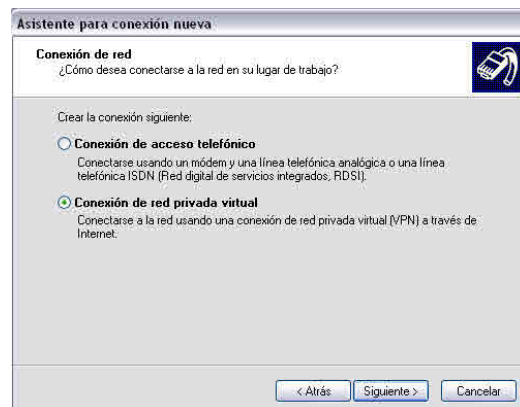


Figura 4.34 Configuración de VPN

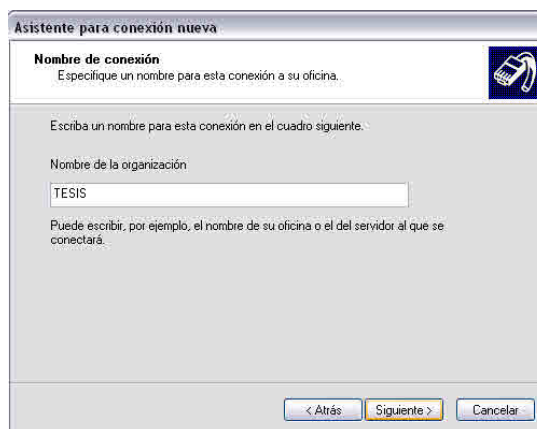


Figura 4.35 Nombre de la Conexión



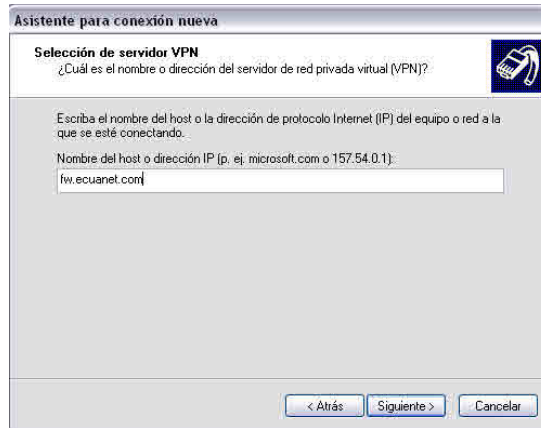


Figura 4.36 Servidor con el que se realizará la conexión

Esta ya entonces configurada la conexión, como vemos no hay mayor complicación en la configuración, y lo importante es la selección del servidor con el que se realizara la VPN, el cual se puede configurar por nombre o por IP.

Se procede entonces a realizar la conexión VPN.

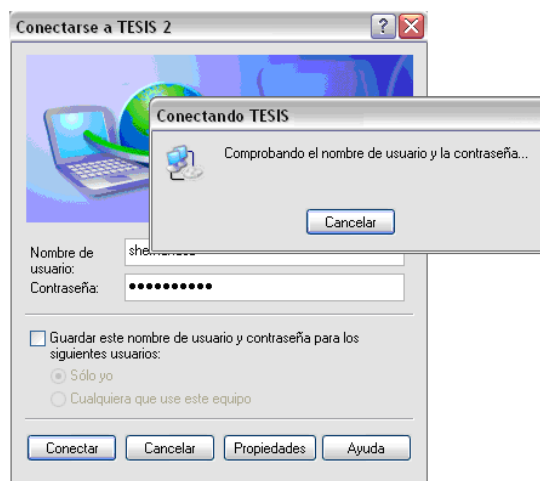


Figura 4.37 Comprobación de Usuario y Clave



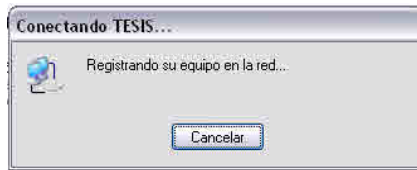


Figura 4.38 Establecimiento de la Conexión

Se encuentra entonces establecida la VPN con el servidor, nos encontramos entonces conectados dentro de la Red Interna de la empresa MEGADATOS.

4.4.2 PRUEBAS DE CONECTIVIDAD

Procedemos a verificar la asignación por parte del servidor de una IP que se encuentre dentro de la red interna de la empresa.

```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
Microsoft Windows XP [Versión 5.1.2600]
(C) Copyright 1985-2001 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Administrador>ipconfig

Configuración IP de Windows

Adaptador Ethernet Conexión de área local :
    Sufijo de conexión específica DNS :
    Dirección IP. . . . . : 157.100.182.114
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.248
    Puerta de enlace predeterminada : 157.100.182.113

Adaptador PPP TESIS :
    Sufijo de conexión específica DNS :
    Dirección IP. . . . . : 10.100.105.3
    Máscara de subred . . . . . : 255.255.255.255
    Puerta de enlace predeterminada : 10.100.105.3

C:\Documents and Settings\Administrador>_
```

Figura 4.39 Verificación de IP

Como se puede observar en la pantalla anterior, se nos ha asignado la IP 10.100.105.3 que en efecto es una IP de la red interna de la empresa.

La siguiente figura muestra la conectividad con otro Host dentro de la Red Interna.



```

C:\Documents and Settings\Administrador>ping 10.100.105.85
Haciendo ping a 10.100.105.85 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=605ms TTL=127
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=618ms TTL=127
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=588ms TTL=127

Estadísticas de ping para 10.100.105.85:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 3, perdidos = 1
    (25% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 588ms, Máximo = 618ms, Media = 603ms

C:\Documents and Settings\Administrador>ping 10.100.105.85 -t
Haciendo ping a 10.100.105.85 con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=595ms TTL=127
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=594ms TTL=127
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=583ms TTL=127
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=591ms TTL=127
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=621ms TTL=127
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=599ms TTL=127
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=608ms TTL=127
Tiempo de espera agotado para esta solicitud.
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=590ms TTL=127
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=609ms TTL=127
Respuesta desde 10.100.105.85: bytes=32 tiempo=620ms TTL=127

Estadísticas de ping para 10.100.105.85:
    Paquetes: enviados = 11, recibidos = 10, perdidos = 1
    (9% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 583ms, Máximo = 621ms, Media = 601ms
Control-C
^C
C:\Documents and Settings\Administrador>

```

Figura 4.40 Muestra de conectividad con la red Interna.

La siguiente gráfica muestra una traza realizada a una página del Internet. En ella se observa claramente en los primeros saltos, que el camino que se toma para salir al mundo, ya no es el mismo que se tenía antes de realizar la VPN (observar traza realizada en el primer caso de estudio), sino que toma la misma ruta del resto de equipos de la red interna. Es decir se ha establecido por completo y sin problemas la conexión VPN.

```

C:\Documents and Settings\Administrador>tracert www.yahoo.com
Traza a la dirección www.yahoo-ht3.akadns.net [209.191.93.52]
sobre un máximo de 30 saltos:

  1  690 ms    669 ms    640 ms    10.100.105.1
  2  649 ms    639 ms    659 ms    64.46.74.77
  3  688 ms    649 ms    659 ms    192.168.6.37
  4  668 ms    659 ms    *         157.100.40.1
  5  659 ms    647 ms    679 ms    208.29.133.9
  6  658 ms    689 ms    669 ms    190.90.2.1
  7  718 ms    719 ms    729 ms    p11-2-nmi-edge01.nwnnetwork.net [63.245.3.21]
  8  807 ms    766 ms    *         v3-nmi-core01.nwnnetwork.net [63.245.5.196]
  9  749 ms    749 ms    729 ms    12.116.154.17
 10  777 ms    769 ms    759 ms    thr1.ormfl.ip.att.net [12.122.82.202]
 11  777 ms    769 ms    789 ms    thr1.hs1tx.ip.att.net [12.122.4.101]
 12  797 ms    769 ms    799 ms    thr2.hs1tx.ip.att.net [12.122.9.170]
 13  753 ms    779 ms    779 ms    thr1.dl1stx.ip.att.net [12.122.10.129]
 14  746 ms    *         *         12.122.100.17
 15  759 ms    759 ms    759 ms    12.86.20.18
 16  777 ms    *         824 ms    ge-1-1-0-p110.msr2.mud.yahoo.com [216.115.104.10
9]
 17  812 ms    779 ms    809 ms    te-9-1-bas-c1.mud.yahoo.com [68.142.193.9]
 18  *         768 ms    779 ms    fi.www.vip.mud.yahoo.com [209.191.93.52]

Traza completa.
C:\Documents and Settings\Administrador>_

```

Figura 4.41 Traza hacia el Internet



4.5 TERCER CASO: VOIP

La voz sobre IP es una de las aplicaciones mas utilizada actualmente por las empresas, Aprovecharemos que tenemos un enlace satelital que se encuentra ya funcionando, lo que se aumentaría al enlace son los equipos que nos permitirán convertir la Voz en datos IP que serán enviados a través del enlace Satelital.

4.5.1 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED

Para el diseño se necesitaran dos enlaces de Internet Independientes. Obviamente nuestra estación satelital será nuestro primer enlace y para efectos de las pruebas, para nuestro segundo enlace haremos uso de una conexión terrestre por medio de cobre, este enlace terrestre esta basado en la tecnología Metroethernet aunque independientemente de la tecnología utilizada, lo importante es que ya contamos con nuestros dos enlaces hacia al Internet y en ellos configuraremos nuestros canales de voz.

4.5.1.1 CONFIGURACIÓN

4.5.1.1.1 CONFIGURACIÓN ENLACE SATELITAL

Partimos del hecho que contamos ya con una estación que posee conectividad IP hacia el mundo, entonces según el diagrama lo único que nos haría falta es configurar en el ruteador una dirección IP que se encuentre en Red con el Gateway Remoto, esto nos proporcionaría de otro equipo (router) que se encontraría con conectividad IP hacia el mundo. Dentro de este router configuraremos las tarjetas FXS que han sido instaladas para efectos del diseño de VOIP y simplemente nos quedaría conectar un teléfono a dichas tarjetas y realizar la conversación telefónica.



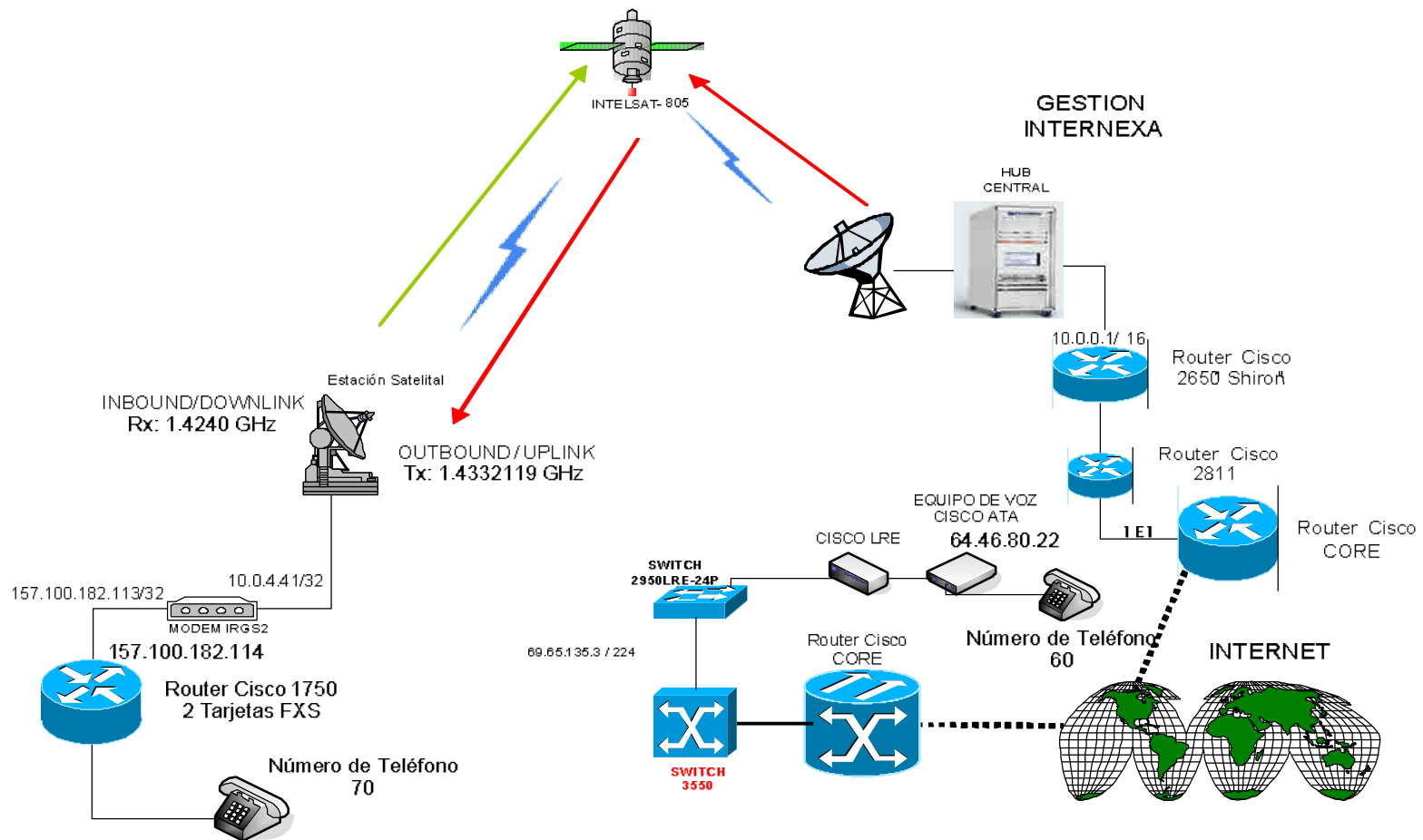


Figura 4.42 Diseño del Tercer Caso de Estudio





Figura 4.43 Router Cisco y Teléfono



Figura 4.44 Tarjetas FXS

En el lado izquierdo podemos observar la tarjeta Ethernet del Router que estará conectado al Gateway Remoto, y del lado derecho la tarjetas FXS que irán conectadas al teléfono para realizar la conversación.



4.5.1.1.1 CONFIGURACIÓN DEL ROUTER

```

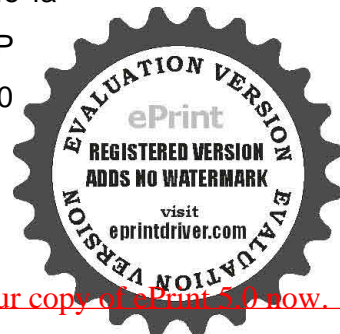
c:\ Telnet 157.100.182.114
:
:
:
interface Ethernet0
ip address 157.100.182.114 255.255.255.248
ip nat outside
half-duplex
:
interface FastEthernet0
ip address 10.100.105.32 255.255.255.192
ip nat outside
speed auto
:
ip nat inside source list 10 interface Ethernet0 overload
ip classless
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 157.100.182.113
no ip http server
:
:
access-list 10 permit 10.100.105.0 0.0.0.63
:
:
voice-port 2/0
voice-port 2/1
:
dial-peer voice 22 voip
destination-pattern 60
session target ipv4:64.46.80.22
reg-qos controlled-load
codec g729r8 bytes 80
ip qos dscp cs5 media
:
dial-peer voice 20 pots
destination-pattern 70
port 2/0
:
:
line con 0
line aux 0
line vty 0 4
password gnituo03
login
:
end
PROYECTO_TESIS#

```

Figura 4.45 Configuración de VOIP en el router

La configuración del Router nos muestra claramente en el recuadro de color rojo la configuración de la dirección IP que estará en red con el Gateway Remoto. El recuadro de color verde nos muestra simplemente una Ruta que le indicará al router que para cualquier petición al Internet su puerta de Salida será el modem Satelital que es el equipo que se encuentra ya con conectividad IP al mundo.

En el recuadro de color amarillo nos muestra ya la configuración de la tarjetas de voz FXS, en el se puede observar que la conexión de VOIP realizará con un equipo CISCO ATA que tiene la dirección IP 64.46.80



y que es nuestro segundo enlace el cual tendrá un número de Extensión 60, el resto de configuración solo es el tipo de compresión que se le dará a la voz y el número de extensión de nuestro equipo que será el 70 es decir nuestro número de teléfono.

4.5.1.1.2 CONFIGURACIÓN ENLACE TERRESTRE

Lo primordial del diseño del segundo enlace, es el hecho de hacer que nuestro equipo de voz CISCO ATA tenga también conectividad IP al mundo para que por medio de la Red del INTERNET pueda ser capaz de conectarse con nuestro primer enlace.

Como ya se mencionó anteriormente este segundo enlace será realizado utilizando la tecnología Metroethernet. Para no extendernos en la explicación, diremos simplemente que contamos con el router CORE de un ISP que nos ha ayudado con la realización de estas pruebas, el cual tiene conectividad IP hacia el INTERNET. Entonces en el configuraremos nuestra dirección IP y por medio de equipos extensores de LAN llegaremos hasta nuestro equipo de voz CISCO ATA, el cual tendrá una dirección IP que estará en red con el router CORE el mismo que nos permitirá navegar por el Internet y conectarnos con nuestro primer enlace.



Figura 4.46 CISCO 575 LRE

El Cisco 575 LRE es un equipo extensor de LAN el cual es utilizado como equipo Terminal CPE en la tecnología metroethernet.





Figura 4.47 Cisco ATA

El Cisco ATA es el equipo que nos permitirá transformar la voz en datos IP, y viceversa, para realizar la transmisión de voz sobre IP de nuestro caso de estudio.

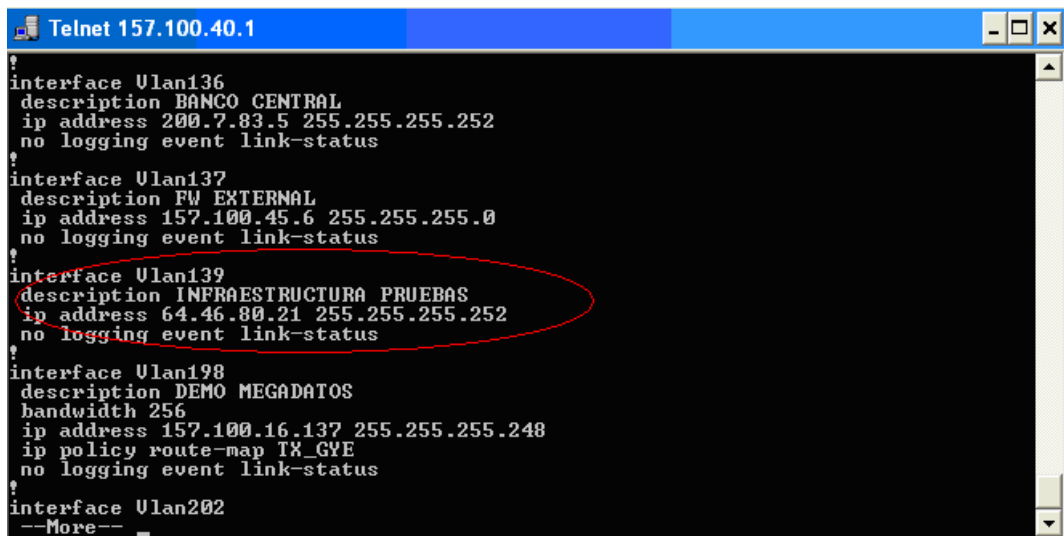


Figura 4.48 Conexión Final

La pantalla anterior nos muestra la conexión final del enlace terrestre, en lado derecho. El LRE que estará conectado al router CORE que nos permitirá navegar en el Internet, en el centro el equipo de VOZ que estará conectado al LRE y al lado izquierdo el teléfono para realizar las pruebas de Voz.



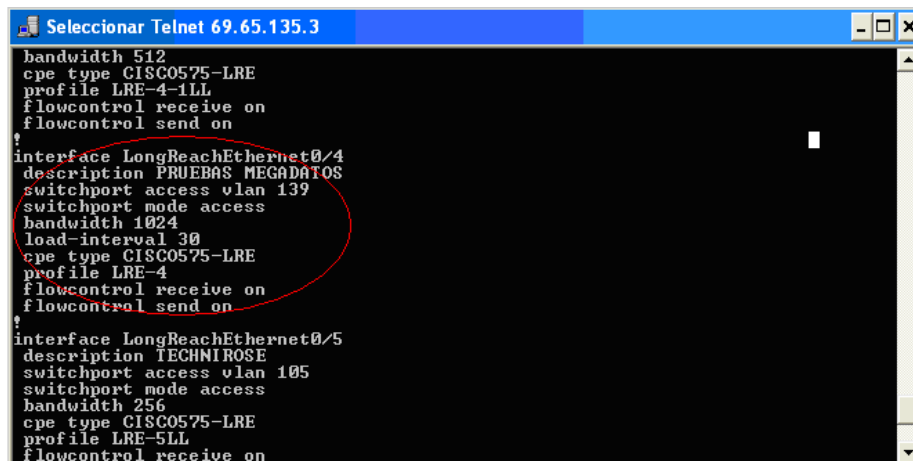
4.5.1.1.2 CONFIGURACIÓN DEL ROUTER CORE



```
Telnet 157.100.40.1
?
interface Ulan136
description BANCO CENTRAL
ip address 200.7.83.5 255.255.255.252
no logging event link-status
?
interface Ulan137
description FW EXTERNAL
ip address 157.100.45.6 255.255.255.0
no logging event link-status
?
interface Ulan139
description INFRAESTRUCTURA PRUEBAS
ip address 64.46.80.21 255.255.255.252
no logging event link-status
?
interface Ulan198
description DEMO MEGADATOS
bandwidth 256
ip address 157.100.16.137 255.255.255.248
ip policy route-map TX_GYE
no logging event link-status
?
interface Ulan202
--More--
```

Figura 4.49 Configuración Router Core

4.5.1.1.2.2 CONFIGURACIÓN DEL SWITCH INTERMEDIO ENTRE EL LRE Y EL ROUTER CORE



```
Seleccionar Telnet 69.65.135.3
bandwidth 512
cpe type CISC0575-LRE
profile LRE-4-1LL
flowcontrol receive on
flowcontrol send on
?
interface LongReachEthernet0/4
description PRUEBAS MEGADATOS
switchport access vlan 139
switchport mode access
bandwidth 1024
load-interval 30
cpe type CISC0575-LRE
profile LRE-4
flowcontrol receive on
flowcontrol send on
?
interface LongReachEthernet0/5
description TECHNIROSE
switchport access vlan 105
switchport mode access
bandwidth 256
cpe type CISC0575-LRE
profile LRE-5LL
flowcontrol receive on
```

Figura 4.50 Configuración Switch

4.5.1.1.2.3 CONFIGURACIÓN DEL EQUIPO DE VOZ

La configuración de VOZ es muy sencilla, y el concepto es el mismo al realizado en el router. Nuestro equipo tendrá la extensión 60 (número teléfono) y se conectará con el router que lleva por dirección IP



157.100.182.114. La puerta de salida de nuestro equipo de voz será el router CORE.

Configurados los enlaces, ambos se encuentran ya con conectividad al mundo por lo que pueden verse entre si, como muestra la siguiente pantalla.

```
Telnet 157.100.182.114
User Access Verification
Password:
PROYECTO_TESIS>ena
Password:
PROYECTO_TESIS#trace
PROYECTO_TESIS#traceroute 64.46.80.22

Type escape sequence to abort.
Tracing the route to 64.46.80.22

 0  10.0.0.100  648 msec 660 msec 700 msec
 1  192.168.16.3  632 msec 680 msec 640 msec
 2  65.199.245.230  668 msec 656 msec 692 msec
 3  sl-gw15-orl-2-0.sprintlink.net (144.223.67.65) 700 msec 748 msec 700 msec
 4  sl-bb22-orl-14-2.sprintlink.net (144.232.2.165) 712 msec 728 msec 720 msec
 5  sl-bb21-mia-14-0-0.sprintlink.net (144.232.8.54) 680 msec 748 msec 708 msec
 6  sl-st21-mia-4-0.sprintlink.net (144.232.2.201) 752 msec 700 msec 688 msec
 7  sl-tiws-6-0.sprintlink.net (144.223.244.90) 776 msec 716 msec 700 msec
 8  So6-3-0-0-grtmiabr4.red.telefonica-wholesale.net (213.140.43.197) 716 msec 776 msec 736 msec
 9  So6-2-0-0-grtlurem3.red.telefonica-wholesale.net (213.140.43.157) 756 msec 844 msec 836 msec
10  So3-3-0-0-grtlurem3.red.telefonica-wholesale.net (213.140.38.69) 844 msec 836 msec 776 msec
11  So6-2-0-0-grtlurem3.red.telefonica-wholesale.net (213.140.43.157) 836 msec 816 msec 776 msec
12  So1-0-0-0-grtlinli1.red.telefonica-wholesale.net (213.140.43.181) 816 msec 776 msec 796 msec
13  So1-3-0-0-graguyec2.red.telefonica-wholesale.net (213.140.36.105) 836 msec 808 msec 780 msec
14  ECUANET-0-1-1-0-graguyec2.red.telefonica-wholesale.net.9.16.84.in-addr.arpa (84.16.9.122) 836 msec 808 msec 780 msec
15  64.46.84.221  728 msec 804 msec 748 msec
16  64.46.80.22  820 msec 868 msec 836 msec
PROYECTO_TESIS#_
```

Figura 4.51 Prueba de conectividad realizada desde el Enlace Satelital al Enlace Terrestre



CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- La puesta en marcha de una estación satelital de IpSky no necesita de ningún software. A diferencia de otros equipos satelitales como la IDIRECT, que necesita de un software adicional para la configuración y apuntamiento de la estación, esta información es enviada al Hub Central que crea un archivo único para cada. En el caso del sistema IPSky el apuntamiento es muy sencillo, pues el ángulo de elevación es prácticamente el mismo para cualquier estación en cualquier punto del país, en azimut simplemente habrá que apuntar hacia el este y no se necesita de ningún software especial para dicho apuntamiento, ni de cargar al modem satelital algún archivo adicional.
- La tecnología IPSKY provee conectividad de banda ancha con un alto grado de disponibilidad aun en zonas lluviosas sin la necesidad de equipamiento adicional o la emisión de mayor potencia, gracias a que utiliza un control automático de potencia (APC) y técnicas avanzadas de modulación y codificación (ACM)
- IPSky, basado en la tecnología InterSKY, está diseñado para transmitir TCP-IP puro entre la estación remota y el HUB central. Muchas otras soluciones satelitales tienen que hacer uso de protocolos aceleradores para mejorar el “throughput” del enlace. Como IPSky puede transmitir TCP-IP puro, se garantiza que el paquete se transmitirá completamente intacto sin necesidad de alteraciones en las cabeceras.



- El trabajar en banda Ku hace que el tamaño de la antena sea menor (1.2m) al de otras soluciones satelitales que por lo general trabajan en Banda C. Esto hace que los requerimientos de un espacio físico para la estación terrena sean menores.
- El hecho de que el modem Satelital nos entregue una interfaz ethernet lista para iniciar la navegación, hace que sea un sistema de fácil manipulación al usuario como se comprobó en el primer caso de estudio.
- Para dimensionar el Ancho de Banda necesario para un cliente habrá que tomar muy en cuenta las aplicaciones y el tipo de tráfico a transmitir por parte del mismo, con el afán de ofrecer un canal apropiado y con optimización de recursos.

6.2 RECOMENDACIONES

- El satélite utilizado por el proveedor satelital, deberá contar con las condiciones técnicas ideales (elevada PIRE, alta sensibilidad y alta disponibilidad) requeridas para lograr el uso de terminales remotos de pequeñas dimensiones y una alta confiabilidad y calidad en el servicio.
- Provisión de la capacidad en infraestructura y potencia de la estación central: antena, amplificadores (200 Watts de potencia), control de potencia y convertidores de frecuencia.
- Pruebas de desempeño y estabilidad: potencia y frecuencia de las portadoras de subida (OutBound) y monitoreo de las portadoras de bajada (Inbound).



- Operación del segmento espacial (asignación de frecuencias, optimización de recurso de la red, análisis de interferencias, potencias y anchos de bandas).
- Al momento de la instalación y soporte e una estación terrena se puede tener en cuenta las siguientes sugerencias:
 - ✚ Ante problemas de energía eléctrica, si el Tx no engancha, se debe apagar el equipo y revisar el fusible del BUC.
 - ✚ La conexión de cables de Tx y Rx solo se lo debe hacer apagado el equipo.
 - ✚ En la actualización de software de nuevas versiones el equipo no debe ser apagado.
 - ✚ El FEED es un elemento sensible a la humedad si no está hermético, ocasiona intermitencias y pérdida de potencia, de igual forma sucede con los conectores y el cable.
 - ✚ Para un control de las estaciones terrenas se puede realizar un monitoreo del tráfico de las estaciones, mediante programas SNMP utilizando la comunidad: **public**.
- Ante el problema de pagar por una licencia para poder ofrecer calidad de servicio para cierta aplicaciones de un cliente como VOIP, podemos recomendar lo siguiente:
 - ✚ Dado que el ancho de banda en el Hub Central se asigna según la red del cliente, podemos añadir una red secundaria al modem, la cual podría ser utilizado para la VOIP y asignarle un ancho de Banda adecuado, con esto se garantizaría el Ancho Banda para las aplicaciones del cliente



BIBLIOGRAFÍA

- 1 INTELSAT "Earth Station Technology" Revision 5, June 1999
- 2 Tomasi, Wayne "Sistemas de Comunicaciones Electrónicas", 1996
- 3 Rosado, Carlos "Comunicación por satélite Principios, tecnologías y sistemas" Asociación Hispanoamericana de Centros de Investigación y Empresas de Telecomunicaciones (AHCJET), 2000
- 4 Egas, Carlos "Comunicaciones Satelitales"
- 5 Shiron Satellite Communications "IRG30 Remote Gateway Operation Manual" April 2005 Catalog Number LT005 Rev B Released
- 6 <http://www.shiron.com> Sitio web de Shiron Satellite Communications
- 7 Laufer, Shaul "Cost Reduction through Resource Management and Bandwidth Processing", 2004
- 8 M. Brady & M. Rogers "Digital Video Broadcasting Return Channel via Satellite (DVB-RCS) Background Book", 25 de Noviembre 2002 Nera Broadband Satellite AS.
- 9 Matos, Jorge "Internet por Satélite sobre DVB-RCS", 5 de Marzo 2004
- 10 ETSI "EN 300 421 V1.1.2 Digital Video Broadcasting (DVB); Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services"
- 11 ETSI "ETSI EN 302 307 V1.1.1 Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering & other broadband satellite applications"



- 12 ETSI “ETSI EN 301 790 V1.3.1 Digital Video Broadcasting (DVB); Interaction channel for satellite distribution systems”
- 13 ETSI “ETSI EN 301 192 V1.4.1 Digital Video Broadcasting (DVB); DVB specification for data broadcasting”
- 14 Delgado, Alejandro “FLUJOS DE PROGRAMA Y DE TRANSPORTE MPEG-2 APLICACIÓN A DVB”, TSMPEG2D Rev.02 Jun-01
- 15 Stallings, William “Comunicaciones y Redes de Computadoras” 7ma. Edición Pearson Educación S.A. Madrid 2004.
- 16 Hidalgo, Pablo “Comunicación Digital”
- 17 www.intelsat.com Sitio web de INTELSAT Satellites
- 18 Bravo, William “Estudio de TCP sobre enlaces satelitales y del estándar DVB-S, orientado a aplicaciones de transmisión de datos” Noviembre 2005
- 19 www.ecuanet.com Único Proveedor nacional del servicio IP-Sky

