



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

REDES PRIVADAS DE COMUNICACION
VIA SATELITE, ANALISIS Y DISEÑO

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
P R E S E N T A:

ALFONSO ALFARO PEÑA



DIRECTOR DE TESIS:
ING. HUMBERTO FLORES GONZALEZ

MEXICO, D. F. TESIS CON 1994
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS:

- A MIS PADRES JOEL Y MARGARITA,
PORQUE CON AMOR, ESmero Y LUCHA
ME AYUDARON A REALIZAR UNA DE
MIS MAS GRANDES METAS Y ANHELOS; LOS AMO,
GRACIAS, GRACIAS

- A MIS HERMANOS:
JAIME
ANA
PATRICIA
GABRIEL
HECTOR
ROCIO.

POR EL EJEMPLO QUE ME DIERON
Y POR EL EJEMPLO QUE LES OFREZCO.

- A TI RUTH PORQUE SIEMPRE HAS DEMOSTRADO
TU CARINO Y AMISTAD, EN TODO MOMENTO,
GRACIAS.

- AL ING. HUMBERTO FLORES GONZALEZ
POR SU VALIOSA COLABORACION Y PACIENCIA
EN LA REALIZACION DE ESTE TRABAJO
DE TESIS.

- A MIS PARIENTES Y AMIGOS.

REDES PRIVADAS DE COMUNICACION VIA SATELITE, ANALISIS Y DISEÑO.

Objetivo: En la actualidad los sistemas de comunicación vía satélite en México han adquirido una enorme importancia y relevancia a los problemas de servicio, calidad y disponibilidad de los sistemas terrestres. El objetivo primordial de este trabajo de tesis es cubrir los criterios y la metodología necesarios para el diseño y la implementación de una red privada (tipo VSAT) de comunicaciones vía satélite. Mostrando obviamente las ventajas y/o desventajas que se tienen con respecto a los sistemas terrestres convencionales.

Temario:

1.- Introducción a las comunicaciones vía satélite

1.1 - Comunicaciones vía satélite	pag. (4)
1.2 - Ecuaciones de enlace	(15)
1.3 - Técnicas de acceso	(20)
1.4 - Estaciones terrenas maestras y estaciones de pequeña apertura.	(28)

2.- Redes de comunicaciones

2.1 - Redes terrestres y topologías	(37)
2.2 - Redes satelitales y topologías	(40)
2.3 - Comparación entre ambos tipos de redes (ventajas y desventajas).	(43)
2.4 - Aplicaciones adecuadas a las redes satelitales privadas	
2.4.1 - Redes para voz y datos	(44)
2.4.2 - Redes para videoconferencias	(45)
2.4.3 - Redes para localización de unidades móviles	(46)

3.- Tecnología existente para estaciones terrenas para redes privadas.

3.1 - Equipos para redes con acceso SCPC / FDMA	(51)
3.2 - Equipos para redes con acceso SCPC / DAMA	(53)
3.3 - Equipos para redes con accesos TDM / TDMA	(66)
3.4 - Equipos para redes con acceso TDMA	(75)
3.5 - Equipos adicionales requeridos	
- Multiplexores	(79)
- Codecs de video	(81)
- Técnicas para compresión y procesamiento de voz	(84)
- Técnicas para el manejo de fax	(85)

- 4.- Análisis y Diseño de una red privada para voz, datos y videoconferencia.

- 4.1 - Identificación de los requerimientos del usuario (89)
- 4.2 - Análisis de las matrices de tráfico y conectividad
- 4.3 - Selección de la técnica de acceso mas adecuada en función de los requerimientos del usuario (análisis técnico - económico) (92)
- 4.4 - Diseño de la red en base a la técnica seleccionada (93)
 - 4.4.1 - Selección de la banda de frecuencias a utilizar
 - 4.4.2 - Dimensionamiento de los equipos
 - 4.4.3 - Realización de los cálculos de enlace (104)

- 5.- Comentarios y conclusiones. (117)

TEMA 1 .- INTRODUCCION A LAS COMUNICACIONES VIA SATELITE

1.1 COMUNICACIONES VIA SATELITE

Uno de los resultados más notables y de gran utilidad obtenidos a partir de los programas espaciales y su gran desarrollo, es la tecnología de los satélites artificiales. Gracias a ellos conocemos con más precisión los recursos naturales de la tierra y los fenómenos meteorológicos, las distancias entre las ciudades y los países se han acortado y ahora pueden intercambiar información casi instantáneamente, y mas allá de las capas atmosféricas podemos observar y comprender mejor el Universo.

Los satélites integran una gran familia, y parte de ella la constituyen los que están abocados específicamente a los servicios para las comunicaciones; dentro de estos últimos, existen algunas variantes, pero los geoestacionarios son los más importantes y los que mas se utilizan en la actualidad. Con ellos es ahora posible comunicar lugares muy alejados o que previamente eran inaccesibles, y la cantidad y variedad de información que transmiten y reciben es sorprendente. Por ejemplo, se pueden ver en vivo programas de TV que se estén transmitiendo en otra ciudad o en otro país, hablar por teléfono a cualquier parte del mundo, aún en el caso de que la persona se encuentre a bordo de una veloz embarcación en alta mar, Tx todas las páginas de un periódico incluyendo fotografías, realizar juntas de trabajo a distancia mediante videoconferencias, transmitir cursos de actualización y de entrenamiento a zonas urbanas y rurales, efectuar diagnósticos clínicos a muchos kilómetros de distancia, realizar transacciones bancarias, actualizar bancos de datos para computadoras, todo esto y mas para la dinámica evolutiva de la sociedad.

ORBITAS DE ACCION :

Los satélites de comunicación modernos tienen órbitas muy diferentes de sus predecesores en el ámbito experimental. La órbita de una altura aprox. de 36000 Km sobre el nivel del mar, es muy especial, en la que un satélite a esa altura toma exactamente 24 hr. para viajar alrededor de la tierra. Si su órbita se encuentra en el ecuador y lleva la misma dirección que la rotación de la tierra, entonces se puede observar como estacionario desde un punto de la tierra. El área de vista de un satélite en esa órbita geoestacionaria es aprox. de un tercio del globo. En general podemos clasificar las órbitas teóricas en tres grupos a saber:

ORBITAS BAJAS: de una altura de 169 a 507 Km, con un periodo de rotación de 1.5hr. aprox. y un tiempo en línea de vista de 1/4 hr.

ORBITA DE ALTITUD MEDIA: a una altura típica de 10140 a 20280 Km, con un periodo de rotación de 5.5 hr. aprox. y un tiempo en línea de vista de 2 a 4 hr ; generalmente se trata de órbitas elípticas.

ORBITAS GEOESTACIONARIAS: a una altura aprox. de 36000 Km, con periodos de rotación de 24 hr. y con un tiempo en línea de vista de 24hr. permanentemente durante su vida útil.

Cuando un satélite se encuentra operando en una órbita geoestacionaria , es interesante considerar los siguientes datos:

_ Dado el rango de cubrimiento del satélite sobre el globo terráqueo (aprox. 42.4%), la máxima distancia de Tx (transmisión) entre una estación terrena y el satélite será de 41747.1 Km, mientras que la distancia mínima se localiza a 90 grados sobre el ecuador, esto es, 36000 Km.

_ El tiempo de propagación de subida y de bajada mínima es de 239.6 ms. mientras que el max. es 278.95 ms., también llamado tiempo de retardo.

_ La velocidad de desplazamiento del satélite sobre su órbita es de 11068.3 km/h.

_ La max. distancia recomendada de enlace entre una estación terrena y otra utilizada será de 17940 km aprox.

Las ventajas que una órbita geoestacionaria presenta en los sistemas de comunicación son |

_ El satélite se mantiene relativamente estacionario con respecto a las antenas de la tierra, por lo que éstas no tienen necesidad de rastrearlo.

_ La Tx y Rx es continua durante las 24 hr. del día, y no se ve interrumpida por línea de vista.

_ Debido a su ubicación, el satélite está en línea de vista en el 42.4% de la superficie de la tierra, y por lo tanto un mayor número de estaciones terrenas pueden intercomunicarse.

_ Con tres satélites es posible cubrir la totalidad de la tierra.

_ Relativamente el efecto Doppler es despreciable (excepto en el caso de redes TDMA en donde hay que tomarlo en cuenta para la temporización de la red).

DESVENTAJAS |

_ No se cubren latitudes mayores de 81.25 norte - sur

_ Existe una atenuación considerable cuando la densidad de lluvia es muy grande.

_ El tiempo de retardo para Tx (transmitir) y Rx (recibir) es de 270ms en promedio.

ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DE UN SATELITE

Un satélite es un sistema muy complejo y delicado, integrado por varios subsistemas; cada uno de ellos es igual de importante pues su probable falla podría causar la inutilidad parcial o total del conjunto. El satélite necesita energía eléctrica, disipar calor, corregir sus movimientos y mantenerse en equilibrio, ser capaz de regular su temperatura, ser resistente al medio ambiente en el que vive, y desde luego poder comunicarse con la tierra. La confiabilidad del equipo empleado es de suma importancia ya que se desea Tx y Rx información ininterrumpidamente por varios años. Una vez lanzado el satélite, la posibilidad de reparación queda excluida; por esta razón varios de los subsistemas que lo integran se montan por duplicado (subsistemas redundantes) y se conmutan ya sea en línea automáticamente, o bien por medio de comandos Tx desde la tierra.

SUBSISTEMA DE COMUNICACIONES

Las señales de comunicaciones (telefonía, TV, e información digital) recibidas por el satélite entran a el a través de sus antenas, y ellas mismas se encargan de retransmitir toda esa información hacia la tierra, después de procesarla debidamente. Los principales pasos del proceso son amplificar las señales a un nivel de potencia adecuado, para que puedan ser recibidas a su regreso con buena calidad, así como cambiarlas de frecuencia, para que salgan por el conjunto de antenas sin interferir con las señales que llegan simultáneamente. El subsistema de comunicaciones realiza estas funciones mediante filtros, amplificadores, convertidores de frecuencia, conmutadores y multiplexores.

Las bandas de frecuencia que se han determinado para comunicación vía satélite y más utilizadas están por debajo de 14.5 GHz, dado que arriba de 10 GHz la propagación a través de la atmósfera de la tierra se ve seriamente afectada por la lluvia y otros fenómenos climatológicos, produciendo grandes atenuaciones.

Las bandas de 4-6 GHz son las que se emplearon con mucho más frecuencia. Se les clasifica como banda C, mientras que las de 11 - 14 GHz son de banda Ku, con estas frecuencias de operación trabajan los satélites civiles geoestacionarios.

Dada la gran cantidad de satélites que se encuentran en órbita la congestión en las bandas 4/6 GHz ha forzado que en los nuevos sistemas se considere la necesidad de operarlos a mayores frecuencias, para éste caso la banda Ku. Normalmente la separación típica entre satélites es de 3 grados, para prevenir que las estaciones terrenas causan interferencias a satélites adyacentes, de tal forma que una órbita geoestacionaria pueda acomodar a 40 satélites operando en la misma frecuencia en una línea de vista de 120 grados. Actualmente los satélites de Norteamérica están localizados a 2 grados.

La fuerte congestión de la banda C se debe principalmente a que son las mismas utilizadas en microondas terrestres. Por otro lado la banda Ka (17 -31 GHz) es muy poco utilizada, debido a que su uso requiere de mas desarrollo tecnológico y comercial.

Con las frecuencias bajas se limita el ancho de banda y la interferencia es mayor. Las frecuencias mas altas ofrecen

la ventaja de mayores anchos de banda, pero se presentan dificultades en la propagación.

Un enlace de comunicación simple, lo conforman una estación terrena transmisora, el satélite, una estación terrena receptora y las trayectorias de propagación de las señales. A la trayectoria completa de cada repetidor, comprendiendo, todos sus equipos desde la salida de la antena receptora hasta la entrada de la antena transmisora en el satélite, se le da el nombre de transpondedor, o sea que el subsistema de comunicaciones consta de muchos transpondedores, y su número depende del diseño del satélite.

Al rango de frecuencias que hay entre la frecuencia más alta y la más baja de las que se transmiten, se les da el nombre de ancho de banda (Bw). Cuanto mayor sea el Bw de un equipo, este será más capaz de trabajar de igual forma dentro de un mayor rango de frecuencias. El Bw utilizado tanto en el enlace de subida como en el de bajada es de 500 MHz y es el más común utilizado en los sistemas actuales. A fin de aprovecharlo y optimizar su uso, se pueden llevar a cabo varias combinaciones en la distribución de su espacio en frecuencia según las necesidades de aplicación. El ancho de banda satelital de 500 MHz del transpondedor, puede tener combinaciones de grupos de canales en banda angosta (36 MHz) y en banda ancha (72 y 108 MHz)

Cada uno de los grupos tiene aplicación diversa para acomodar circuitos telefónicos, canales de video, o de transmisión de datos, siempre siguiendo las normas y recomendaciones internacionales. Normalmente a cada uno de estos grupos se le asigna y corresponde en su respectivo satélite un transpondedor. fig.1.1

Si consideramos que actualmente en la banda C la mayoría de los sistemas de transmisión operan con polarización lineal. El empleo tanto de polarización vertical así como de la horizontal, duplica el Bw disponible a 1000 MHz; A esto se le llama reuso de frecuencia. Esta característica se puede apreciar en la tabla 1.1.

Los satélites comunes de 4/6 Ghz tienen 12 ó 24 transpondedores. La mayoría de los satélites de comunicaciones tienen sus transpondedores en paralelo, frecuentemente con varias antenas de haz angosto o pincel. En la antena receptora inciden las señales procedentes de las estaciones terrenas con una frecuencia central de subida. Esta señal pasa a través de un filtro pasabandas y es preamplificado con un circuito de bajo ruido; ésta frecuencia

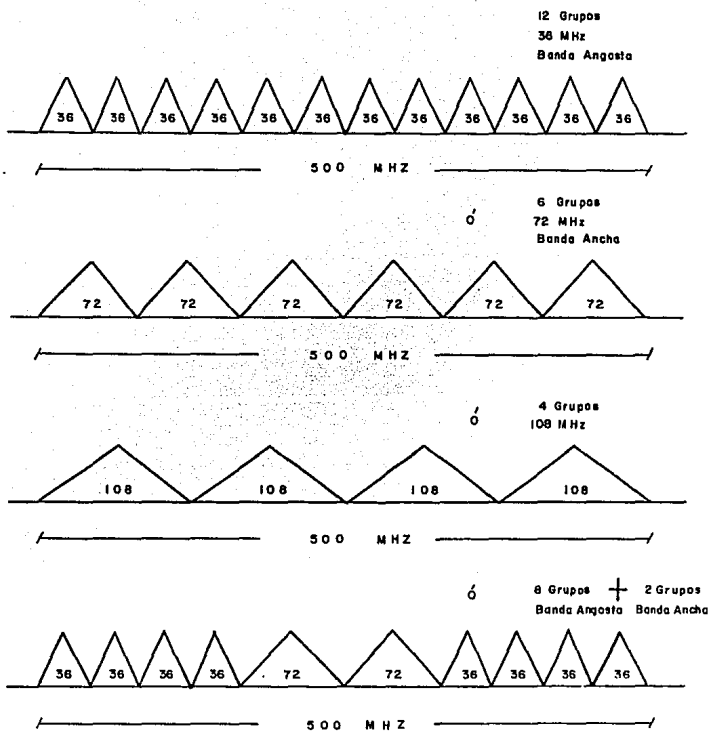


FIGURA 1.1 REPRESENTACION DEL BW DE 500 MHZ EN EL TRANSPONDEDOR SATELITAL

es convertida mediante un oscilador local de 6 a 4 GHz para pasar nuevamente por un filtro pasabandas hacia un amplificador de potencia o tubo de ondas progresivas TWT (travel wave tube amplifier) con una potencia típica de 5 watts, señal que será retransmitida hacia otra estación terrena destinada con cierta frecuencia central de bajada, figura 1.2.

El amplificador de bajo ruido, tiene poca potencia de salida; éste aparato genera internamente muy poco ruido, que se suma a las señales originales que entran a él para su amplificación. El convertidor de frecuencia lo que hace es multiplicar las señales que entran con otra generada internamente, y las desplaza a frecuencias mas bajas en el espectro radioeléctrico. El demultiplexor separa las señales en grupos o bloques, esto es que la información completa de 500 MHz de Bw, entra al multiplexor y en su interior, mediante filtros, se separan los canales en bloques de 36 MHz cada uno, dependiendo del diseño del satélite en particular. A continuación cada bloque pasa por una etapa muy fuerte de amplificación, proporcionada por un amplificador de potencia, y después todos los bloques son reunidos nuevamente en un solo conjunto de 500 MHz de Bw, a través de un multiplexor, conectado a la antena Tx del satélite. El atenuador o resistencia variable, sirve para disminuir a control remoto, y en distinto grado, la intensidad del bloque de señales que entra a cada amplificador de potencia. La regulación de la intensidad de entrada permite operar el amplificador de potencia en distintas condiciones o puntos de trabajo, es decir, se puede controlar la cantidad de potencia que salga de él.

SUBSISTEMA DE ANTENAS |

Las antenas pueden ser de corneta para iluminación global y/o antenas parabólicas para iluminación de haz pincel. Las antenas reciben las señales de radiofrecuencia proveniente de la estación terrena transmisora, y después de ser procesadas en el satélite, la transmite de regreso a la tierra, concentradas en un haz de potencia. en algunos casos, las antenas que reciben son distintas de las que transmiten, pero también es posible que una sola reciba y transmita al mismo tiempo, utilizando para ello frecuencias y elementos de alimentación diferentes. Los alimentadores son generalmente antenas de corneta conectadas a guías de onda que emiten energía hacia un reflector parabólico, o bien la captan de este último para entregarsela a los equipos receptores.

Las antenas son al mismo tiempo, el puerto de entrada y de salida del sistema electrónico en el interior del

Nº DE PORTADORES	BW Por Portadora MHz	Nº de Canales Por Portadora	Nº de Portadoras en el Tronco de Frecuencia
1	36	900	250
4	3 de 10 y 1 de 5	132 60	4 FC
7	5	60	4 FC
14	2.5	24	330

TABLA 1.1

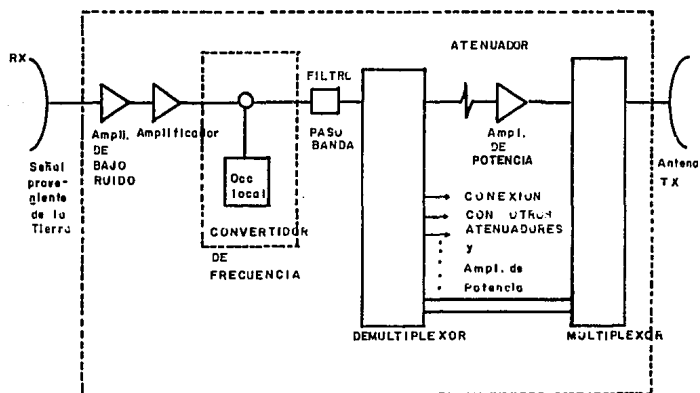


FIGURA 1.2 SUBSISTEMA DE COMUNICACIONES

satélite; son la interfase o etapa de transformación entre las señales electromagnéticas que viajan en el espacio y las señales que circulan dentro de varios de sus subsistemas. Las hay de distintos tamaños, configuraciones y acabados, según las frecuencias a las que tengan que trabajar y la cobertura que deban tener de ciertas zonas geográficas de la tierra.

La antena de telemetría y comando no es parabólica ni de corneta, normalmente es una antena biconica, cuya radiación es casi omnidireccional, es decir, emite mas o menos con la misma intensidad en todas direcciones ; con esto, si el satélite cambia bruscamente de orientación, su comunicación con el centro de control no se pierde.

SUBSISTEMA DE SEGUIMIENTO |

Este subsistema cuenta siempre con la información exacta de la ubicación y posición del satélite. El satélite esta sujeto a varios fenómenos naturales que alteran su posición a largo y corto plazo. En un lapso de 8 días puede sufrir oscilaciones que son efectos de las fuerzas de atracción del sol y la luna.

El satélite tiene un dispositivo que genera una señal de identificación en codificación binaria, misma que se transmite continuamente a la estación terrena a través de un transpondedor o del transmisor de telemetría, a fin de que la estación pueda rastrear el satélite.

SUBSISTEMA DE TELEMETRIA |

Mediante este subsistema se Tx información en frecuencias portadoras empleando modulación por pulsos codificados, a fin de monitorear continuamente el funcionamiento de todos los demás subsistemas del satélite. También existe la posibilidad de Tx en modulación en frecuencia cuando se envían datos de provenientes del sol y tierra o del generador maestro de pulsos (para determinar la inclinación del satélite). La salida del receptor de comandos también puede conectarse al transmisor de telemetría para formar un transpondedor mediante el cual se realizan mediciones de la distancia del satélite al centro de control.

En general aquí se emplea de un transmisor que envía hacia la tierra la información colectada de los diferentes sensores localizados en el satélite para su monitoreo. Los principales parámetros censados son: presión de los tanques

de combustible, nivel de combustible, potencia consumida en cada subsistema, temperatura de la estructura, estado de operación de equipos redundantes, voltaje y corriente de diferentes subsistemas.

SUBSISTEMA DE COMANDO |

Permite un control del satélite a partir de instrucciones que se envían desde tierra. Es un receptor de comandos en tonos modulados a 6 GHz. Después de ser trasladados a una frecuencia menor, se demodulan por un discriminador. Esta codificación Tx señales de ejecución a los diferentes subsistemas.

SUBSISTEMA DE CONTROL DE POSICION |

Este proporciona control de la velocidad y estabilización de la posición del eje de giro, así como control de apuntamiento de la antena y celdas Solares.

SUBSISTEMA DE CORRECCION DE ORBITA |

Para el control de la inclinación y de la posición orbital del satélite se emplean dos grupos idénticos e independientes de propulsores a base de hidracina, montados en posición radial y axial con respecto al eje de giro del satélite (se aplica únicamente a satélites con estabilización por giro).

SUBSISTEMA DE ALIMENTACION |

La potencia necesaria para la operación del satélite se obtiene mediante celdas Solares montadas en los paneles que rodean la estructura giratoria. Proporcionan energía a una barra colectora de distribución con una tensión cte. (48 , 30 o 24 Vcd) cargando baterías durante la acción solar. para la operación durante los eclipses se emplean baterías redundantes de nickel-cadmio.

SUBSISTEMA TERMICO |

Para el control de temperatura se emplean elementos activos y pasivos. Cubiertas de material aislante cubren la pérdida de calor en los extremos, y las antenas de comunicación están cubiertas con protectores Solares. Un radiador térmico, colocado entre los paneles Solares

posterior y anterior , disipa el calor generado por el subsistema de comunicaciones. Calentadores termostáticos desactivables mediante comando, se encuentran instalados en unidades sensibles a los cambios de temperatura, tales como los amplificadores y baterías, manteniendo y conservando la temperatura del satélite entre 5 y 15 grados centígrados.

MEXICO A LA VANGUARDIA

El uso de las comunicaciones vía satélite en México se remonta al año 1968, cuando se utilizó la estación terrena de Tulancingo I en conjunto con un satélite INTELSALT. El sistema MORELOS DE SATELITE (SMS), proyecto a cargo del gobierno federal, inició sus operaciones en 1985. Su aplicación principal corresponde a la telefonía, TV, y transmisión de datos, sirviendo tanto al medio urbano como al rural.

El sistema MORELOS consta de dos satélites artificiales colocados en una órbita geoestacionaria, sobre el plano del ecuador, a una altura de 35858 km sobre el nivel del mar. El primero de ellos fue colocado en órbita en Junio de 1985 y el segundo en Noviembre del mismo año. Ambos fueron colocados al espacio en el sistema de transportación espacial STS (SPACE TRANSPORTATIONS SYSTEM) conocido como transbordador o taxi espacial (space shuttle)

Los satélites Mexicanos fueron construidos en California EUA, por la compañía Hugues Aircraft, a la que se le adjudicó un contrato de 92 millones de dólares, que incluye el costo de las dos unidades, el equipo e instalación de una antena de rastreo, telemetría, telecontrol, telecomando y monitoreo, servicios de transferencia de órbita y entrenamiento de personal. La NASA, cobró 12 millones de dólares por el lanzamiento y colocación en órbita de cada uno de los satélites en una órbita baja. Los cohetes de propulsión son diseño de la compañía Mc. Donnell Douglas con un costo de 5.6 millones de dólares por unidad.

Para asegurar la supervisión y el control de calidad de los equipos fabricados por Hugues y Mc. Donnell Douglas, así como su adecuada integración al transbordador espacial, se contrató a la compañía COMSAT, quien prestó sus servicios de asesoría a la SCT a un costo de 2.4 millones de dólares por los dos satélites.

Con esto, México entra al consorcio de países que cuentan con satélites artificiales propios o domésticos para cubrir

sus necesidades nacionales de comunicación. México cuenta actualmente con una red nacional de microondas sumamente saturada, por lo que la puesta en servicio del SMS es un gran paso a descongestionar y ampliar su sistema nacional de telecomunicaciones en todos sus ámbitos.

Debido a las necesidades urgentes de mantener la comunicación vía satélite funcionando sin interrupción ; y poder ofrecer al sector privado un mejor servicio de comunicaciones. El Gobierno Mexicano ha lanzado ya un satélite de un total de dos satélites de la nueva generación llamados " SOLIDARIDAD " (SOLIDARIDAD I y SOLIDARIDAD II). Administrados por la SCT TELECOM y operados por CONTEL. Comenzarán a funcionar en éste año de 1994, ya que la primera generación de satélites Mexicanos, en particular el MORELOS I concluye su vida útil en éste año. El MORELOS II aún tiene algunos años de vida útil (la vida útil de un satélite se mide en función del gasto del combustible que utilizan para corregir su posición orbital).

El SOLIDARIDAD I fué lanzado a orbita en Noviembre 19 de 1993, el SOLIDARIDAD II será lanzado a orbita en Octubre de 1994.

Con ésta nueva generación de satélites SOLIDARIDAD, se podrá tener una cobertura mayor de comunicación , cubriendo el Norte, Centro y el sur del Continente Americano.

Parámetros Técnicos de los satélites SOLIDARIDAD :

- Capacidad de los transpondedores y PIRE.

. Banda C (dbw)

12 de 37

6 de 40

frecuencia de recepción: de 5.925 a 6.425 GHz.

frecuencia de transmisión: de 3.7 a 4.2 GHz.

. Banda Ku (dbw)

16 de 47

frecuencia de recepción: de 14 a 14.5 GHz.

frecuencia de transmisión: de 11.7 a 12.2 GHz

. Banda L (dbw)

1 de 45

frecuencia de recepción (Forward): de 14.248 a 14.265 GHz

frecuencia de transmisión (Forward): de 1.528 a 1.559 GHz.

frecuencia de recepción (return): de 1.6295 a 1.6605 GHz.

frecuencia de transmisión (return): de 11.9515 a 11.9885 GHz.

- Fuente primaria : Se forma de celdas Solares que convierten la luz solar a energía eléctrica.

3.5 KW utilizando sólo 2.4 KW para la carga útil.

- Fuente secundaria :

Batería multicelda Niquel-Hidrógeno de 160 Amp.-Hr. operando en época de eclipses.

- Funciona con un voltaje de 52 Volts.

- Cada satélite cuenta con 24 transpondedores con equivalencias de 36 MHz en la banda "C" ; 16 transpondedores de 54 MHz. en la banda "Ku" y ; 1 transpondedor de 17 MHz en la banda "L".

Nota: Un transpondedor de cada satélite en la banda "Ku" se destinará para los enlaces tierra-satélite, para explotar la banda "L".

1.2 ECUACIONES DE ENLACE

ENLACE DE SUBIDA :

densidad de flujo en el satélite:

$$F_s = \text{PIRE} - 10 \log(4\pi d^2) \quad \text{W/m}^2$$

donde: el PIRE es la potencia efectiva radiada isotrópicamente y es la potencia del transmisor tomando en cuenta la ganancia de la antena y las pérdidas en la línea.

$$\text{PIRE}_{\text{3dB}} = P_T + G_T$$

P_T = potencia transmitida de la estación terrena o del TWT

G_T = Ganancia de la antena

D = distancia de la trayectoria

La potencia recibida en el satélite es:

$$P_R = \text{PIRE} - L_S - L_A + G_{SS}$$

L_S = atenuación en el espacio libre

$$L_S = 20 \log f + 20 \log d + 32.46$$

f frecuencia en Kz
 L_A otro tipo de atenuaciones debidos por dispersión y absorción con la atmosfera

G_{SS} ganancia de la antena del satélite, se refiere al incremento de potencia relativa al enfocar la antena.

GANANCIA DE UNA ANTENA: (figura 1.3)

$$G = I_n / I_x = P_n / P_{RX} = \eta \cdot (\pi \cdot d / \lambda)^2 = 4\pi^2 A_n / \lambda^2$$

I_n intensidad de radiación máxima

I_x intensidad de radiación isotrópica

P_n potencia recibida desde la antena del receptor

P_{RX} potencia que recibiría el receptor si la Tx fuera isotrópica

η eficiencia de la antena (0.5 a 0.8; valor típico 0.54)

d diametro de la antena

$$A_n \text{ área de la antena Tx} = \pi d^2 / 4$$

RELACION PORTADORA A RUIDO ASCENDENTE:

$$\begin{aligned} (C/N)_s &= \text{PIRE} - (L_S + L_A) + G_{SS} - 10 \log (\text{NTB}) \\ &= \text{PIRE} - (L_S + L_A) + G_{SS} / T - K - 10 \log B \end{aligned}$$

K constante de BOLTZMAN ($10 \log k = -228.6 \text{ db}$)

G_{SS} / T figura de mérito del satélite (dB/K)

o tambien:

$$(C/N)_s = W_s - 10 \log 4\pi \lambda^2 - 20, + G_{SS} / T - 10 \log k$$

W_s DENSIDAD DE FLUJO DE POTENCIA DE ENTRADA REQUERIDA PARA SATURAR UN TRANSPONDEDOR DE SATELITE (DATOS DE FABRICANTE) dB/m^2

$10 \log 4\pi \lambda^2$ ganancia de una antena con área efectiva de in^2 para cierta longitud de onda db

$20, \text{db}$ punto de operación (back-off) de entrada del transpondedor (datos del fabricante) db

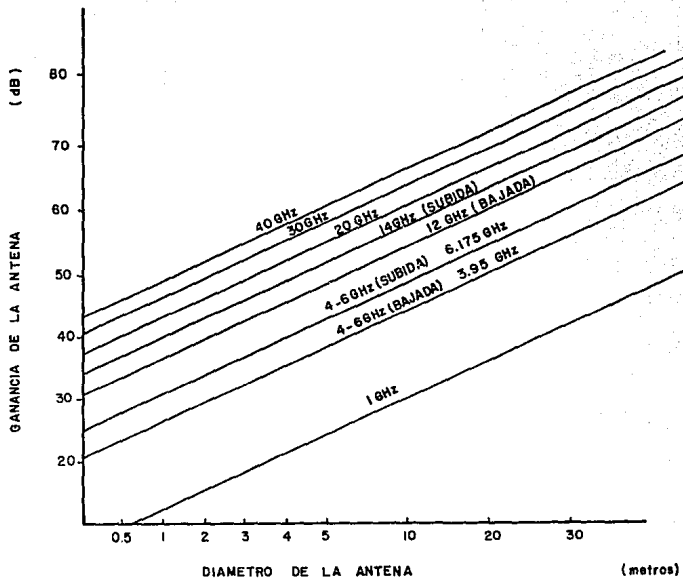


FIGURA 1.3

ENLACE DE BAJADA

Potencia de recepción en la estación terrena

$$P_B = \text{PIREC de saturación} - L_B - L_X + G_T$$

G_T ganancia en la estación terrena

$$\text{PIRE}_{\text{SAT}} = P_{\text{SAT}} \text{ (db)} + G_{\text{SAT}} \text{ (db)}$$

$$L_B = 20 \log f + 20 \log d + 32.46$$

$$(C/N)_B = \text{PIRE} - (L_B + L_X) + G_T - 10 \log (\text{NTB}) \quad \text{relación portadora a ruido de bajada}$$

$$= \text{PIRE} - (L_B + L_X) + G_T/T - K - 10 \log B$$

O BIEN

$$(C/N)_B = \text{PIRE} - \text{BO}_{\text{OUT}} - L_B - L_X + G_T/T - 10 \log k$$

BO_{OUT} back-off de salida en el punto de operación (db)

Cuando se amplifican portadoras múltiples en un transpondedor simultáneamente, el producto de intermodulación forma una fuente de ruido utilizándose para esto valores experimentales para determinarlo.

$$(C/N)_I = C_I/H_I + P_S - P_{SM}$$

$(C/N)_I$ relación portadora - ruido de intermodulación

C_s/N_1 Razón de PIRE de saturación de un transpondedor al ruido de intermodulación por Hz en un punto de operación de la portadora (dB).

P_s PIRE del satélite para una portadora (dBw)

P_{SN} PIRE de saturación del transpondedor (dBw)

Para la utilización eficiente del espectro de frecuencias, el reuso de frecuencias es posible mediante aislamiento del haz del satélite o por aislamiento de polarización

La interferencia mutua entre satélites no se puede despreciar, entonces:

$$1/(C/N_T) = 1/(C/N_{S0}) + 1/(C/N_{S1}) + 1/(C/N_{S2}) + 1/(C/N_{S3})$$

C/N_T relación portadora a ruido de interferencia infrasisistema

C/N_{S0} relación portadora ruido equivalente debido a la interferencia de subida por cubrimiento en la misma polarización.

C/N_{S1} relación portadora ruido equivalente debido a la interferencia de bajada por cubrimiento en la misma polarización.

C/N_{S2} relación portadora ruido equivalente debido a la interferencia de subida por cubrimiento en la polarización opuesta.

C/N_{S3} relación portadora ruido equivalente debido a la interferencia de bajada por cubrimiento en polarización opuesta.

RELACION PORTADORA RUIDO TOTAL.

$$\text{Potencia de la portadora recibida / Densidad de ruido} = P_r / K T = C / N$$

Esto con el fin de establecer la calidad de un satélite y se encuentra en relación de las relaciones anteriores.

$$C/N = 1/(1/(C/N_D) + 1/(C/N_S) + 1/(C/N_I) + 1/(C/N_F))$$

Cuando se trata de transmisión digital, esta en función de la energía por bit sobre densidad de ruido E_b/N_0 :

$$C/N = E_b / N_0 \quad (\text{figura 1.4})$$

U velocidad de transmisión

B_w ancho de banda del canal

N_0 densidad de ruido

$$N_0 = P_r / B_w$$

P_r potencia de ruido térmico, debido al movimiento aleatorio de los electrones en los componentes.

BER (BIT ERROR CORRECTION)

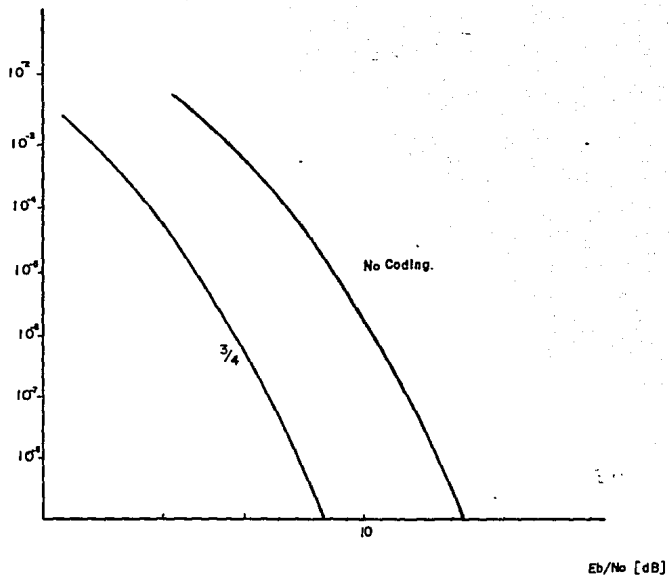


FIGURA 1.4

$$P_r = K \times T \times B_w$$

K constante de Boltzman (1.3×10^{-23} W/°K)

T temperatura de ruido originada tanto por la estructura de la antena como por la electrónica asociada.

B_w ancho de banda.

FIGURA DE MERITO.

Debido a que la señal recibida es muy débil, tanto en el satélite como en la estación terrena, es importante que la antena receptora y la parte de la electrónica introduzcan poco ruido como sea posible. Para evitar pérdidas y ruido en las líneas que conectan la antena receptora a la electrónica, la antena tiene usualmente un amplificador de bajo ruido (ABR). La eficiencia de tal combinación se cuantifica como la relación de la ganancia de la antena a la temperatura de ruido, y esto es la figura de mérito.

$$\text{Figura de Mérito} = G / T \quad (\text{dB/°K})$$

G antena y ganancia del ABR

T temperatura de ruido del sistema.

RELACION EXISTENTE DEL BER CON C/N_0

Para la información digital, la relación BER con C/N_0 es una función del modelo utilizado en el modulador y codificador. Todos estos se fabrican en términos del BER y E_b/N_0 como el resultado de las mediciones de frecuencia intermedia, una y otra vez. E_b/N_0 es la razón de la energía del bit a densidad de ruido la cual esta directamente relacionada con C/N_0 en (dBHz) y la razón de bit R en (bps) esto es :

$$E_b/N_0 = C/N_0 - 10 \log R \quad (\text{db})$$

Las características de ganancia no lineal y de fase de los dispositivos de amplificación, degradan la calidad de los sistemas modulados. Esto requiere de una solución y es afectada por la energía del bit.

$$E_b = P_{\text{SAT}} t_b$$

E_b energía del bit promedio del bit transmitido

P_{SAT} potencia de salida saturada

t_b duración del bit

En un sistema de transmisión de datos, es deseable incorporar técnicas de codificación dentro de las funciones de los modems, para reducir la razón Energía de bit por densidad de ruido E_b/N_0 , a fin de lograr una relación bit error BER determinada.

En ciertas redes de comunicación, la modulación mas usada es PSK, en sus dos versiones de dos fases BPSK y PSK de cuatro fases QPSK, teniendo mas o menos el mismo BER. Pero BPSK es preferido que el QPSK debido a la densidad de potencia impuesta por los cuerpos oficiales de regulación para proteger el satélite y los sistemas terrestres frente a las severas interferencias y también a la sensibilidad de ruido de fase, una velocidad de datos muy baja.

Lo anterior reduce la tasa efectiva de la información que puede transmitirse y, por tanto, los ahorros en E_b/N_0 deben balancearse conjuntamente con la reducción de la tasa de información en un canal limitado en banda o potencia.

$$E_b/N_0 = C/N_0 (B/fb)$$

fb tasa del bit transmitido

B ancho de banda de ruido del receptor

Nota : BER (BIT ERROR CORRECTION) ----> CORRECCION DE ERROR DEL BIT

Por métodos numericos queda una ecuación del tipo :

$$BER = e^{-C/N} \text{SEN}^2 \frac{\pi}{M}$$

con $C/N > 15$ dB

con una precisión de 1 dB

donde :

$$M = 2^N = 2, 4, 6, 8, 16 \dots\dots$$

N ----> bits de información.

TECNICAS DE CODIFICACION PARA CANALES VIA SATELITE

Para un sistema de transmisión de datos, es deseable incorporar técnicas de codificación dentro de las funciones de los modems, para reducir la razón E_b/N_0 requerida para lograr un BER determinado previamente.

Especialmente existen dos variantes de codificación para un control de errores:

_ Codificación que permite detectar que se produjeron errores en el trayecto de Tx .

_ Codificación que permite detectar y corregir los errores producidos .

En el primero de los casos, el receptor no es capaz de corregir los errores y tiene que enviar un mensaje al transmisor para que retransmita los paquetes o bloques detectados con error. Esta técnica se conoce como ARQ (Automatic Repeat Request). Por lo que respecta a enlaces vía satélite la técnica es poco atractiva debido al retraso que presenta el viaje redondo de $1/4$ de segundo.

Para el segundo caso, el receptor utiliza los bits de redundancia para corregir los errores de la Tx y reconstruir el mensaje original. A la técnica se le conoce como Corrección Directa de Errores ó FEC (forward error correction). Elimina los retrasos en retransmisión y requerimientos del sistema de memoria involucrados en la técnica ARQ, y el aumento de complejidad en su implementación no es muy grande.

Típicamente, se requiere que la tasa de bits erróneos (BER) sea menor que 10^{-7} y se utiliza generalmente un FEC = $1/2$.

1.3 .- TECNICAS DE ACCESO :

Quando se tiene un número grande de usuarios y además separados por grandes distancias, los sistemas de comunicación vía satélite son el medio de comunicación más efectivo para el caso de radiodifusión o de transmisión de mensajes multidestino.

Los métodos de transmisión de información simultánea por estaciones terrenas para compartir un recurso común en una red de comunicación, son conocidas como técnicas de acceso múltiple. Estas técnicas pueden ser clasificadas en tres sistemas de acceso conciderandose como un sistema ortogonal con diferentes combinaciones entre ellas. Los esquemas básicos ortogonales se basan en la utilización simultánea de los tres recursos de un satélite:

ESPACIO , TIEMPO Y FRECUENCIA

Estos recursos originan los siguientes esquemas de acceso múltiple :

SDMA _ acceso múltiple por división de espacio

TDMA _ acceso múltiple por división de tiempo

FDMA _ acceso múltiple por división de frecuencia

Por otra parte:

Un esquema de acceso múltiple por división de código (CDMA), es un sistema de tiempo-frecuencia (TF), en el cual una señal de acceso puede ser representada por una colección de áreas espaciadas en una matriz T-F , figura 1.5. .

ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE FRECUENCIA (FDMA) .

La técnica de acceso múltiple más usada ampliamente y a su vez la más simple en la comunicación vía satélite, es FDMA , donde cualquier estación terrena en la red de Tx al satélite transmite con una o más portadoras al transpondedor con diferentes frecuencias centrales. Cada portadora tiene asignada una banda de frecuencia con una banda de guarda pequeña para evitar traslape entre portadoras adyacentes. El transpondedor del satélite recibe todas las portadoras en su ancho de banda, las amplifica y las retransmite a la tierra. Ver figura 1.6.

Ya que el espectro radioeléctrico del transpondedor se divide en secciones de frecuencias asignadas a cada estación terrena, la configuración es invariable, pues cada estación debe Tx siempre con la misma frecuencia central o portadora, siendo válida si se garantiza que durante la mayor parte del tiempo, cada una de ellas ocupará ese ancho de banda en activo que se le asignó; se le llama acceso múltiple por división de frecuencia con asignación fija . En éste sistema

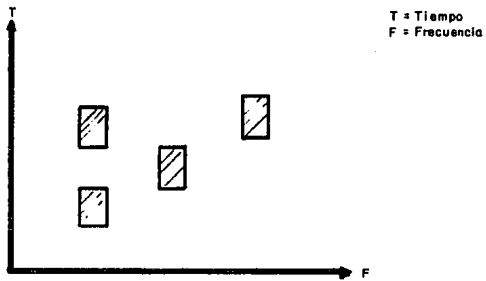


FIGURA 1.5

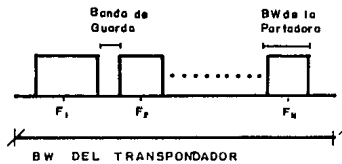
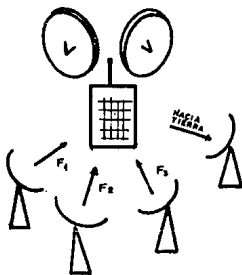


FIGURA 1.6 TECNICA TDMA

cualquier portadora puede emplear modulación digital PSK. El mayor problema en éste sistema es la presencia de productos de intermodulación en los anchos de banda por las portadoras presentes, generadas por la amplificación de múltiples portadoras para un TWTA común en el transpondedor al no haber linealidad en amplitud ni en fase.

El formato del canal de frecuencia utilizado en FDMA depende de la distorsión de la señal, interferencia de los canales adyacentes, y de los efectos de intermodulación causados por las alinealidades del transpondedor. El número incrementado de portadoras satura el TWTA.

Los productos de intermodulación causados en el amplificador de potencia son minimizados o por una adecuada selección de las frecuencias de los canales o bien por la reducción de los niveles de potencia de entrada para permitir una operación casi lineal. (ver figura 1.7)

Para el caso de la Tx de varias portadoras en un mismo transpondedor, se deben utilizar bandas de guardas entre los canales adyacentes para minimizar la interferencia en la utilización del ancho de banda del transpondedor. El tamaño de estas bandas de guarda debe considerar las bandas laterales residuales de cada señal transmitida, así como los corrimientos de frecuencia de los osciladores que controlan las frecuencias de los conversores de frecuencia empleados.

Cuando el tráfico generado en los puntos geográficos que comparten un transpondedor es esporádico, se requiere usar otra técnica de acceso múltiple que brinde mayor flexibilidad; a éste caso se le llama Acceso Múltiple por división de frecuencia con asignación por demanda (DAMA). La técnica DAMA permite aprovechar al máximo las ranuras de frecuencia y la potencia del satélite cuando el tráfico que genera cada estación terrena deja de Tx, esa ranura se libera quedando disponible para cualquiera otra de las estaciones del sistema que la solicite temporalmente.

Esto es, que, la frecuencia de la portadora transmitida por cada estación terrena cambia en el tiempo, se mueve de lugar en el espectro radioeléctrico del amplificador.

En FDMA, la capacidad de ancho de banda de un transpondedor se divide en ciertas bandas, como son:

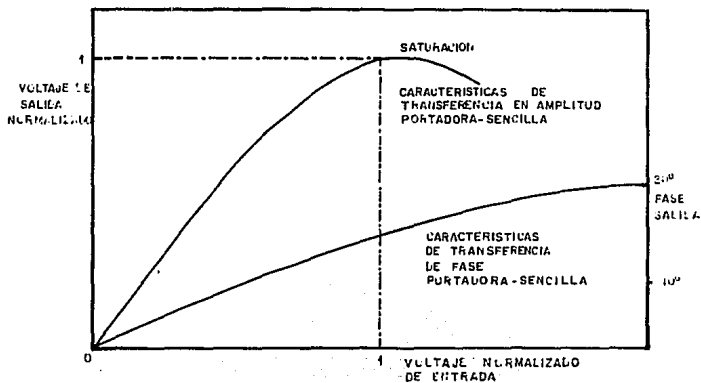


FIGURA 1.7

_ se puede tener pocas bandas de gran capacidad . Cada una puede manejar un grupo, un supergrupo o un mastergrupo (telefonía analógica).

_ se pueden tener muchas bandas de poca capacidad, pudiendo manejar únicamente un canal de voz.

_ se puede tener una mezcla de las dos.

_ se pueden asignar unas bandas para la Tx de datos, otra para voz y quizá una para TV. Por lo general un canal de TV ocupa todo el ancho de banda de 36 MHz , pero también se puede Tx dos canales de TV en el mismo transpondedor o bien un canal de TV y otros tipos de señales como voz y datos.

**S C P C (SINGLE CHANNEL PER CARRIER)
(CANAL SENCILLO POR PORTADORA)**

En dicho sistema cada ranura tiene su propia frecuencia portadora y su ancho de banda es ocupado por un sólo canal modulado; esto es a lo que se le llama Tx SCPC.

Esta técnica tiene gran aplicación cuando se desea interconectar estaciones terrenas de muy baja capacidad de demanda de tráfico. Consiste en que a cada canal de telefonía se le asigna una frecuencia portadora, misma que es modulada por la señal de voz en PSK, para este caso es BPSK Y QPSK según los requerimientos . Dado que las llamadas son aleatorias , el espectro del transpondedor se puede aprovechar eficientemente si las frecuencias portadoras de RF se asignan temporalmente a las estaciones terrenas, esto es, mientras tenga información que enviar.

ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE TIEMPO (TDMA)

Este tipo de acceso es una técnica totalmente digital mediante la cual varias estaciones terrenas ocupan o accesan un transpondedor o parte de él. Todo un grupo de estaciones tiene asignada la misma ranura, con cierto ancho de banda fijo, y se comparte entre ellas secuencialmente en el tiempo; esto es , consiste en utilizar una sólo portadora de banda ancha que ocupe todo el transpondedor a máxima potencia o bien en saturación, aún cuando operen en su región no lineal , no habiendo problemas de intermodulación, con la ventaja de que también las estaciones terrenas operen en saturación al

Tx. Sin embargo, en varias estaciones el tráfico manejado por una red de estaciones no es tan grande como para justificar la ocupación total de un transpondedor; en éstos casos el ancho de banda se comparte con otras modalidades como puede ser FDMA con video y telefonía SCPC, sin perderse la flexibilidad que brinda el sistema TDMA totalmente digitalizado.

CONSIDERACIONES

A cada estación terrena se le asigna secuencialmente un intervalo de tiempo para que utilice todo el transpondedor o una parte del mismo. La estación puede Tx dentro de éste intervalo una portadora saturada de 36 MHz (o del ancho de banda que ocupe) que contenga información digital mezclada de voz, datos y video.

En su forma más simple, a todas las estaciones se les asigna intervalos de tiempo de la misma longitud, en forma similar al uso del canal de señalización del sistema SPADE.

Para operar eficientemente, cada estación debe tener la flexibilidad de variar su velocidad de Tx, de modo que las ranuras de tiempo asignadas deban ser de longitud variable (de acuerdo a la demanda o solícitud de cada estación), o bien, la estación que así lo necesite debe tener preferencia y poder Tx con mayor frecuencia.

La mayoría de los sistemas operan bajo asignación por demanda. Para ello se tiene un control que informa a todas las estaciones sobre las asignaciones efectuadas y recibe nuevas solicitudes. A éste canal se le denomina canal de servicio (order wire).

El sistema TDMA es muy atractivo, pero requiere de equipo altamente confiable de sincronización. El problema no se limita a asignar intervalos de tiempo a las estaciones, sino que deben considerarse los desplazamientos del satélite respecto a su posición normal (efecto DOPPLER).

ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE TIEMPO CON CONMUTACION EN EL SATELITE .

En la actualidad los satélites más modernos se están contruyendo con varias antenas de haz pincel, diseñadas para cubrir diferentes zonas geográficas con muy alta densidad de

potencia; cada haz está asociado con ciertos receptores y transmisores siendo posible conmutar parte de la información de un haz a otro mediante una matriz de microondas.

Este versátil y novedoso sistema es digital con acceso múltiple TDMA; la cual incrementa significativamente la eficiencia de un sistema, pues se logra la cobertura total de un gran territorio dividido en zonas con haces de potencia altamente concentrada. Estas consideraciones pueden representarse por medio de la figura 1.8.

ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE ESPACIO SDMA

El acceso múltiple por división de espacio aprovecha la separación espacial de estaciones transmisoras para lograr el acceso múltiple. Este acceso se originó como un medio para lograr la reutilización de frecuencia, sin embargo, SDMA puede considerarse como una técnica más general.

En principio, SDMA mejora la utilización de los recursos del satélite pero a expensas de una mayor complejidad. Su aplicación aún no es obvia, pero a medida de que los recursos del satélite lleguen a agotarse, su uso podrá ser apreciado.

Actualmente, SDMA limita el uso de antenas multihaz para dirigir mensajes separados simultáneamente a diferentes estaciones terrenas en la misma frecuencia o en la misma ranura de tiempo con una sola estructura de antena. Sin embargo, es concebible que una estructura múltiple de antenas multihaz puede ser construida a diferentes frecuencias. El propósito de tales estructuras múltiples es construir un gran número de haces pincel y reutilizar las bandas de frecuencia de una forma múltiple.

Los problemas asociados con SDMA para comunicaciones vía satélite no se comparten con otros sistemas de comunicación. Estos problemas incluyen los arreglos de conmutación para seleccionar el haz apropiado para la Tx de mensajes, el problema de aislamiento de los haces, consideraciones de cobertura y restricciones en el diseño de redes de información de haces.

ACCESO MULTIPLE POR DIVISION DE CODIGO (CDMA)

Una alternativa más en la que un transpondedor completo es ocupado por varias estaciones que Tx a la misma frecuencia

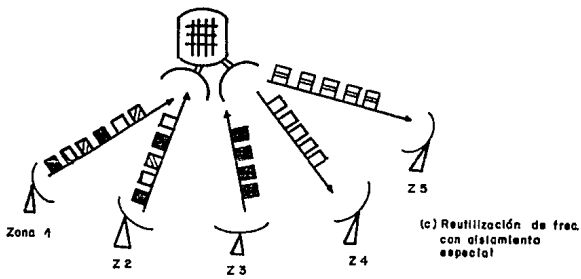
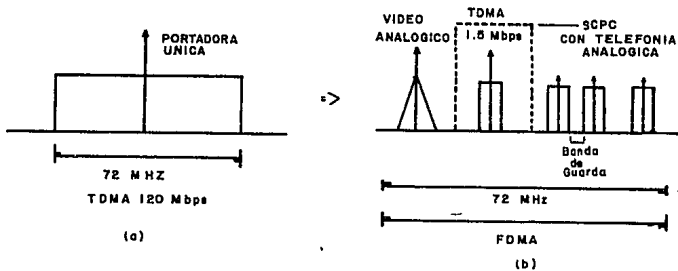


FIGURA 1.8

y al mismo tiempo, es la técnica denominada CDMA. Es particularmente sensitiva a la interferencia ; es totalmente digital, y presenta la ventaja de que las estaciones terrenas puedan ser muy pequeñas, sin importar que sus ganancias sean muy bajas y sus haces de radiación muy amplios. Por otra parte , presenta el inconveniente de que ocupa mucho ancho de banda (un transpondedor completo), pues cada bit de información se transforma en un nuevo tren de bits muy largo, de acuerdo a un código determinado previamente.

Cada estación transmisora utiliza una secuencia diferente de bits de información de las estaciones receptoras, y sólo las destinatarias de cierta información determinada conoce el código con el que se transmitió y es capaz de reconstruir el mensaje original , aunque llegue superpuesto con todos los demás mensajes que se Tx simultáneamente, pues estos últimos sólo los detecta como ruido tolerable.

TECNICAS DE ACCESO PARA REDES SATELITALES BASADAS EN ESTACIONES VSAT.

Las redes satelitales basadas en terminales de pequeña apertura (VSAT's) tienen requerimientos de operación específicas que las distinguen por completo de las otras estaciones terrenas o redes satelitales.

Este tipo de redes están constituidas por estaciones VSAT, las cuales están construidas para manejar un tráfico ligero de información. La información (video, voz y datos) se maneja en forma digital y las velocidades típicas de operación son de 64 y 128 kbps (algunos modem's satelitales utilizados en éstas estaciones pueden operar desde 9.6 kbps hasta 2.048 Mbps).

Existen tres tipos de técnicas de acceso para éste tipo de redes:

- a) SCPC / FDMA
- b) TDM / TDMA
- c) SCPC / DAMA

SCPC / FDMA.- Esta es la técnica de acceso más sencilla y por lo tanto es la que requiere de un sistema de control poco sofisticado.

Está basada en las técnicas FDMA y SCPC explicadas anteriormente. Con estas técnicas se pueden lograr topologías de red punto a punto, estrella o malla. El número de portadoras requeridas es igual a dos veces el número de enlaces. Por ser una técnica FDMA es obvio que las portadoras están asignadas durante todo el tiempo, haya o no actividad, esta característica hace que la técnica SCPC / FDMA no sea muy eficiente en lo que se refiere al uso del segmento espacial.

TDM / TDMA.- Esta técnica está diseñada para lograr un uso eficiente del segmento espacial. Las redes que operan en TDM/TDMA poseen una topología estrella y están conformadas por una estación maestra y varias decenas o centenas de estaciones remotas tipo VSAT. El tráfico principal que se cursa a través de estas redes es datos, sin embargo también se puede manejar voz, y video en la modalidad broadcasting.

En esta técnica la estación maestra utiliza una portadora en la cual toda la información hacia las remotas va multiplexada en tiempo, de ahí el nombre TDM. Esta portadora es recibida por todas las VSAT's, decodificando cada una de ellas únicamente la información que le corresponde (de acuerdo a la dirección especificada).

Por otro lado, las VSAT usan una técnica TDMA para comunicaciones con la maestra, es decir una sola portadora es compartida en tiempo por un número dado de remotas para enviar su información hacia la maestra.

SCPC / DAMA.- Esta técnica es usada para redes en donde se requiere una conectividad en malla para los canales de voz.

La técnica se basa en la existencia de un conjunto de portadoras satelitales que están disponibles para ser asignadas sobre demanda a las estaciones VSAT. Es decir, se requiere la habilitación de un canal de voz entre dos VSAT, la VSAT que asigna la llamada avisa al centro de control que requiere de una comunicación de voz, el centro de control checa si la VSAT destino está disponible y manda una señal a ambas VSAT's para asignarles las frecuencias a las que deben operar, una vez hecho esto las VSAT establecen la llamada telefónica haciendo uso de las frecuencias asignadas.

La transmisión de datos y video en éste tipo de redes se hace a través de canales designados (PAMA).

1.4.- ESTACIONES TERRENAS MAESTRAS Y ESTACIONES DE PEQUEÑA APERTURA (VSAT).

La infraestructura terrestre de un sistema de comunicación vía satélite lo conforman en sí las estaciones terrenas de comunicación. Existen diferentes categorías para clasificarlas, dependiendo del servicio que presentan o de sus característica técnicas de funcionamiento. La antena, por supuesto, es uno de los componentes o partes más importantes, ya que provee el medio de Tx de las señales al satélite y/o capta las señales transmitidas por el satélite.

El término estación terrena se utiliza indistintamente para indicar a todo equipo terminal que se comunica desde la tierra con un satélite, sin importar si está fija en algún punto, si es una unidad móvil, si está instalado en un barco, avión o cualquier otro vehículo. Una estación terrena MAESTRA es aquella que cuenta con las anteriores cualidades, que puede Tx y Rx señales de información y además controla el acceso al satélite de otras estaciones terrenas ; y cuenta con los siguientes subsistemas :

- . Amplificación de alta potencia (AAP)
- . Amplificador de bajo ruido (ABR)
- . Equipo de comunicación terrestre (ECT)
- . Equipo de multiplexaje
- . Control y monitoreo
- . de potencia
- . de antenas

SUBSISTEMA DE ANTENAS

Con el objeto de sobre ponerse a las altas pérdidas que se tienen en los enlaces de subida y bajada , es necesario utilizar antenas con alta ganancia en las instalaciones terrenas.

TIPOS DE ANTENAS:

ANTENA CASSEGRAIN .

Se trata de un tipo de antena de doble reflector, con un reflector principal parabólico y un subreflector hiperbólico. En estas antenas el equipo de radio puede acomodarse en el espacio disponible al lado de la antena, esto facilita tener una guía de onda muy grande, permitiendo la flexibilidad en la instalación del equipo.

ANTENA CON SISTEMA DE ALIMENTACION POR HAZ GUIADO.

Este tipo de antena se ha diseñado para que el equipo de radio sea instalado sobre un plano de tierra eliminando los posibles problemas que se tiene con el movimiento de la antena. Esto es que el espacio entre los reflectores de haz guiado juega el papel de la unión giratoria de la antena. Existen configuraciones para dos y cuatro reflectores. La longitud física de los reflectores está en términos de la longitud de onda.

ALIMENTADOR .

El alimentador desempeña varias funciones dependiendo de las características de Tx que sean adaptadas :

. Separa las señales transmitidas y recibidas, la cual es realizada por un transductor ortomodal o diplexor. El diplexor acepta las señales transmitidas del amplificador de potencia y los dirige al punto común de la antena y acepta las señales recibidas de dicho punto y las transmite al amplificador de bajo ruido. El diplexor es un acoplador de polarización ortogonal, que consiste de una guía de onda circular y una rectangular unidas ortogonalmente. Con el objeto de asegurar que la potencia de salida del amplificador de potencia no cause ningún deterioro a la señal recibida en el amplificador de bajo ruido; un filtro de rechazo es integrado al puerto de 4GHz en el diplexor, el cual proporcionará aislamiento de 50 dB sobre la banda de Tx.

. Proporciona la polarización adecuada a las señales transmitidas y recibidas .

. Deriva las señales de rastreo para apuntar la antena de la estación hacia el satélite.

SUBSISTEMA DE AMPLIFICADOR DE ALTA POTENCIA (AAP)

Una estación terrena debe tener la capacidad de Tx una o varias portadoras simultáneamente. Para el caso de varias portadoras, un AAP es comunmente usado para amplificarlas o bien se puede tener uno o varios AAP independientes que amplifiquen una sola portadora y la señal de salida de éstos amplificadores se combinan , cuando varias portadoras son amplificadas simultáneamente se utiliza un tubo de ondas progresivas (TWTA). Para sistemas individuales de amplificación el Klystron de cavidad es comunmente utilizado. Existe también amplificadores de estado sólido .

SUBSISTEMA DE AMPLIFICADOR DE BAJO RUIDO (ABR)

Actualmente en las estaciones terrenas emplean ABR's paramétricos y de FET. Los amplificadores paramétricos son realizados por medio de un diodo varactor (o circuito con capacitor), el cual es superior a otros amplificadores por tener una temperatura de ruido baja y por la flexibilidad de trabajar dentro de un rango de frecuencias amplio. El amplificador FET utiliza un transistor de efecto de campo , los cuales han reemplazado en la actualidad a otros tipos de ABR's.

Principales característica de los amplificadores paramétricos :

- _ temperatura de ruido baja
- _ alta confiabilidad
- _ alta confiabilidad del varactor
- _ fácil instalación
- _ medida pequeña y peso grande
- _ fácil transportación
- . Amplificador tipo FET
- _ MOSFET
- _ juntura FET

_ schottky barrier FET

Actualmente se han desarrollado amplificadores Ga As schottky y barrier FET , con casi las mismas características que los paramétricos.

SUBSISTEMA DE EQUIPO DE COMUNICACION TERRESTRE

Este subsistema incluye el convertidor de subida y de bajada, el modulador y demodulador, los filtros de FI, y el equipo de monitoreo y control. Este subsistema incluye según el caso: el Tx de TV, el equipo SCPC / PSK que es empleado para Tx de señales de voz , datos, etc.

EQUIPO DE MULTIPLEXAJE

El equipo de multiplexaje de las estaciones terrenas tienen algunas diferencias principales comparadas con el equipo de multiplexaje usado en los enlaces terrestres de microondas, una de ellas es que debido a los diferentes destinos de la portadora transmitida de una estación particular, es necesario que otras estaciones reciban dicha portadora y extraen de ésta sólo los canales requeridos . Para una estación que opera con diferentes estaciones a la vez es necesario extraer los grupos de canales de cada señal de banda base recibida y reunirlos de una manera conveniente para Tx al centro internacional de telecomunicaciones .

ESTACION MAESTRA PARA UNA RED VSAT.

Para una red satelital tipo VSAT, que es el objeto de nuestro análisis, la estación terrena maestra posee una antena con un diámetro típico de entre 4.5 y 9 metros para banda Ku, y de 6 a 11 metros para banda C.

El equipo de radiofrecuencia (AAP, ABR, A/C, C/D, FUENTES DE PODER, ETC.) es normalmente redundante y autoconmutable, dado que la estación maestra es la que controla a todas las remotas, no se puede permitir que ésta quede fuera de servicio por un problema en RF.

La conexión entre el equipo de RF y el equipo de Banda Base se hace a través del denominado " enlace de frecuencia intermedia (FI) ". Las frecuencias típicas para este enlace

son: 70 +/- 18 MHz y 140 +/- 36 MHz. La frecuencia de FI depende del equipo en específico que se esté usando.

El equipo de Banda Base comprende a los Modem's satelitales y a todo el equipo de procesamiento que se requiere para la conexión de la estación terrena y el equipo de usuario. Este equipo de procesamiento normalmente lo componen las tarjetas para el manejo de datos y voz.

La señal de voz que entrega el equipo de usuario es una señal analógica a 2 ó 4 hilos, ésta señal es llevada a la tarjeta de voz en donde es digitalizada y comprimida, ésta tarjeta posee también su propio cancelador de eco. La velocidad a la que es manejada la voz, varía de acuerdo a la tecnología utilizada y al proveedor, sin embargo se puede decir que en forma general se utilizan las siguientes tasas de compresión: 4.8, 7.6, 8.2, 11.2, 14.4, 16 y 32 kbps. Las tarjetas de voz de algunos proveedores son capaces de manejar señales de facsímil a una velocidad de 4.8 9.6 Kbps. La conmutación entre el manejo de voz o fax se hace automáticamente.

La señal de datos es aceptada directamente en forma digital por la tarjeta de datos. Esta tarjeta normalmente puede manejar datos síncronos o asíncronos, la velocidad puede variar típicamente 1.2 a 19.2 kbps para los datos asíncronos y de 1.2 a 64 kbps para los datos síncronos. Las interfaces típicas que se utilizan son: RS-232, RS-449 y V.35.

Dependiendo del equipo en específico que se está utilizando, los canales de datos se pueden manejar cómo canales transparentes o como canales con procesamiento de datos.

Los canales transparentes tal y como su nombre lo indica, son totalmente transparentes al flujo de datos, es decir, tal cual se reciben son transmitidos los datos.

Los canales con procesamiento generalmente son usados en protocolos del tipo poleado, con el propósito de realizar una terminación local del protocolo (spoofing) y que éste no viaje a través del enlace satelital, éste tipo de procesamiento eficientiza el uso del segmento espacial y permite operar protocolos poleados sin necesidad de modificar las denominadas " ventanas de poleo " en el equipo de datos del usuario. En este tipo de operación el puerto de datos de la maestra le "contesta" el poleo al Host (computador) y el

punto de datos de la remota le "genera" el poleo al ETD (equipo terminal de datos), sólo cuando se requiere el envío de información se abre el canal satelital.

En forma adicional al equipo de RF, FI, BB y Antena, la estación maestra cuenta con un subsistema de monitoreo y control (M&C), éste subsistema sirve para monitorear el estado de los equipos satelitales dentro de la red, para reconfigurarlos, y en general para realizar la administración de la red. A través del M&C se pueden obtener las estadísticas del tráfico cursado, y en base a ellas se pueden tarifar los servicios. El software de M&C puede residir en una PC o en un minimainframe.

TERMINALES DE PEQUEÑA APERTURA (VSAT)

La aparición de las estaciones tipo VSAT (hace más de una década) revolucionó por completo a la comunicación vía satélite, pues la hizo accesible a un número muy grande de usuarios, al ofrecer estaciones pequeñas, de bajo costo y de muy alta confiabilidad.

Las estaciones VSAT son fáciles de instalar pues se caracterizan por tener antenas cuyos diámetros no sobrepasan los 2.4 m. Estas estaciones se diseñaron en un inicio para operar en la banda Ku, sin embargo ha sido tan grande su éxito y su demanda que actualmente se fabrican también estaciones en banda C.

Obviamente, el diámetro de las VSAT's operando en banda Ku es menor al diámetro requerido en banda C, existiendo antenas con diámetros menores a 1m. Sin embargo, en México el diámetro típico que se utiliza para las VSAT's en banda C y en banda Ku es de 2.4 metros.

Como ya se mencionó, las VSAT's son sólo la mitad de la red pues la otra mitad la conforma la estación maestra. De hecho, la combinación de la relativamente grande antena maestra y de las múltiples VSAT's permite obtener un enlace eficiente que proporciona una gran confiabilidad (al rededor del 98%) a la red.

El enlace satelital completo consiste de dos enlaces, uno para la transmisión de la estación maestra hacia las VSAT's (denominado outbound) y otro para la transmisión de la VSAT hacia la estación maestra (denominada inbound).

Aprovechando la tecnología de circuitos integrados de alta escala de integración (VLSI) y de los circuitos integrados de microondas (MIC), se ha logrado hacer de la VSAT una estación pequeña de bajo costo y de muy alta confiabilidad.

Las estaciones VSAT están constituidas por tres subsistemas: subsistema de antena, subsistema de RF o Unidad exterior (UE) y subsistema de Banda Base o Unidad interior (UID).

El subsistema de antena consiste en el plato parabólico y la herrería necesaria para su anclaje a tierra y para la realización de los movimientos en azimut y elevación. La antena puede ser de alimentación primaria o de alimentación descentrada (en offset). El diámetro típico utilizado aquí en México es de 2.4 m. y la alimentación normalmente es offset.

La unidad exterior (UE) se localiza físicamente en el foco de la parábola en el denominado brazo de montura de la antena. La UE consiste de la electrónica de radiofrecuencia y del alimentador. La electrónica de RF está formada por el amplificador de potencia de estado sólido (APES), el amplificador de bajo ruido (ABR), el convertidor ascendente (C/A) y el convertidor descendente (C/D). Dependiendo del fabricante, la UE puede operar a las siguientes frecuencias intermedias: 70 MHz, 140 MHz, 61 GHz.

La unidad exterior se conecta en la unidad interior a través del cable de FI, el cual es un cable coaxial RGSU.

En la unidad interior se encuentra el denominado equipo de Banda Base. Dependiendo del tipo de VSAT, la UID puede estar conformada solamente por el modem satelital ó por el modem satelital y las tarjetas para manejo de voz y datos.

En las VSAT's con técnica de acceso SCPC/FDMA, la UID está conformada solamente por el modem satelital el cual interfase con un multiplexor por división de tiempo (TDM) que se encarga de manejar las señales de voz y datos y de interfase con el equipo de usuario.

En las VSAT's con técnica de acceso TDM / TDMA o SCPC / DAMA, la UID está conformada por el modem satelital y las tarjetas para manejo de voz y datos.

Como ya se mencionó, las VSAT's manejan señales de voz, datos y video comprimido. Las tarjetas de voz por lo general son capaces también de manejar señales de fax del grupo III. A través de las tarjetas de datos se realizan múltiples aplicaciones tales como: transferencia de archivos, consultas en línea, correo electrónico, impresión remota, conexión de redes de área local (LAN) a través de una red de área amplia (WAN) etc.

El manejo de video se puede realizar gracias a las sofisticadas técnicas de compresión de video que existen actualmente, las cuales proporcionan típicamente velocidades que van desde los 512 kbps hasta los 56 kbps.

Las VSAT's pueden operar realmente a cualquier velocidad que fije el modem satelital, de hecho existen modems capaces de operar desde los 9.6 kbps hasta los 2.048 Mbps. Sin embargo las velocidades más usuales de operación son 64 y 128 kbps. En éste punto es importante recordar que mientras más alta sea la velocidad de transmisión se requiere más PIRE, lo cual implica mayor potencia en la RF o una antena más grande.

Existen VSAT's para banda C y VSAT's para banda Ku, cumpliendo ambas con las características principales de este tipo de antenas, la diferencia básica entre ellas estriba en el costo, el tamaño de antenas y amplificadores y en las desventajas que poseen.

Las VSAT's de banda ku son más baratas que las de banda C (al rededor de un 15 a un 20 %), requieren antenas de menor diámetro y amplificadores de menor potencia, sin embargo son más sensibles a la atenuación por lluvia (de hecho se considera que la lluvia no afecta a la banda C).

Por otro lado, las VSAT's que operan en la banda C se enfrentan al problema de interferencia con microondas terrestres, sobre todo en la banda de 4 GHz.

Lo anterior nos ayuda a reflexionar que es difícil poder decir que una es mejor que la otra, pero en zonas donde la lluvia es extremadamente fuerte, se puede considerar que es más apropiado usar VSAT's en banda C.

TEMA 2.- REDES DE COMUNICACIONES

2.1 REDES TERRESTRES Y TOPOLOGIAS .

Una red es un sistema que permite la comunicación entre un grupo de usuarios con otros. Detrás de ésta simple relación hay un sistema complejo que tiene interconexiones propias.

Las redes de comunicación son usadas en plantas industriales, oficinas, fábricas y laboratorios científicos, entre otras muchas aplicaciones. La red puede ser local , cómo puede ser en una región de un edificio o bien de coberturas grandes. Cada aplicación como red tiene diferentes requisitos en términos de velocidad de mensaje, costo aceptable para la interconexión, y permitir el añadir nuevos usuarios.

Una red es un sistema de comunicación que interconecta muchos usuarios enviando mensajes en un enlace común de comunicación . El sistema puede ser directo de punto a punto teniendo sólo un usuario en cada terminal , aunque haya otros muchos enlaces intermediarios entre los dos usuarios.

Una red necesita de un formato, o lenguaje común para el envío de sus mensajes. Existen redes LAN, WAN, redes de microondas publicas y privadas para largas distancias y locales , RDSI (ISDN) etc.

Una LAN (local área network = red de área local), es una red que conecta usuarios quienes se encuentran generalmente en un mismo sitio o local. Una LAN puede cubrir un extremo de un edificio, un edificio completo, o un grupo de edificios esparcidos por pocos kilómetros. Una WAN (wide área network = red de área amplia) es necesaria para cubrir áreas geográficas grandes o demasiado esparcidas. En éste caso, la WAN se construye con pequeñas LAN's y enlaces especiales de larga distancia.

El enlace de comunicación de las LAN, es por cable, fibra óptica o por par. En cambio las WAN usan una combinación de enlaces privados combinado con algún otro enlace partícipe, al evitar la instalación de vías privadas de larga distancia. Otros usuarios que no pertenecen a esa red pueden utilizar esa vía de comunicación y que se quieran comunicar de un punto a otro . Y ésta vía física es conectada entre muchos usuarios teniendo un impacto mayor en rentabilidad, costo, eficiencia etc.

En cuanto a las redes de comunicación de microondas, es una red extensamente grande cubriendo gran parte de la república Mexicana para el caso de nuestro País que ahora se encuentra a cargo de TELMEX, manejando diferentes frecuencias de Tx y Bw para el envío de datos, video y principalmente telefonía.

RDSI (RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS)

o

ISDN (INTEGRATED SERVICE DIGITAL NETWORK)

Es un sistema de comunicación completamente nuevo. Se está desarrollando para la integración de voz digital, video y datos, usando el mismo desarrollo de conexión por alambre bifásico , igual como se usa para la línea telefónica convencional. Todo tipo de información llegan a un nodo común que es la central o nodo principal. Los estándares para compartirse en cuanto a equipo y red se desarrollan por la CCITT. (ver figura 2.1)

Bajo el estándar ISDN, Hay cinco puntos de acceso a la red llamados R, S, T, U, V. La interfase R es un punto de acceso que no existe en el equipo ISDN (RS-232 o teléfonos estándares), requiriendo de una terminal que se adapte a la red y sea compatible .

La interfase S conectada al equipo ISDN compatible del lado de la computadora en la terminación de la red (NT2, tal como si fuera una LAN). La interfase T es donde se conmuta el equipo ISDN y es donde el usuario se conecta a todo el sistema cómo terminación de la red NT1. La interfase U es la conexión entre el equipo de la oficina central y los abonados premisos , mientras que la interfase V conecta la oficina central con el resto de la red.

Ambas interfaces la S y T usan dos pares de alambres , la interfase T usa un par al Tx y uno al Rx. La interfase U requiere de un par de alambres porque usa la técnica de cancelación de eco que permite la operación full - duplex, la distancia máxima especificada para la interfase U es de 2500 a 6500 m (dependiendo del alambre y el número de conexiones) comparados a 1000 m de las interfaces S y T.

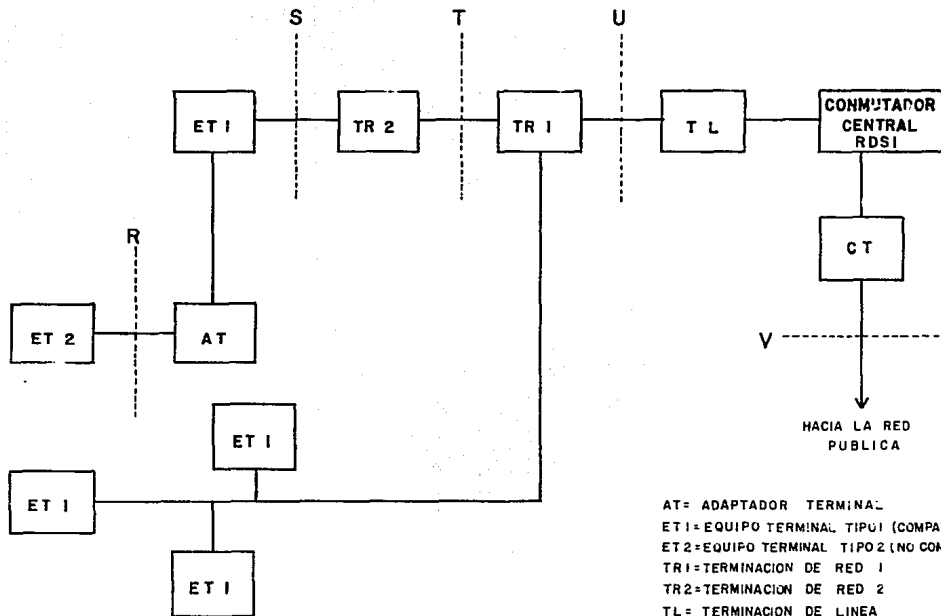


FIGURA 2.1

CONFIGURACION RDSI (RED DIGITAL DE SERVICIOS INTEGRADOS)

AT= ADAPTADOR TERMINAL
 ET1= EQUIPO TERMINAL TIPO1 (COMPATIBLE)
 ET2= EQUIPO TERMINAL TIPO2 (NO COMPATIBLE)
 TR1= TERMINACION DE RED 1
 TR2= TERMINACION DE RED 2
 TL= TERMINACION DE LINEA
 CT= COMUTADOR TERMINAL

2.1.1 TOPOLOGIAS

Una topología de red es una forma física de presentar la interconexión de muchos usuarios. Hay cuatro topologías básicas: MALLA, ESTRELLA, BUS, ANILLO. Cada cual tiene diferente montaje en cuanto a características y requiere cableado, expansión de potencial, fácil manejo vía protocolo, flexibilidad para enviar mensajes y rehabilitación en caso de problema. Algunas redes avanzadas usan combinaciones de estas topologías proporcionando la mejor presentación. El punto en el cual un usuario se conecta a la red se llama nodo. EL enlace físico puede ser por cable coaxial, cable bifásico, fibra óptica, radio u otro de medio.

TOPOLOGIA MALLA: Este es un camino entre muchos nodos. 4 nodos es lo práctico; el número de caminos quedan definidos por la ecuación $P = (n^2 - n) / 2$ así que un sistema de tres nodos necesita tres caminos, un sistema de cuatro nodos tiene 6 caminos, y uno de 5 tiene 10 caminos.

Al añadir un nuevo nodo, tendrá mayores afecciones en el software que maneja las comunicaciones del sistema. Las ventajas que presenta esta topología, es que el protocolo es sencillo, no teniendo oportunidad para las colisiones entre dos Tx.

Cuando hay problemas en un nodo en cuanto a equipo o potencia se podrá ocupar otro nodo para la comunicación entre dos usuarios como lo muestra la figura 2.2.

TOPOLOGIA ESTRELLA: Aquí, todos los usuarios se conectan a un nodo central que interconecta todos los enlaces y nodos. El flujo de datos pasan de un nodo a otro por medio del centro de la estrella. El nodo central se toma como un gran conmutador que enruta los datos desde la línea de entrada hasta la de salida. Esta topología es usada grandemente en los sistemas telefónicos, llegando a conectar prácticamente hasta 10 000 nodos, figura 2.3.

TOPOLOGIA BUS : Participa en enlaces sencillos o caminos entre todos los usuarios, el enlace sirve como un camino largo para todas las señales de datos, y la conexión de los usuarios se montan en un bus. El bus es realmente una extensión de un estándar multidrop como el RS-485. Los usuarios se añaden a lo largo del bus. Si un nodo tiene fallas, el bus normalmente puede continuar su función sin interrupción. Los componentes que presenta entre los nodos de los usuarios y el bus son transformadores o bien

optoaisladores. Aquí cada nodo hace sus propios protocolos y trata de evitar colisiones.

Esta topología es muy popular para los sistemas de comunicación de redes, usa un chasis para la interconexión de varias PC's. Esto provoca fácil interconexión con buenas combinaciones de estructuras, pueden tener muchos alambres o caminos que se conectan en paralelo siendo práctico para cortas distancias, figura 2.4.

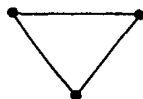
TOPOLOGIA ANILLO: Es una de las mejores topologías para redes de comunicación terrestre. Todos los nodos son conectados físicamente actuando como enlaces de una cadena y el siguiente nodo es conectado otra vez con el primero. Una señal irá al siguiente nodo y será procesado por el primero y así sucesivamente. Al meter un nuevo usuario se requerirá de la ruptura temporal del RING. Insertando el nuevo nodo, y después restableciendo el camino completo, lo cual al mismo tiempo es inconveniente e inaceptable, siempre usará fibra óptica en sus enlaces de punto a punto.

Esta topología de anillo usa una forma sencilla : Cada nodo acepta el mensaje, lo procesa, extrae algunos datos pertinentes, modifica el mensaje si es necesario y lo pasa al proximo nodo. El anillo actúa como un bypasse, figura 2.5.

2.2 REDES SATELITALES Y TOPOLOGIAS.

La topología de las redes privadas tipo VSAT se puede examinar por dos perspectivas, FISICA y LÓGICA; siendo sus características diferentes, sin embargo, ambas afectan las capacidades y el funcionamiento de la red. En general, las redes VSAT se caracterizan por su topología física así llamada para la topología tipo estrella, su bajo costo y el uso del medio de comunicación vía satélite como el camino de comunicación primario entre la estación central maestra y las estaciones remotas. Las redes VSAT soportan una gran diversidad de aplicaciones que dominan la capacidad de muchos servicios integrados.

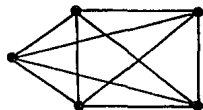
La red tipo VSAT integrada cómo una red privada es más usada con la topología tipo estrella, consistente en un número de VSAT remotas que se comunican por medio de la estación maestra en un tipo de enlace llamado inbound (que va de la VSAT a la estación maestra) y también un enlace llamado outbound (que va de la maestra a la VSAT). Existe un modo de salto sencillo en la cual las VSAT (terminal remota) se comunica con la maestra y no con otra terminal



3 NODOS



4 NODOS



5 NODOS

FIGURA 2.2 TOPOLOGIA TERRESTRE MALLA

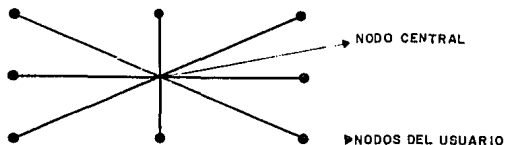


FIGURA 2.3 TOPOLOGIA TERRESTRE ESTRELLA

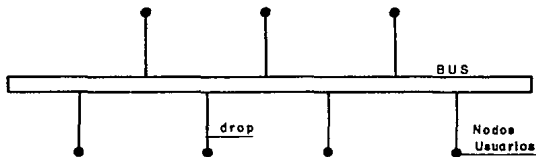


FIGURA 2.4 TOPOLOGIA TERRESTRE BUS

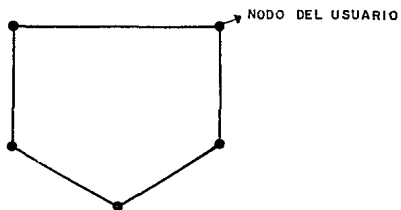


FIGURA 2.5 TOPOLOGIA TERRESTRE ANILLO

remonta. La estación maestra está localizada cómo el cuartel general o centro de control y las remotas están situadas en las ramificaciones o salidas, figura 2.6.

Se presenta también un modo de comunicación llamado de doble salto y así el acceso de las terminales remotas es una con otra interviniendo siempre la estación maestra. Todas las portadoras son recibidas por la estación maestra, la cual actúa cómo un procesador común donde decodifica datos, demultiplexa, regenera la señal, multiplexa, codifica y desplaza la portadora. La maestra retransmite la información de datos a su destino que son las remotas con el tipo de enlace outbound. Un gran desarrollo de la red estrella es que puede operar en ambos modos, sencillo y doble.

Para una red tipo estrella implementando el modelo DS-CDMA, la baja densidad espectral de potencia con una señal de espectro extendido de secuencia directa permite el uso de antenas con plato parabólico pequeño eliminando significativamente la interferencia de los satélites adyacentes, mientras el proceso de ganancia se da permitiendo el desecho de señales de bandas estrechas con sistemas terrestres y mitiga los efectos de intermodulación entre portadoras.

Dentro de ésta configuración estrella se presenta un sistema llamado STARCOM. Aquí la comunicación de tipo inbound es normalmente la Tx de modo abierto (burstmode) sobre una parte de los canales del satélite para muchas terminales remotas. STARCOM usa una velocidad de datos de 112 kbps con un valor de código de 0.5 para el FEC, provee una tasa de información de 56 kbps por canal, con esto una gran cantidad de canales pueden ser introducidos en una red. Para un acceso outbound los canales usan una modulación continua a una tasa de bits en Tx de 512 kbps, con una tasa de 0.5 para el FEC. La portadora mandada con acceso outbound es diferente a la portadora mandada con acceso inbound por razones fundamentales: primero, la tasa de datos es mayor en el acceso outbound que en el acceso inbound, segundo, para la portadora outbound con modulación continua, se aprovecha para mantener el demodulador de datos a un costo bajo en las terminales remotas.

Esta topología se utiliza en redes VSAT con técnicas de acceso SCPC / DAMA y TDM / TDMA .

RED LOGICA VSAT.

Esta topología se presenta cómo una malla cerrada usando conexión de salto sencillo de una terminal con otra. En efecto, ya que las redes VSAT verdaderamente proporcionan funciones propias de red; pueden ser libremente clasificadas como redes independientes o bien como parte de la red en la estación maestra, esto es, que los usuarios no requieren de interconectarse con la estación maestra. En el caso de la red con la participación de la estación maestra, cada usuario tiene una red lógica de malla por la cual puede participar en parte sobre toda la red.

La ventaja de la red de malla cerrada sobre la red estrella con doble salto es el menor retardo, de modo que ésta ventaja ofrece una gran calidad de enlace y bajo costo en el equipo. Ver figura 2.7.

Una red de malla cerrada permite la comunicación de una remota con otra remota con el modo de comunicación de salto sencillo, de éste modo el retardo del paquete de información se reduce considerablemente. Hay reúso en el transpondedor en la comunicación con doble salto, siendo así más grande la capacidad requerida del sistema. En la red de malla cerrada con espectro no extendido puede operar con 142 canales SCPC a 56 kbps comparados con 102 canales de una red estrella con doble salto. El problema con la red de malla cerrada puede encontrarse en el costo del equipo, si la red es usada con flexibilidad en proporcionar las conexiones completas para todo nodo. Como en una red estrella, la capacidad de la red en malla cerrada se reduce cuando se utiliza DS-CDMA de espectro extendido.

Esta topología se utiliza en redes VSAT que poseen técnicas de acceso DAMA o en redes satelitales con técnicas de acceso TDMA.

RED HIBRIDA.

Existe también la configuración híbrida de una red privada vía satélite, esto es MALLA - ESTRELLA; con ésta configuración es posible el tráfico de señales de voz y datos, por ejemplo, la conexión entre las terminales remotas de salto sencillo son usadas para voz y con una prioridad mayor los paquetes de datos; mientras la conexión de las remotas con doble salto se usan con una prioridad menor para los paquetes de datos.

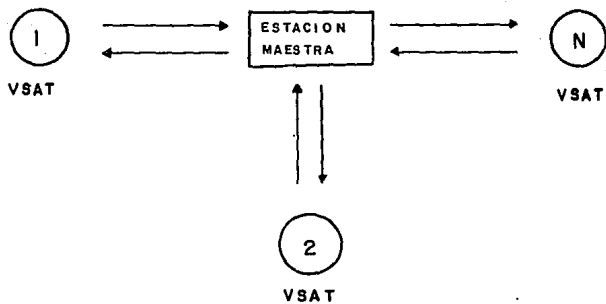


FIGURA 2.6

RED SATELITAL ESTRELLA

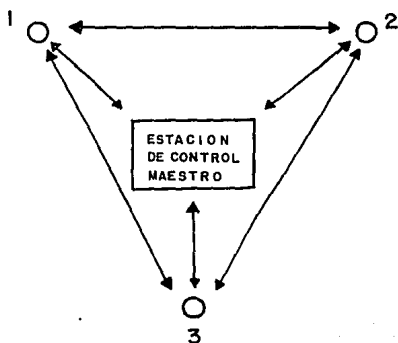


FIGURA 2.7

RED SATELITAL MALLA

TOPOLOGIA PUNTO - PUNTO : Este tipo de topología se aplica a estaciones VSAT con técnica de acceso SCPC / FDMA, en ésta topología, que en realidad es la máxima simplificación de la topología estrella, la comunicación es en una relación uno a uno.

2.3 COMPARACION ENTRE AMBOS TIPOS DE REDES.

Una de las ventajas de las redes satelitales en especial sobre otras redes terrestres, es su habilidad en proporcionar un ancho de banda para comunicación punto a multipunto con un rango en la tasa de bit de 9.6 kbps a 2.048 Mbps con un costo relativamente bajo. Otra ventaja en las redes VSAT es la habilidad de enlazar muchas terminales remotas por medio de una estación maestra que gobierna la red completa ya sea estrella o malla cerrada.

VENTAJAS:

_ la cobertura de áreas rurales, inaccesibles y océanos, se logra más fácilmente.

_ los costos de infraestructura en grandes redes es comparativamente menor y su abatimiento es relativamente más rápido (comparados con cables, fibras ópticas y microondas).

_ los programas de expansión y aplicación de redes son más fáciles y económicos.

_ los costos de operación y servicio son los mismos para cualquier distancia, grande, mediana o corta.

_ las técnicas de modulación y multicanalización son más accesibles en su conjunto a éste sistema.

_ se mantiene una actualización tecnológica al paso de la producción científica en el mercado.

_ la confiabilidad de los sistemas es alta (del orden de los 99.8 % a 99.9 %) tanto en redes satelitales como en redes terrestres especialmente en Microondas.

_ la velocidad de los servicios, aplicaciones y utilidades es más amplia para un mismo servicio.

DESVENTAJAS:

_ en muchos casos no es conveniente ni costeable los enlaces a corta distancia.

_ a las frecuencias de operación, los enlaces por satélite son más fácilmente afectados por las condiciones climatológicas (banda Ku).

_ el tiempo de vida de un sistema de satélites es considerablemente más corto (aprox. 9 años - 14 años).

_ el tiempo de retardo en los enlaces de comunicación vía satélite es relativamente mayor.

2.4 APLICACIONES ADECUADAS A LAS REDES SATELITALES PRIVADAS

2.4.1. REDES PARA VOZ Y DATOS.

Las redes de datos tipo VSAT generalmente tienen una configuración tipo estrella, las terminales remotas se comunican en datos con una computadora central que se encuentra en el sitio de la estación maestra, dicha computadora se encuentra directamente conectada al equipo de Banda Base. La transmisión de datos de la maestra a la remota se manda en la manera de multiplexaje por división de tiempo (TDM) sobre una o varias frecuencias multiplexadas a una gran capacidad a los canales del satélite. En la comunicación con sentido de la remota a la maestra, las condiciones del canal espacial y las limitaciones de potencia al Transmitir, con velocidades típicas de 32 kbps a 128 kbps. Para estas velocidades, las terminales remotas soportan muchas más aplicaciones motivando al uso de protocolos para el acceso de información.

Este eficiente multiacceso es razonablemente esencial para el uso eficiente del ancho de banda en el satélite y está directamente relacionado con el costo de las comunicaciones. También es importante considerar otros

escenarios bien conocidos donde los protocolos de multiacceso se llegan a usar (paquetes de radio, LAN).

Mientras la aplicación para comunicación de voz es comúnmente limitada en las redes VSAT debido al bajo costo y facilidades de la telefonía terrestre existente en los países del primer mundo, en México ésta aplicación es alta, existiendo casos en los cuales la adquisición de redes privadas se justifica por el servicio de telefonía y no por la aplicación de datos.

Las opciones que soportan las redes de voz VSAT están típicamente basadas para voz digital. La terminal VSAT puede operar alternadamente para voz o datos. Los recursos del satélite en cuanto a alojamiento de la información y la demanda de servicio es integrada a promover el mejoramiento de la red respecto al volumen de tráfico en las VSAT. Por otro lado, el tráfico de datos generado por computadoras tiene la flexibilidad de tolerar retardos. El uso de datos en muchos casos se puede confiar en la estimación de los recursos del satélite, mientras para el tráfico de voz, un retardo en la llamada y en varias peticiones de acceso un abonado puede perder la confianza para tal servicio.

En general, las redes VSAT soportan la comunicación de datos usando una cierta variedad de protocolos de comunicación; los protocolos típicos incluyen IBM SNA/SDLC y la interfase X.25 del CCITT entre otros.

2.4.2 REDES PARA VIDEOCONFERENCIAS.

Este tipo de sistema es una red para conferencias de video interactivas basadas en VSAT. Dicha red ofrece conferencias de video con movimiento completo a puntos múltiples, y a la vez permite ahorrar significativamente en los costos de Transmisión comparada con las líneas terrestres.

Este sistema, se controla mediante un terminal inteligente con pantalla gráfica, proporcionando la difusión de video punto a punto y entre puntos múltiples. Además el sistema proporciona una opción de relevo que permite que los sitios pasen en forma dinámica a la capacidad de Transmitir video por petición en el curso de una conferencia.

El equipo que interviene en el sistema para una red de videoconferencia son el terminal del satélite tipo VSAT, un

controlador interior, equipo de control de redes, cámaras de video, monitores y codecs, esto ultimo para la sala de conferencias.

El codec es el equipo encargado de digitalizar y comprimir la señal de video, existen diferentes tasas de operación que van desde los 64 kbps hasta los 5 Mbps, sin embargo las tasas más usuales con las que se consigue una buena calidad del video son las de 384 y 512 Kbps.

2.4.3 REDES PARA LOCALIZACION DE UNIDADES MOVILES.

Aunque existe la comunicación móvil celular terrestre, sólo es útil en áreas urbanas donde relativamente se encuentra la estación base, conveniente para los usuarios móviles. En áreas remotas o urbanas donde la densidad de población es muy baja, la comunicación de vehículos no resulta económica por tanto el sistema celular no es viable. La tecnología de los satélites ha alcanzado el punto donde la comunicación vehicular entre varios usuarios móviles y una estación base se puede llegar a obtener a un costo relativamente bajo. de tal modo que los sistemas satélites móviles llamados regularmente MSAT se complementan con los sistemas celulares terrestres móviles, también la cobertura de la comunicación se extiende desde áreas urbanas a las rurales. Los sistemas MSAT no se restringen a la cobertura terrestre porque pueden incluirse los servicios aeronáuticos y marítimos eficientemente. Algunas aplicaciones de telefonía y datos MSAT incluye transportación (marina costera, vía férrea, camiones escolares, en fin para utilidades públicas), telefonía aérea, telefonía terrestre, seguridad pública, datos interactivos y en la medicina.

Para el servicio terrestre, aeronáutico y marítimo, MSAT se ha establecido en el espectro de frecuencia para la banda L (1.6/1.5 GHz) y la banda Ku (14/12 GHz). El ancho de banda que se maneja en los servicios aeronáuticos y de superficie terrestres para enlaces satelitales móviles son de 1646.5 a 1660.5 MHz de subida y de 1545 a 1554 MHz para bajada.

En los sistemas satelitales de servicio fijo, en particular sistemas VSAT, una terminal terrena emplea una antena direccional de gran ganancia apuntando directamente al satélite geostacionario. Por ésta razón, la señal con línea de vista entre la terminal terrena y el satélite es dirigido por la antena de la primera.

En las comunicaciones tipo MSAT, la terminal móvil emplea una antena "omnidireccional" de ganancia pequeña de 3 a 6 dB o de 10 a 14 dB. Estas antenas con menor ganancia recogen la señal contaminada, que son componentes de reflexión en la vecindad de la terminal móvil, éstas señales vienen desde montañas, árboles, edificios, etc., las últimas dos componentes de la señal son completamente rechazadas por antenas de ganancia alta en sistemas de servicio fijo por satélite.

Por la razón anterior, un sistema MSAT está diseñado para compensar la degradación por los efectos en la propagación. los enlaces con servicio fijo por satélite, se establecen dentro de un ancho de banda de 500 MHz en la banda C y Ku. Para los servicios MSAT dentro de la banda L se establece sólo un ancho de banda angosto de 14 MHz.

Para el espectro con reuso de frecuencia, el ancho de banda angosto dentro de la banda L tiene que apoyarse con el uso de una antena multihaz situada en el satélite. La actual tecnología en las antenas permite el uso de frecuencias en varios haces, los cuales son separados con un ancho de banda al proporcionar una adecuada relación C/N. Si el reuso de frecuencia se realiza en cuatro haces, dos de los cuales únicamente pueden realizar el reuso para la misma frecuencia y su capacidad se incrementa a un factor de 4/3 por dicho haz.

En la red MSAT la única configuración a la que se restringe para su operación es la del tipo estrella, la cual pueden tener varias estaciones maestras semiautónomas. Todos los enlaces de comunicación serán conectados por una estación maestra; así, un modo de salto sencillo entre la terminal móvil y la estación maestra es tan bueno como el modo de doble salto para dos terminales móviles vía una estación maestra. La conexión para dos estaciones móviles no es posible por su potencia de Tx que es limitada para éste tipo de red MSAT.

La configuración de la red MSAT consiste de terminales móviles, la estación maestra y el centro de control de la red (CCR), ver figura 2.8.

La estación maestra y la CCR (CENTRO DE CONTROL DE LA RED) operan a 14/12 GHz mientras las estaciones móviles operan a 1.6/1.5 GHz. Las terminales móviles pueden incluir terminales transportables con una ganancia en el rango de 15 a 22 dB en las antenas, para los vehículos se usa una ganancia muy baja en su antena. Antenas " omnidireccionales "

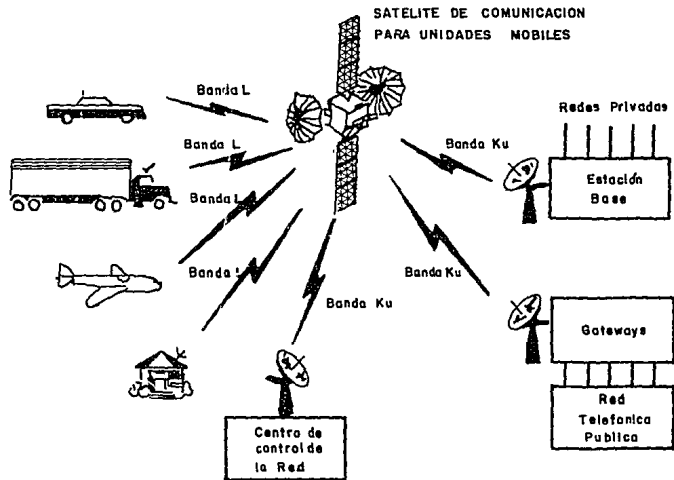


FIGURA 2.8 CONFIGURACION DE LA RED MSAT

semejantes a dipolos disminuidos pueden proporcionar una ganancia de 3 a 6 db con un ángulo de elevación de 20 a 60 grados.

La ventaja de éste sistema de antenas es su bajo costo y simplicidad, sus desventajas son la baja ganancia y alta sensibilidad a reflexiones multihaz. Además, el ancho del haz dirigido impide el reuso orbital de satélites, los cuales pueden necesitarse si en base a la demanda se requiere de otras ranuras orbitales. Para resolver estas desventajas, se pueden utilizar antenas de ganancia media, tales como el arreglo lineal gobernado mecánicamente (MSLA). Esta, es plana con un censor electrónico para determinar la posición del satélite, o bien se usa un arreglo de fase gobernada electrónicamente. La ganancia se encuentra en un rango de 10 a 14 dB con un ángulo de elevación de 20 y 60 grados y un azimut de 360 grados para cada haz. De otro modo, éstas antenas de mediana ganancia puede proporcionar un aislamiento intersatelital de cerca de 20 a 26 dB para dos ranuras orbitales geostacionarias para cubrir un país entero con una separación entre ellos de aprox. 35 grados, figura 2.9.

En una red MSAT la estación maestra consiste de dos partes:

. una estación base funcionando como una terminal de salida a las redes privadas.

. puerta de acceso (GATEWAY) para la interconexión de otro tipo de tráfico sobre las redes telefónicas publicas.

La estación maestra dentro de ésta red funciona como una estación pasiva, esto es, no participa en el control de acceso a la red cómo de la forma que lo haría una estación maestra en una red tipo VSAT. Sirve únicamente cómo una interfase entre las terminales móviles y las redes públicas o privadas, o entre las propias terminales móviles.

El CCR es la estación que controla los canales de acceso al satélite para la red completa. Se comunica con todas las terminales móviles y además la estación maestra. Porque el ancho de banda que se limita en la banda L y la intensidad de tráfico en cada terminal móvil es muy bajo aún; la utilización en cuanto a la capacidad del satélite es de una demanda variable. Las dos técnicas de acceso en una red MSAT con banda L / Ku son FDMA y CDMA. La técnica TDMA no es apropiada porque requiere de mucha potencia en su Transmisión.

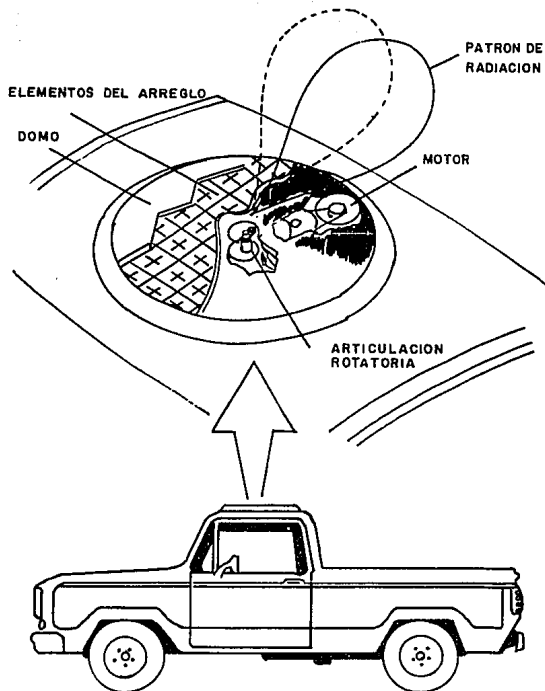


FIGURA 2.9 ARREGLO DE ANTENA PLANA

La red MSAT emplea circuitos de señalización en ambas bandas L y Ku. En la petición de una llamada por la terminal móvil a la CCR se porta en un canal usando técnicas de acceso aleatorio como puede ser ALOHA con L/Ku. La comunicación entre la CCR y la estación maestra se hace en un circuito de señalización Ku/Ku.

La capacidad del satélite puede ser segmentada en canales comunes de 5 KHz, los cuales son convenientes para voz digitalizada de 4.8 kbps de buena calidad telefónica usando código lineal.

Para una red MSAT con sistema no limitado en Bw pero si limitado en potencia, el uso de SCPC-DAMA puede eliminar la interferencia de canales adyacentes y por otra parte se mejora la capacidad si el sistema se limita en potencia, el número de canales en la red puede llegar a depender del PIRE y no en el aumento del Bw (que es de 14 MHz).

**TEMA 3.- TECNOLOGIA EXISTENTE PARA ESTACIONES TERRENAS
PARA REDES PRIVADAS.**

3.1. EQUIPO PARA REDES CON ACCESO SCPC / FDMA .

La técnica SCPC / FDMA se puede considerar como la técnica de acceso satelital más básica que existe, razón por la cual los equipos que funcionan con dicha técnica son relativamente sencillos.

Los equipos SCPC / FDMA son utilizados en aplicaciones en donde se requiere una alta velocidad de transmisión, hasta 2.048 Mbps, o en aplicaciones en donde se requieren canales transparentes de comunicación (clear channel). El término canal transparente significa que no existe ningún tipo de procesamiento (exceptuando la modulación y conversión de frecuencia) sobre la señal digital que es alimentada al equipo satelital. Este tipo de canal es deseable algunas veces en la transmisión de datos.

La estación VSAT SCPC / FDMA consiste básicamente de los siguientes componentes :

- a) Antena
- b) Unidad de RF (Radio Frecuencia)
- c) Cable coaxial de FI (Frecuencia Intermedia)
- d) Modem Satelital o Equipo Interior

El Modem Satelital recibe la señal digital proveniente del equipo de usuario (generalmente de un multiplexor TDM), la modula y le agrega el código de corrección de errores, para entregar una señal de salida en FI (generalmente 70 ó 140 Mhz, aunque algunos equipos suelen operar en 1 Ghz). El modem satelital normalmente es de tasa variable y puede operar a velocidades desde 9.6 Kbps hasta 2.048 Mbps.

La modulación normalmente es BPSK o QPSK y el código de corrección de errores es el FEC a una tasa de 1/2. El cable de FI transporta la señal digital desde el modem satelital hasta la unidad de RF (unidad externa), para que ahí sea llevada a la frecuencia final de transmisión y amplificada a un nivel de potencia adecuado para ser radiada por la antena, cuyo diámetro típico es de 2.4 metros.

Las unidades de RF para VSATs operando en banda C normalmente tienen potencias de 2 ó 5 Watts.

Los amplificadores de potencia utilizados en estas unidades son amplificadores de estado sólido.

A nivel de la estación maestra o estación central, los componentes que la conforman siguen siendo básicamente los mismos que en la VSAT :

- a) Antena
- b) Unidad de RF
- c) Interfacilidad de FI
- d) Equipo de Banda Base
- e) Centro de Administración y Control

Antena .- Con un diámetro típico entre 3.5 y 4.5 metros para la banda Ku y entre 6.1 y 11 metros para banda C . Las antenas de 4.5 metros y mayores son normalmente de configuración Cassegrain.

Unidad de RF .- Cumple con las mismas funciones que en la VSAT, conversión ascendente de frecuencia y amplificación para el enlace de subida, amplificación de bajo ruido y conversión descendente de frecuencia para el enlace de bajada. Esta unidad es generalmente redundante, con una redundancia de 1:1. La potencia típica de los amplificadores de potencia utilizados en banda Ku es de 16 a 75 Watts, y la temperatura de ruido típica de los amplificadores de bajo ruido (ABR) es de 180 a 220 K . La potencia típica de los amplificadores de potencia utilizados en banda C es de 20 a 125 Watts, y la temperatura de ruido típica de los amplificadores de bajo ruido (ABR) es de 60 a 80 K .

Interfacilidad de FI.- Consiste del cable coaxial que conecta la unidad de RF y la unidad de Banda Base , opera generalmente a una frecuencia central de 70 ó 140 Mhz, dependiendo de los fabricantes del equipo.

Equipo de Banda Base .- Consiste del conjunto de modems satelitales que operan en la estación maestra, o incluyendo los modem de respaldo . El número de modems requeridos corresponde exactamente al número de estaciones remotas, la redundancia en éstos modems es 1:n , dependiendo del desempeño que se espera de la red normalmente se usa redundancia 1:4 ó 1:8.

Centro de Administración y control .- Consiste de uno o varios programas especiales de cómputo que generalmente corren sobre una PC 386, que está conectada al equipo de Banda Base. Permite el monitoreo de todos los enlaces y equipos de la estación maestra y las remotas. A través de él se pueden realizar las configuraciones de parámetros (FEC, Potencia de transmisión, frecuencia de transmisión, frecuencia de recepción, cambio de modulación , etc.) y apagar y encender las estaciones remotas. Permite también llevar estadísticas de los enlaces (BER , % de disponibilidad , etc.).

Es importante mencionar que en las redes satelitales con equipo SCPC / FDMA, el número de portadoras transmitidas al satélite es igual a dos veces el número de estaciones remotas o VSAT. Por ejemplo, una red con 13 estaciones remotas utiliza 26 ranuras satelitales . La ranura satelital se define como el ancho en Hz o la velocidad en bps que utiliza cada portadora que se transmite al satélite. Si cada VSAT del ejemplo anterior transmitiera a 128 Kbps, entonces las 26 ranuras que se requieren son ranuras de 128 Kbps cada una.

3.2 EQUIPO PARA REDES SCPC / DAMA.

El sistema SCPC/DAMA es una red digital para comunicación de telefonía y datos basada en comunicaciones vía satélite, que provee una conectividad en malla entre múltiples estaciones terrenas. El sistema opera con la técnica de Acceso Múltiple por Asignación de Demanda (DAMA) en base de llamada por llamada para circuitos de voz, y una operación preasignada para circuitos de datos por medio de rutas de comunicación de un solo salto en canales sencillos por portadora (SCPC) entre las estaciones terrenas.

Descripción de la arquitectura y servicios que ofrece un sistema SCPC/DAMA típico (ésta descripción trata de ser general pero puede variar de proveedor a proveedor) :

1.-**TOPOLOGIA DEL SISTEMA.** Organización general del sistema, principales componentes y tipos de conectividad que son factibles para el usuario. la topología con éste tipo de sistema es una topología malla.

2.-**COMPONENTES DEL SISTEMA.** Descripción de las estaciones terrenas y remotas y el despliegue del equipo centralizado.

3.-INTERFACES DE COMUNICACION. Una vista general de los diferentes interfaces del sistema SCPC/DAMA.

4.-CANALES DEL SATELITE. Una descripción de las facilidades que da el sistema en apoyo a la transmisión de la información del usuario entre varias ubicaciones remotas y la transmisión de datos entre las mismas y el SCR (Sistema de Control de la Red) para propósitos de control y manejo de la red.

5.-MANEJO DE LA RED. Un vistazo general del interface humano y de las capacidades de la consola del operador de la red.

6.-REDUNDANCIA. Una descripción de las facilidades que permiten la operación del sistema en caso de existir una falla en el equipo de la SCR.

1. TOPOLOGIA DEL SISTEMA (figura 3.1)

Se considera una red que da soporte a las aplicaciones de voz y datos. Cada estación puede manejar solo unos cuantos canales o puede soportar muchos canales en una red pública a través de la terminal de salida (Gateway). El sistema de control de la red puede localizarse en cualquiera de las ubicaciones de la estación para dar control y facilidad de manejo de la red.

1.1. SEGMENTO ESPACIAL

Las terminales remotas SCPC/DAMA se comunican entre si y con el SCR utilizando satélites de banda C o banda Ku, con el método de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA). Para estos fines cada terminal remota cuenta con una terminal de RF (TRF), una banda base asociada, y equipo de frecuencia intermedia (FI).

El sistema emplea como método de modulación el QPSK o el BPSK, dependiendo de la información del usuario y de los niveles de codificación que deban soportarse. Se da la facilidad FEC en niveles de $1/2$ ó $3/4$. Tanto el método de modulación como el nivel decodificación FEC están sujetos al control del microprocesador (software) en las estaciones terrenas de terminal remota.

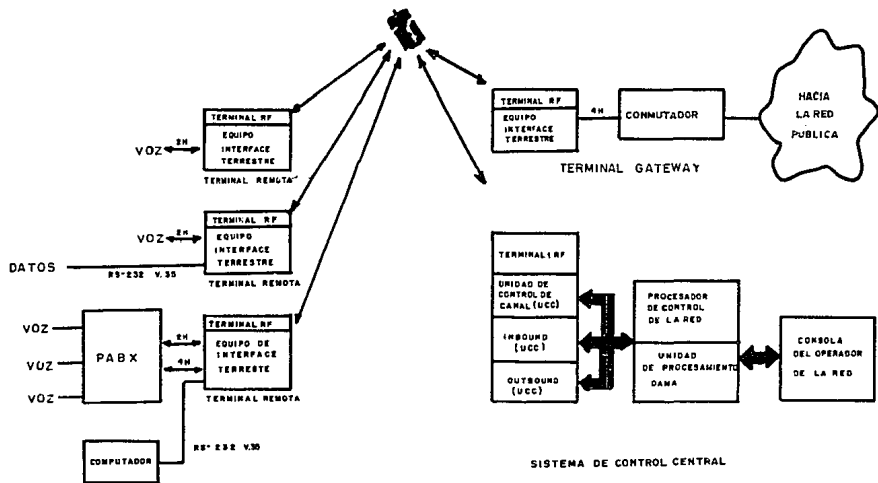


FIGURA 3.1 TOPOLOGIA SCPC/DAMA

1.2. CONECTIVIDAD DEL SISTEMA

El sistema SCPC/DAMA da soporte a las comunicaciones telefónicas así como de datos síncronos y asíncronos de manera directa entre las terminales remotas en cualquier parte del sistema. El tráfico de datos y voz se transfiere directamente entre las terminales remotas sin utilizar al SCR, con lo que la demora de la transmisión del satélite se minimiza (un solo salto).

Cada terminal remota puede estar en comunicación simultánea con varias otras como y cuando lo requiera el equipo anexo del usuario. Los circuitos de voz se establecen entre las terminales remotas según la demanda, como lo dicte la secuencia de marcado del usuario, bajo el control del equipo de procesamiento DAMA centralizado del SCR. Los canales de satélite se asignan solo durante la duración de estas conexiones.

Las comunicaciones de datos utilizan canales predefinidos en el satélite, y proveen una conexión continua punto a punto permanentemente asignada entre las terminales remotas.

1.3. DOMINIO DEL SISTEMA (figura 3.2)

Existen interfaces claramente definidos para los usuarios de datos y sistemas de telefonía.

El interface que se presenta a los operadores del sistema se define en términos de ventanas, formas, salida a la impresora y entrada del teclado y/o mouse; considerandose que lo anterior es un interface externo al sistema.

2. COMPONENTES DEL SISTEMA (figura 3.3)

La red consiste de muchas instalaciones de estación terrena remota (terminales remotas) que otorgan al usuario acceso, operando conjuntamente con el SCR el cual provee al control y al manejo de la red.

2.1. TERMINALES REMOTAS

Las terminales remotas consisten de los principales componentes que se muestran en la figura 3.4.

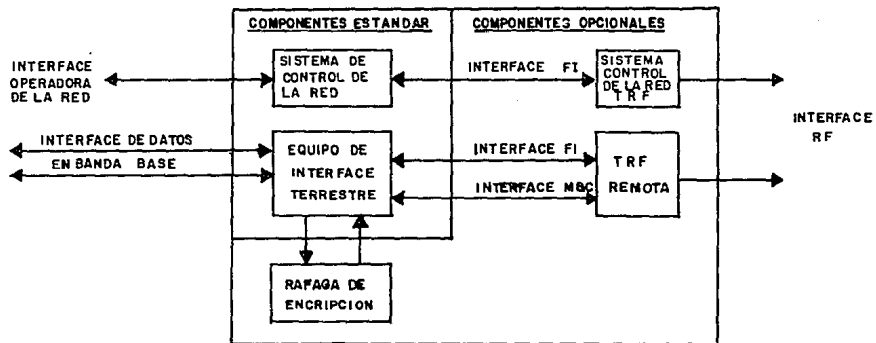


FIGURA 3.2

DOMINIO SCPC/DAMA

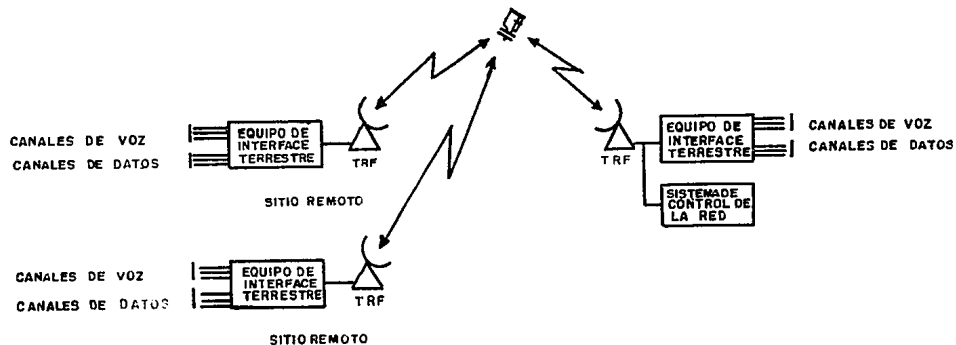


FIGURA 3.3

COMPONENTES SCPC/DAMA

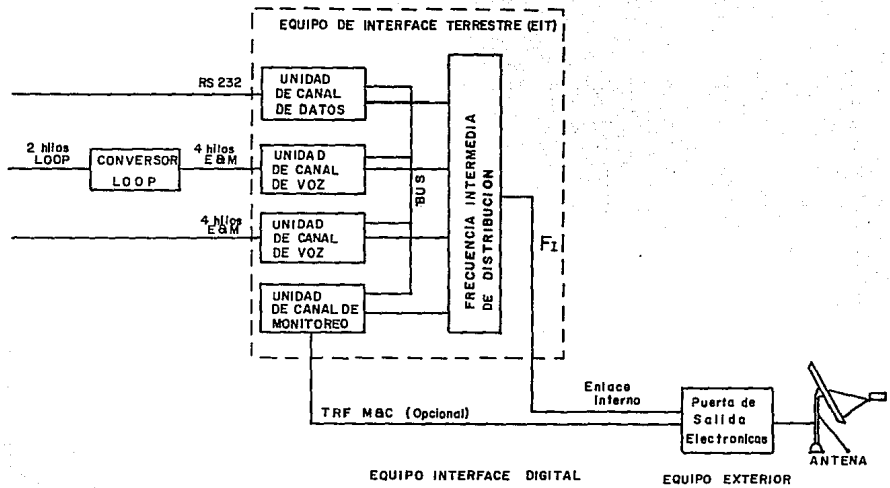


FIGURA 3.4
 TERMINAL REMOTA SCPC/DAMA

2.1.1. UNIDAD DE CANAL

El sistema de acceso para los aparatos del usuario (Telco y datos RS232) se provee por medio de las unidades de canal (UCs). Hay dos tipos de UC disponibles, ya sea de voz o para datos. Los UCs equipados para canal se les conoce como unidad de canal de voz (UCVs) y a los UCs equipados para datos se les llama Unidad de Canal Digital (UCD). En ambos casos una sola tarjeta de UC provee toda la funcionalidad requerida para convertir a la voz o a los datos duplex completo de banda base a IF modulado, para que se interfasen a un TRF.

Las características de diseño del UC son:

1. Interfaces terrestres:

4 hilos E & M
Interface de datos RS232

2. Decodificación de tasa baja (DTB):

Modulación por código de Pulsos Adaptativa Diferencial (ADPCM
Predicción lineal por excitación Residual (RELPF)

3. Portadora Activada por Voz (VOX)

4. Cancelador de Eco Digital

5. Codificación FEC con Decodificación Viterbi

6. Modulación Digital (QPSK o BPSK)

7. Interfase IF de 70 MHz estándar.

2.1.2. UNIDAD DE CANAL PARA MONITOREO (UCM)

Puede configurarse una unidad de canal para monitoreo (UCM) opcional para un grupo de UCs en la ubicación de la terminal remota. Este componente proporciona un control y monitoreo (M&C) continuo de la ubicación, aunque los mismos

UCs pudieran estar involucrados en llamadas activas y por lo tanto sintonizados a los circuitos de tráfico. Se implementa al UCM utilizando el UC de la terminal estándar, pero cargado con un software específico a sus funciones M&C.

A diferencia de los UCVA y UCDA, los UCMS permanecen sintonizados a los canales de control y manejo de la red en forma permanente, y pueden por lo tanto estar en constante comunicación con el SCR. De hecho, sin los UCMS, el reconfigurar a los UCDA requiere de una visita a la ubicación.

2.1.4. RACK Y CHASIS

Los UCs se localizan en un chasis, que a su vez está montado en un rack y comparten una unidad de distribución de frecuencia intermedia (FI) común. A todo este conjunto se le llama Equipo de Interfase Terrestre (EIT) el cual se coloca en una terminal RF.

El TRF convierte a las señales FI transmitidas de los UCs al RF y transmite las señales hacia el satélite. Las señales del satélite recibidas se convierten de señales RF a señales FI.

2.2. TERMINALES DE SALIDA.

Las terminales de salida proveen acceso a las redes externas al sistema SCPC/DAMA tales como la red pública telefónica.

Las terminales de salida son funcionalmente equivalentes a las terminales remotas y en general, cualquier comentario pertinente a las terminales remotas también se aplica a las terminales de salida. Con frecuencia las terminales de salida dan apoyo a un gran número de circuitos en una misma ubicación y por lo tanto requieren equipo para terminal RF mayor.

Las terminales de salida pueden usarse para limitar las llamadas a la red pública en una ciudad localizada centralmente donde la llamada se completa en una red terrestre a larga distancia. Otro enfoque es proveer terminales de salida en muchas ciudades y limitar las llamadas de SCPC/DAMA a la ciudad destinataria más cercana y reducir la carga en la red terrestre de larga distancia.

2.3. SISTEMA DE CONTROL DE LA RED (SCR)

El sistema de control de la red maneja y controla a la red y lleva a cabo las funciones DAMA del satélite. Las facilidades de base de datos y procesamiento central en conjunto con las consolas del operador y las facilidades de control y monitoreo manejan estas funciones.

El software del SCR corre en un minicomputador (miniframe); el software está basado en un diseño modular que le permite ser distribuido en varios procesadores . Esto permite hacer la configuración del procesador SCR a la medida de las necesidades de cualquier aplicación dada, y de configurarse con procesadores adicionales conforme crezca la red SCPC/DAMA y pone una mayor demanda sobre el SCR.

El SCR comprende a los siguientes subsistemas de software:

1. Subsistema PROCESADOR CENTRAL DE LA RED (PCR)

Este subsistema es el corazón de la funcionalidad del SCR. Las funciones de éste subsistema incluyen el mantenimiento de la configuración de las bases de datos del sistema , manejo de eventos, carga a través del satélite del software para terminales remotas, y la recopilación de status y estadísticas.

2. Subsistema PROCESADOR DE SERVICIO DE LA RED (PSR)

Este subsistema asigna los circuitos del satélite a las terminales remotas del sistema. Pueden configurarse hasta dos procesadores SCR con este software para proveer una redundancia de repuesto disponible para esta función, en caso de que el procesador falle.

3. Subsistema DE LA CONSOLA DEL OPERADOR DE LA RED (COR)

Este subsistema provee el interfase para operadores de la red. Da soporte a la consola de estación del minicomputador, lo cual provee un monitor de color de alta resolución que presenta al interfase con el operador, figura 3.5.

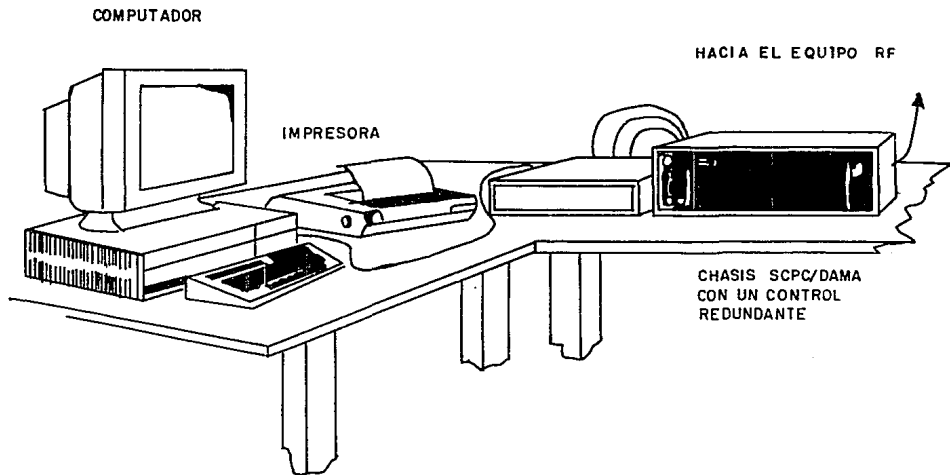


FIGURA 3.5 SISTEMA DE CONTROL DE LA RED PARA NIVELES DE ENTRADA SCPC/DAMA

Además de los procesadores que dan cabida a los subsistemas de software del SCR antes mencionados, se necesita equipo adicional en el SCR para proveer acceso al segmento espacial y a las facilidades de comunicación con las terminales remotas. Esto incluye un TRF y un equipo para canal de control (ECC), el cual almacena UCs especializados a los cuales se les llama unidad de canal de control (UCC).

3. INTERFASES DE COMUNICACION

Los interfaces de comunicación apoyados por el sistema incluyen a los interfaces de banda base, de encriptación, de control y monitoreo y del satélite.

3.1. Interfase de la banda base del usuario

Los UCs son capaces de dar soporte tanto a los interfaces de telefonía como a los interfaces para la banda base de datos. El tipo de interfase apoyado por un determinado UC dependerá del tipo de UC asignado.

Un UCV puede dar soporte a un solo interfase telefónico, y un UCD puede dar apoyo a un solo interfase de datos, como se aprecia a continuación:

1. Telco de 4 hilos

El UCV provee interfaces E&M del tipo 1, 2, 3, 4 ó 5. La oficina central (Co) da un cambio y los interfaces PBX se apoyan para originar una guía M. La señalización de dirección se provee por medio de los tonos multifrecuencias (MF) y los cambios de guía E&M (incluyendo a los pulsos marcados) , dependiendo de los requerimientos del interfase.

2. Interfase de datos RS232

El interfase de datos se conforma según las especificaciones eléctricas del RS232. Se provee la transmisión de datos síncronos y asíncronos en transparentes formatos de BIT. Los niveles de datos apoyados dependen del nivel de transmisión en el interfase del satélite.

3. Opción de interfase de datos V35

Una interfase de datos opcional se conforma eléctricamente a las especificaciones V35, y teniendo la misma funcionalidad que el interfase de datos RS232 mencionado en el párrafo anterior, puede proveerse por medio de conversión externa.

4. Interfase de datos opcional RS449

Puede proveerse por medio de una caja de conversión externa. Una interfase de datos opcional se conforma eléctricamente a las especificaciones RS449, teniendo la misma funcionalidad, que el interfase de datos RS232 mencionado con anterioridad.

3.2. Interfase de Encriptación

SCPC/DAMA da soporte a un interfase a una unidad de encriptación externa opcional cuando se requiera de la encriptación del habla o de señales de datos.

3.3. Interfase de control y monitoreo

Los interfases de control y monitoreo (M&C) proveen interfases que pudieran requerirse para propósitos de M&C. Estos interfases incluyen un interfase M&C TRF y un interfase de relevo.

1. Interfase M&C TRF

Este interfase puede usarse cuando un UCM existe en una ubicación remota. Provee la interconexión entre el UCM y el TRF lo que permite al UCM enviar órdenes al TRF así como determinar su estado operativo. Esta es una opción que requiere hardware adicional y pudiera requerir de un software adicional desarrollado para el UCM.

2. Interfase de relevo

Cada UC tiene una apertura de contacto de relevo que provee un resumen de la adición de la alarma para el módulo que puede usarse para conectarlo a un panel de alarma en un cuarto de equipo.

3.4. Interfases de satélite

Los interfases de satélite comprenden al interfase FI y al interfase RF de la siguiente manera:

3.4.1. Interfase FI

El interfase FI de 70 MHz provee la conexión entre el equipo EIT y el TRF. Se hace directamente el interfase al chasis del EIT para estaciones remotas que solo tengan un chasis. Para ubicaciones con chasis múltiples, la señal FI del rack del chasis pasa a través de la distribución FI del rack para que pueda lograrse un interfase FI común con el RFT.

3.4.2. Interfase RF

El interfase RF se da entre el TRF y el satélite. Este interfase es de aplicación específica y varía dependiendo de la banda de frecuencia (banda ku o C), considerando el equipo TRF, la amplitud de banda de satélite y la energía que esté disponible.

4. CANALES DEL SATELITE

El propósito de éste subsistema, es transportar el tráfico para el manejo de la red.

4.1 Canales de tráfico

Un canal de tráfico consiste de un canal SCPC y lleva la voz y datos del usuario por los UCs. Un circuito de tráfico comprende a dos canales de tráfico, uno para el flujo de tráfico en cada dirección.

4.2 Canales de control

Los canales de control se utilizan dentro del sistema SCPC /DAMA para pasar la conectividad de llamada y los mensajes administrativos entre el SCR y las terminales remotas. Se emplean dos tipos de canales de control dentro del sistema, que son los siguientes:

1. Canales de Control de salida (CCS)

Los canales de control de salida son canales SCPC que se utilizan para pasar datos de la SCR hacia las terminales remotas. El sistema puede operar con un solo canal de control de salida y pueden añadirse más conforme vaya creciendo la red.

2. Canales de control de entrada (CCE)

Cuando menos se necesitan dos canales de control de entrada en la red SCPC/DAMA. Pudieran requerirse de más canales y aun así pueden configurarse según vaya creciendo de red. Cada canal de control de entrada es un canal SCPC que se utilizan para pasar datos de las terminales remotas hacia la SCR. Los canales de control de entrada utilizan el método de acceso ALOHA aleatorio.

4.3. Asignación de canales

Durante las operaciones DAMA, se establece una distribución de circuitos de tráfico que se explica a continuación.

De manera típica un UC está activo en las llamadas durante un periodo de tiempo y después está vacío hasta que la siguiente llamada tiene lugar. Durante los periodos vacíos los UCs se sintonizan a los canales de control para poder pasar mensajes de control y status entre el SCR y los UCs. Una llamada típica tiene lugar de la siguiente manera:

. El UC maneja la supervisión y la señalización entre el equipo telefónico local y el UC.

. El UC formula un mensaje de petición de llamada y determina si el UC llamado está disponible para la llamada. De ser así envía un mensaje de conexión de llamada a los UCs (llamado y originante) por medio del canal de control de salida. Este mensaje de conexión de llamada provee las frecuencias Tx y Rx a ambos UCs y el UC llamado también recibe el número telefónico marcado.

. Los UCs se sintonizan a las frecuencia asignadas e intercambian mensajes de verificación de llamada para cerciorarse de la conexión en el circuito de tráfico. El UC

llamado lleva a cabo las funciones de supervisión y señalización de dirección del equipo del usuario llamado.

. Una vez que el UC llamado contesta, se activa un canal de voz entre los UCs.

. Cuando la llamada se completa, se pasan mensajes de terminación de llamada entre los UCs. Entonces ambos vuelven a sintonizarse con los canales de control, y el UC originante envía un mensaje rumbo al SCR diciendo que la llamada se ha completado .

. El SCR confirma el mensaje de completación de llamada en el canal de control de salida a tanto el UC llamado como el originante y genera un registro de llamada.

5. MANEJO DE LA RED

Es una descripción de la naturaleza general del interfase entre el sistema y sus operadores y las facilidades que otorga.

5.1 Interfase humano

Los operadores de la red se interfazan con el sistema SCPC /DAMA utilizando las consolas de operador de la red (COR).

Varios operadores de la red pueden tener acceso al COR al mismo tiempo. Se requiere una consola separada en cada posición del operador, conectado al NCP por medio de un enlace Ethernet de alta velocidad o utilizando facilidades telefónicas separadas. Los CORs son considerados como parte del sistema SCPC/DAMA.

La pantalla en la consola incluye una ventana permanente, a la que se conoce como " Banner Line". Un resumen de información de una amplia naturaleza del sistema, o que pertenece a la sección de distribución del operador actual se mantiene en ésta ventana - (por ejemplo ; un resumen de los indicadores de alarma y el nombre del operador).

El sistema se protege a si mismo contra el acceso de operado res no autorizados al requerir que los operadores

introduzcan contraseñas antes de llevar a cabo cualquier función.

5.2. Capacidades del operador de la red.

Las funciones que pueden invocarse desde la consola dependen del tipo de operador que esté habilitado . Para el mismo COR pueden definirse diferentes tipos de operadores de la red, teniendo cada uno diferentes capacidades funcionales. Estas funciones pueden clasificarse de la siguiente manera:

. Actualizar parámetros de configuración para uno o todos los componentes programables dentro de la red. Los operadores de la red crean, leen, modifican y suprimen pantallas completas de datos para configuración, según se muestran en la COR de acuerdo a la estructura jerárquica y lógica de los datos involucrados.

. Ver eventos (mensajes de alarmas) reportados por los componentes del sistema. A los eventos se les da prioridad y se les agrupa funcionalmente de acuerdo a su significado. Las peticiones de muestra de eventos pueden cualificarse (por ejemplo, fuente, tiempo de generación).

. Monitorear a la red por medio de muestras de estado. La información del estado está disponible de dos maneras :

- un resumen de la información acerca del equipo del SCR y estaciones remotas.

- muestras detalladas pertenecientes a componentes específicos (por ejem., información del estado bien detallado acerca de una estación remota en particular).

. Ver la información histórica que mantiene cada componente, para resolver problemas de equipo y sistema.

. Controlar la red al meter o sacar componentes a servicio, efectuando un cambio al equipo redundante en el SCR, reconfigurando un componente, o modificando el software operacional y a los parámetros de configuración.

. Generar formas reporte acerca de los datos que mantiene los procesadores de control de la red, y obtener impresiones la información que se muestra en la pantalla .

Además de las facilidades de diagnóstico interactivos descritas anteriormente, todos los componentes del sistema SCPC/DAMA incluyen pruebas de confiabilidad de equipo y diagnóstico automático. Estos diagnósticos previenen que el equipo defectuoso participe en actividades a nivel de sistema.

6. REDUNDANCIA

Se proporciona como una opción en el sistema SCPC/DAMA la redundancia para ciertos componentes del SCR . Permite la operación continua del sistema en caso de falla de un componente principal en el sistema. La redundancia se prevee por separado para los dos principales subsistemas del CCR, el procesador de servicio a la red, del procesamiento de llamada DAMA, y el ECC (EQUIPO DEL CONTROL DEL CANAL).

6.1. Redundancia DAMA

Si se requiere de la redundancia DAMA, el SCR debe configurarse con dos PSRs adicionales. A uno de éstos dos procesadores se le asigna el papel de maestro y al otro un papel de refuerzo disponible de inmediato. La operación de los PSRs maestros y de refuerzo se describen como sigue.

Un PSR de refuerzo (procesador DAMA) se utiliza en el SCR para hacerse cargo de la función DAMA, en caso de que el PSR maestro falle. El PSR de refuerzo mantiene una base de datos actualizada acerca de las asignaciones de los circuitos, y puede tomar el papel de procesamiento DAMA inmediatamente.

Si el PSR maestro falla, el PSR de refuerzo se hará automáticamente cargo del procesamiento de llamadas DAMA. Tal cambio no tendrá efectos en las llamadas que se estén realizando en ese momento entre los sistemas de los usuarios, y la asignación de circuitos de satélite DAMA se reanuda casi inmediatamente.

Una vez el PSR defectuoso ha regresado del servicio, se necesita de la acción del operador para restaurar el

procesamiento DAMA al procesador original (para prevenir oscilaciones entre los dos procesadores en caso de una falla intermitente).

6.2. Redundancia ECC (EQUIPO DEL CONTROL DE CANAL)

Un sistema SCPC / DAMA puede configurarse con los UCCs de repuesto que se utilizan en el esquema de redundancia m - para - n para reforzar a los UCCs de entrada y salida.

Se requiere cuando menos de dos canales de control de entrada. Los canales de control de entrada se utilizan para compartir carga (acceso aleatorio) por las terminales remotas. Además del rendimiento extra, esto también protege al sistema contra fallas del equipo de canal de control asociado al SCR. En caso de falla de uno de éstos canales, todos los datos de entrada subsecuentes se desviarán a uno (o muchos) de los canales saludables restantes.

3.3 EQUIPOS PARA REDES CON ACCESO TDM / TDMA .

Las estaciones con acceso TDM / TDMA están diseñadas para la Transmisión bidireccional de voz y datos interactivos y para la difusión por satélite de señales de video. estas estaciones están disponibles en una gama de tamaños que se adaptan a los requerimientos de espacio y estética para cada usuario. Las aplicaciones incluyen, operaciones bancarias, redes de - reservaciones para hoteles y líneas aéreas o la supervisión y el control de oleoductos entre otras muchas aplicaciones.

Este sistema ofrece ventajas significativas en comparación con las alternativas de redes por líneas arrendadas y redes de Tx de datos por microondas; entre éstas ventajas se encuentran ahorros en los costos de red, enlaces de mejor calidad , entre otras atribuciones . fig.3.6.

Este sistema privado transmite el tráfico de voz y datos entre una estación maestra y una estación local tipo VSAT. Todo el tráfico se lleva digitalmente vía uno o varios transpondedores. El sistema puede llevar datos síncronos, asíncronos y el tráfico de voz. Puede distribuir video por canales abiertos a receptores de TV. Ofrece migraciones desde redes tradicionales, tales como sistemas telefónicos públicos y privados. Directamente soporta interfases comunes para voz y datos, incluyendo interfases físicas, eléctrica y lógica

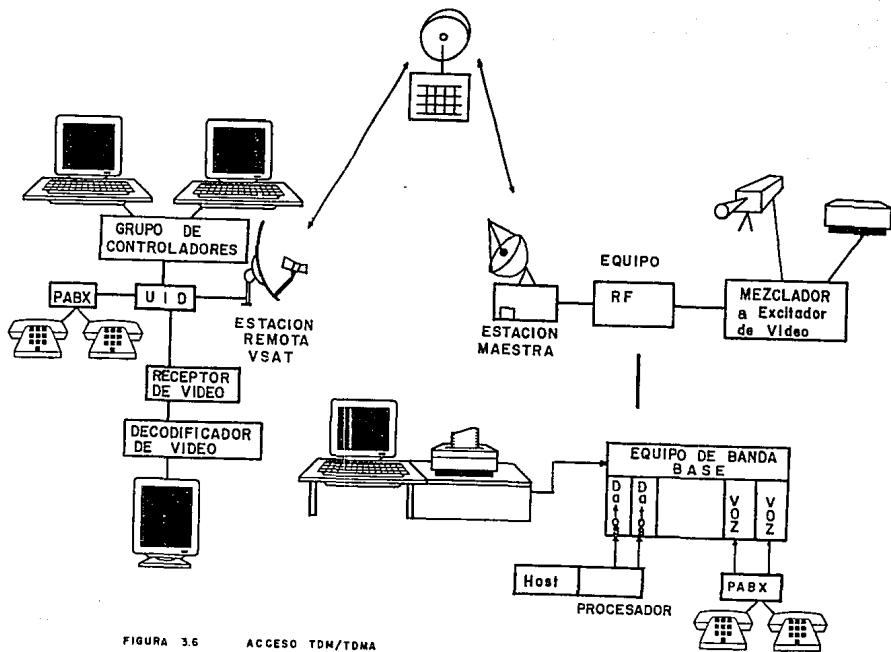


FIGURA 3.6 ACCESO TDM/TDMA

propriadamente dicho, de muchos protocolos estándares, soporta conexiones multipunto entre cada puerto de datos en la estación maestra y las esparcidas (alejadas) terminales remotas.

En éste sistema para la aplicación de voz, se proporciona un grupo de troncales comunes que pueden ser usados al conectar PBX's (private branch exchange = conmutadores telefónicos privados), aparatos telefónicos ó multilíneas. El puerto de datos de la estación maestra se conecta directamente al procesador de comunicaciones (FEP) del equipo de cómputo del usuario. A nivel de las estaciones remotas el puerto de datos se conecta directamente al equipo del usuario, comúnmente conocido como equipo terminal de datos (ETD).

Este tipo de acceso proporciona compensación de retardo por el uso de protocolos locales, el tiempo de respuesta para el usuario es corto. La estación maestra actúa como una estación secundaria y la terminal remota como una estación primaria. Puede manejar protocolos tales como bisync, SDLC (synchronous data link control) y poll/select. Las ráfagas de datos recibidas desde los dispositivos del usuario son renombradas localmente, y está garantizada por el protocolo para estar libre de errores de enlace.

El diseño de una red para comunicación de datos se debe hacer equilibrando los tiempos de respuesta, capacidad del transpondedor, capacidad de la red y utilización de los circuitos, así como otros parámetros, para ofrecer un costo-beneficio atractivo, aclarando que cada aplicación es diferente. El sistema aquí descrito puede incluir las siguientes facilidades :

. Un sistema DAMA con tres métodos de reservación, para una eficiente utilización en la capacidad del transpondedor para tráfico de datos.

. Un avanzado procesamiento de voz, incluyendo conexiones de llamada dinámica basada en señalización DTMF (dual tone multifrequency) y conexión entre PBXs o extensiones remotas.

. Terminación local de protocolos datos para un rápido tiempo de respuesta y una reducción en el tráfico de control.

. Código FEC en cada enlace para una excelente integración de bit y eficiencia en la potencia del enlace.

. Una gran eficiencia en el uso del protocolo para el enlace satelital que garantiza la entrega del paquete con un retraso mínimo o retransmisión de tráfico.

Estas facilidades ofrecen un uso excepcional de la red y dan gran flexibilidad incluyendo estándares nuevos para la comunicación de voz de alta calidad usados para 16 ó 64kbps.

La comunicación de la estación maestra hacia la terminal remota (outbound) vía satélite, tiene un acceso del tipo TDM (time division multiplexed) de alta velocidad, y desde la terminal doméstica hacia la maestra (inbound) se usa TDMA de velocidad moderada. El número de rutas inbound asociadas con cada outbound, puede variar dependiendo de la carga de tráfico y el tiempo de respuesta requerido. Cada estación monitorea una ruta de tráfico outbound buscando paquetes que coincidan en dirección con sus puertos de voz y datos.

Los enlaces entre la estación maestra y las terminales remotas se extienden asimétricamente en cuanto a la potencia del transpondedor y en los métodos de acceso. Las terminales son de antenas pequeñas (VSAT) transmitiendo con bajos niveles de potencia.

El protocolo de enlace se utiliza para proporcionar control sobre el enlace, se designa para una comunicación de punto a punto entre una sesión en CPD (CLUSTER DE PUERTO DE DATOS) y una sesión en la TRPD (TARJETA REMOTA DE PUERTO DE DATOS) operando de forma asíncrona . En este caso sólo la estación maestra puede iniciar la conexión del enlace, desconexión del enlace o una reconexión.

En la estación maestra, uno o varios Clusters de puertos de voz se conectan al PABX del usuario. Cada CPV soporta dos puertos de voz independientes. A nivel de la remota cada puerto de voz se conecta a otro PBX o a un teléfono normal. Cada TRPV soporta un puerto de voz sencillo; ambos puertos aceptan voz analógica como entrada , la digitalizan, comprimen y la preparan para Transmitirla sobre el enlace.

Las terminales remotas consisten de una unidad TRF y una unidad de interfase digital UID encontrándose interconectados, como lo muestra la figura 3.7.

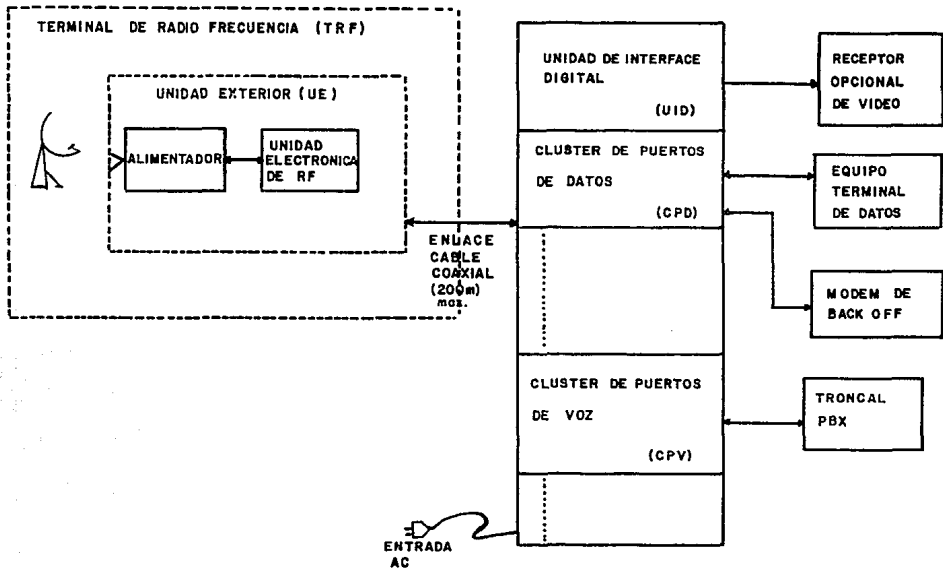


FIGURA 3.7 EQUIPO DE LA TERMINAL REMOTA VSAT PARA LA CONFIGURACION TDM/TDMA

La unidad TRF incluye todo el equipo exterior localizado en la antena, incluyendo el reflector de la antena, la unidad exterior (UE), y el montaje. La UE y la UID se encuentran conectadas por un simple cable coaxial llamado cable de enlace interno de FI . El cable de FI transporta potencia de DC, señales moduladas de subida/bajada, señales de control y monitoreo. Las funciones del modem se implementan en el UID. La UE y la UID trabajan en banda Ku o en banda C para Rx y Tx la señal, filtrando y amplificando la FI, adquieren la señal de salida para el enrutamiento, poseen el tracking, demodulan y sincronizan los bits y además enrutan la ráfaga modulada.

La UID proporcionará las funciones de procesamiento de la señal digital continuamente, codifica, y enruta en TDM el haz desde la TRF y especifica el puerto de voz o datos y entre el puerto del usuario y el decodificador, dirige el haz al modulador de la TRF; esto incluye el enlace y el uso del protocolo.

TERMINAL DE RADIOFRECUENCIA (TRF).

Consiste del reflector de la antena y de la estructura de alimentación, la RF , y una estructura de soporte integrada. El paquete de la electrónica está en una caja impermeable y contiene el radiotransmisor y radioreceptor. Lo anterior lo muestra la figura 3.8.

UNIDAD DE INTERFASE DIGITAL (UID).

La UID contiene una unidad RF de entrada, el demodulador, un controlador inbound/outbound (CIO) y Tarjetas remotas para puertos de voz o puertos de datos.

La unidad RF de entrada contiene repetidores de subida / bajada El Tx y Rx de frecuencias se sintonizan siguiendo un control de proceso de selección de canales para enrutar la salida o la entrada. El demodulador presenta una función de salida para la portadora en el demodulador.

La CIO contiene las funciones del modem digital, incluyendo el paquete de sincronización y el decodificador de salida. Con esto se sostienen las funciones de control y monitoreo de la terminal. La comunicación de la TRF vía LFI (línea de frecuencia intermedia) que puede estar separada hasta 200 metros; controla sobre todo la operación de la

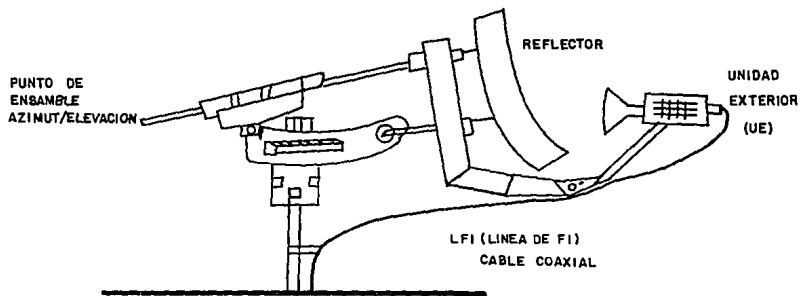
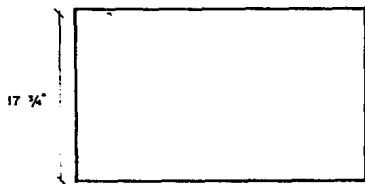
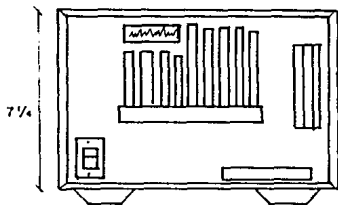
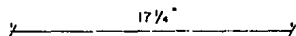


FIGURA 38 MONTAJE DE LA UNIDAD EXTERIOR



VISTA FRONTAL



$7 \frac{1}{4}$

VISTA TRASERA

Puertos
Usuario

Puertos
Diagonales

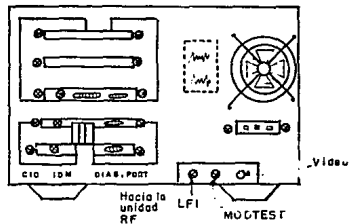


FIGURA 3.9 UNIDAD DE INTERFACE DIGITAL (UID)

radio y el proceso de demodulación, presenta el código FEC y el procesamiento en los datos digitales.

La CIO administra las cartas de acceso a los haces digitales de entrada y salida, procesa el formato de datos que la sirve y posee un tiempo común, tal como recibir el control de sincronización, reconocimiento parcial, chequeando y generando los CRC (cyclic redundancy check), conversión de serie/paralelo, y tiempo de guarda. Utiliza un número de ruta de salida, lo registra en su establecimiento, y así sincroniza la ruta de salida. Un número de identificación de ruta es único por asignación. Un programa (firmwere) basado en un microprocesador PROM es el que controla el CIO.

Los puertos en la terminal se identifican como TRPD y TRPV. La operación de los puertos se controla por un microprocesador, el cual contiene un software que se corre en una memoria RAM con acceso aleatorio. Dinámicamente se pueden cargar nuevos software en los puertos, permitiendo flexibilidad y un método fácil de modificación de protocolos como interfase. Cada puerto contiene comunicación con el usuario y funciones de monitoreo de control/estado. El puerto recibe paquetes de datos desde el CIO por un puerto local, puertos específicos, grupos específicos, o paquetes de control global los cuales se procesan internamente, recibe también paquetes de sincronización (los cuales contienen el trabajo de variables de estado requeridos para el control del proceso).

Los puertos de datos soportan datos con tasas comunes de: 1.2, 2.4, 4.8, 9.6, 19.2, y 56 kbps con procesamiento de protocolo, soportando hasta 64 kbps cuando no hay procesamiento de protocolo.

La tasa de datos exacta en un puerto remoto puede ser seleccionada por el operador en la consola del sistema.

EQUIPO DE BANDA BASE Y DE FRECUENCIA INTERMEDIA EN LA ESTACION MAESTRA.

Introducción.

La Estación Maestra de la red consiste de equipo de RF, subsistema de FI, subsistema de Banda Base, y un subsistema de control central (SCC), fig. 3.10.

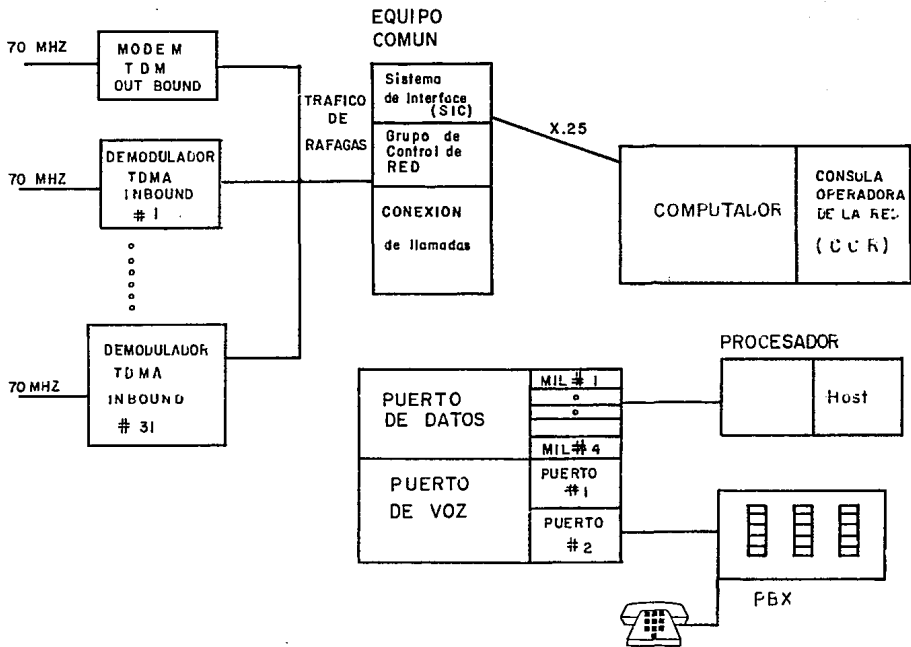


FIGURA 3.10 SJSISTEMA DE CONTROL CENTRAL

El subsistema de FI consiste del modulador de Outbound y los demoduladores asociados de Inbound, y de un conjunto de combinadores de FI, normalmente los moduladores tienen una redundancia 1:1 y los demoduladores 1:N. El subsistema de Banda Base está constituido por los clusters para puertos de voz y datos y por el cluster de interfase de la red que se comunica directamente con el SCC. En las tarjetas de entrada/salida de los clusters para puertos de voz y datos, se conectan directamente las señales de voz y datos provenientes del equipo de usuario, normalmente la interfase de datos es RS-232 o V.35, y 4 hilos E&M para voz; aunque otros tipos de interfase pueden estar disponibles.

- CLUSTER .- es un grupo de módulos inteligentes que participa en un espacio común y otros atributos.

- SCC .- consiste de una minicomputadora, una estación de trabajo inteligente, COS (CONSOLA OPERADORA DE LA RED), y el equipo periférico.

Descripción de los subsistemas:

Una estación maestra puede soportar muchas redes, las cuales tienen su propia ruta de salida (outbound) con ráfaga en TDM y asociadas a ellas una ruta de llegada (inbound) con ráfaga en FDM/TDMA. En éste caso, el equipo de RF participa con varios grupos de equipo por red (una por red). La interfase para el equipo RF consiste de un par de cable coaxial para señales con 70 MHz, un monitor digital y cables de control que se trenzan en pares. El número de redes en servicio con el equipo RF va de acuerdo a la potencia del amplificador. El equipo de FI para cada red, localizada en la UID, consiste de una unidad distribuida por paneles, dos modem's de salida y varias unidades de moduladores para rutas de entrada. Los modem son redundantes, la distribución de paneles permite el acceso de señales a éstos varios modem/demoduladores y sólo actúan como un repetidor de varias frecuencias intermedias.

Los modem y demoduladores están conectados en su equipo de banda base por medio de un bus de control y alta velocidad de datos, y por medio de un status en el monitor donde aparece una interfase de configuración a baja velocidad.

El equipo de banda base en la red consiste de tres unidades conectadas por una red de área local (LAN). La

CCR (CONSOLA PARA EL CONTROL DE LA RED) conectada al equipo FI de datos y funciones de tiempo real.

Este equipo de banda base soporta interfaces de control y proporciona una interfase para la SCC. Esta se conecta a varias redes equipadas con banda base a una velocidad de 10 Mbps utilizando un bus , utiliza una interfase RS-422 también.

El equipo mínimo necesario que soporta una red consiste en una ruta de salida (outbound) y asociada a ésta rutas de entrada (inbound). Este consiste de un subsistema en FI, modem's redundantes outbound, y el demodulador backup de inbound. El subsistema tiene capacidad adicional para alojar 11 demoduladores inbound. El espacio para la banda base incluye CCR's en un chasis con dos botones. Existen dos chasis adicionales que contienen 24 ranuras capaz de contener CPD's y CPV's.

. DEMODULADORES DE INBOUND : Cada ruta de salida requiere de un demodulador , un demodulador de respaldo disponible como parte del equipo de la red.

. CLUSTERS PARA PUERTOS DE DATOS CPD : Este equipo común soporta los módulos denominados " Módulos de interfase de línea " (MIL) y las tarjetas de control que se encargan del manejo del tráfico de voz y datos.

. MODULOS DE INTERFASE DE LINEA (MIL) : Siendo estándar hay un máximo de cuatro módulos de interfase de línea por cada CPD. Un (MIL) puede soportar tasas de datos cómo se indica a continuación. Estos se muestran adyacentes al equipo de los CPD. Un (MIL) ocupa una ranura del equipo de banda base; todos los puertos sobre un (MIL) presentan el mismo protocolo Las interfases estándar eléctricas incluyen al RS-232, V.35, y RS-449.

Velocidad del puerto (kbps).	No. de puertos por MIL
64	1 V.35 o RS449
56	1 V.35 o RS449
19.2	2 RS-232
9.2	4 RS-232
4.8	6 RS-232
1.2-2.4	8 RS-232

. CLUSTER PARA PUERTOS DE DATOS REDUNDANTE 1:N :
Estos soportan la redundancia de hasta tres CPD's de línea, ocupan 6 ranura del equipo de banda base. Un CPD redundante puede estar en el mismo chasis o en una parte adyacente del chasis a la CPD's de línea.

. EQUIPO PARA VOZ : Incluye dos Clusters para conexión de llamadas (CCL) y los cables necesarios que proporcionan el tiempo a los CPV's . Los CCL's ocupan dos ranuras en el chasis de banda base.

. CLUSTRS PARA PUERTOS PARA VOZ (CPV) : Un CPV soportará dos canales de voz. La interfase es de 4 hilos mas E&M. La señalización es dual vía frecuencia de tono múltiple DTMF (dual tone múltiple frecuencia). Esto incluye 33.3 metros de cable para la interfase por canal de voz. Un CPV ocupa una ranura del equipo de banda base. Hay un mínimo de dos por red. Un CPV extra puede estar incluido si la redundancia de CPV's es deseado.

_ SISTEMA DE CONTROL CENTRAL (SCC) .

El SCC en las terminales remotas consiste del complemento de equipo a la estación maestra que provee el manejo centralizado de la red y el control de las redes remotas. Un SCC sencillo puede controlar y monitorear a 6 grupos de redes, cada cual puede contener a dos redes. Consiste pues de dos tipos de equipo : un procesador para el control del sistema (PCS) y una consola operadora de la red (COS) . figura 3.11.

. PROCESADOR PARA EL CONTROL DEL SISTEMA (PCS)

Este consiste de una mini/microcomputadora . Tipicamente, está equipada con : un disco de 456 Mbytes, 8 Mbytes como mínimo de memoria, un drive de 1600 BPI, una impresora , y una consola para el operador.

. CONSOLA OPERADORA DEL SISTEMA (COS)

La COS proporciona las ventanas (perspectivas) del operador dentro de la red y es el punto central donde el operador presenta todas las operaciones de control y manejo. La COS está designada para proporcionar un uso sencillo, rápido despliegue pantalla a pantalla , validación de datos

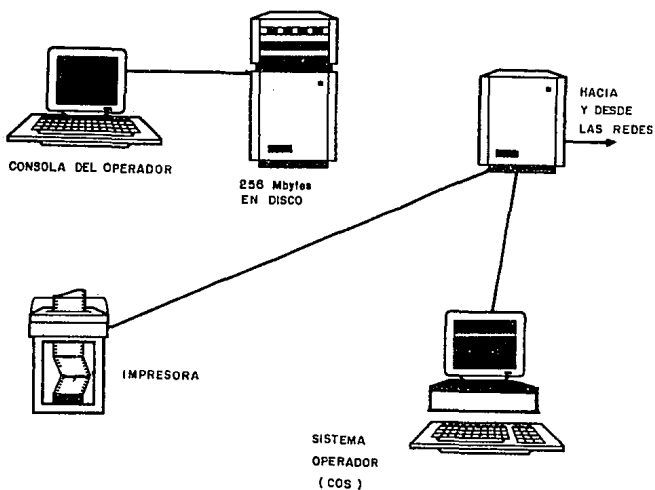


FIGURA 3.II COMPONENTES DEL SISTEMA DE CONTROL CENTRAL (SCC)

locales, y un punto sencillo donde se previenen operaciones visuales tanto como audibles, e indicadores de alarma. El hardware del COS se basa en una tecnología convergente con una estación de trabajo NGEN. La configuración estándar consiste de un CPU de 1 Mbyte de memoria, un disco duro conteniendo 20 Mbyte de registros, un teclado, y un display monocromático; otra opción es un display a color. El software del COS consiste de un software aplicable al uso de sistemas de operación con tecnología convergente .

Un PCS sencillo puede soportar varias terminales COS. En suma, las terminales COS pueden ser remontadas desde la PCS sobre líneas dialup.

La COS incluye :

- una bandera de línea común a toda la pantalla fija, que contiene un clave de acceso, fecha / tiempo, indicador visual de soporte de salida y alarmas , información de la base de datos concurrente a la cual se conecta el operador, esto es el status.

- se usan ventanas donde se proporciona un display de información apropiadamente.

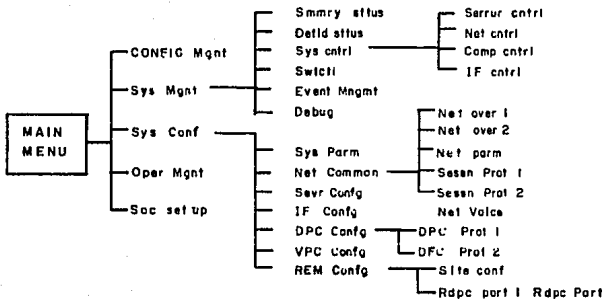
- llaves de función sencilla se usan para el acceso en pantalla, y un acceso rápido y fácil que puede usar el nombre de la pantalla al moverla.

- un menú principal que presenta una gráfica de la jerarquía del menú en pantalla y proporciona un significado para el operador al estar accedando rápidamente cualquier nivel en la jerarquía de la pantalla. Figura 3.12.

- funciones suaves como llaves en el botón de pantalla, indica cual de las funciones se habilita y que función está en el contexto de cada pantalla.

- definición de datos (parámetros de línea SDL C)

- el operador puede observar la continuidad de datos, cómo en el reporte de un status invocando las funciones del monitor que aparecen automáticamente en pantalla.



FROM Selection
GO:
F 1: _____
F 2: _____
F 3: _____
F 4: _____
F 5: _____
F 6: _____
F 7: _____
F 8: _____
F 10: _____

FIGURA 3.12 MENU QUE SE PRESENTA EN PANTALLA (STATUS)

- saca por default los valores que se despliegan en campos que son frecuentemente usados.

- los valores de los campos son fijos para que el operador pueda hacer uso de las llaves. y así encaminarse convenientemente.

- por medio de las llaves de ayuda o comandos, el operador puede obtener información descriptiva acerca de muchos campos en varias pantallas.

3.4 EQUIPO PARA REDES CON ACCESO TDMA

Generalmente una terminal tipo VSAT con tráfico TDMA consiste de :

- Un modulador y demodulador (la forma de modulación más común es QPSK).

- Un procesador TDMA

- Un módulo de interfase terrestre TIM (terrestrial interface module).

- Control y monitoreo TDMA.

Este tipo de terminales acepta o entrega señales de FI al/o desde la terminal de RF y entrega o acepta formas de datos continuos al/o desde la red terrestre. Normalmente la frecuencia intermedia se transporta a 70 ó 140 MHz.

. PROCESADOR TDMA.

Este procesador sirve como una interfase de datos y señales entre el modem y el módulo de interfase terrestre siguiendo las siguientes funciones :

- Adquisición y sincronización

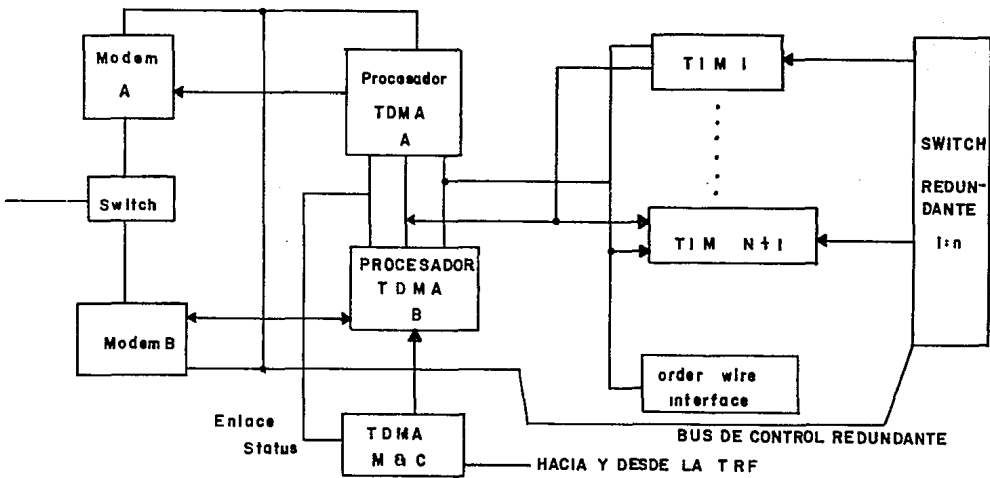


FIGURA 3.13

ESQUEMA TDMA

- El reloj del TDMA local toma fase al recibir la señal del reloj de la estación de referencia.

- Recibiendo, analizando e implementando el contenido del mensaje en los canales de manejo de la ráfaga de referencia.

- Detección de palabra única (uw)

- Multiplexa subráfagas de datos desde la TIM y Tx ráfagas de tráfico en cierta posición.

- Recibe el tráfico designado en la trama y la demultiplexa a la TIM.

- Tx el status de la estación terrena y acondiciona la estación de referencia.

- Demanda asignación de funciones

- La configuración es siempre 1:1

. T I M (figura 3.14)

Este sirve como la interfase de señalización y de datos entre el procesador TDMA y la red terrestre, varía con la aplicación dependiendo del tipo de tráfico (voz, datos, fax o señales de video). El procesador y la TIM, están interconectados por un bus redundante. Cada bus puede contener líneas adicionales, la línea de control y separación de líneas de Tx y Rx de 8 bits. Las líneas 8 bit-data reducen la velocidad de procesamiento desde R bits por segundo a $R/8$ bit por segundo, donde R es la tasa del bit TDMA.

La interfase terrestre mayormente usada en sistemas TDMA es la T1/El TIM la cual maneja portadoras T1/El terrestres, pudiendo ser síncronas, asíncronas o plesíncronas. Cada interfase cuenta con buffers de expansión y compresión.

La serie de datos que se introducen al buffer se convierten en una forma de 8 bits en paralelo y lo registra en el buffer de compresión, el cual está leyendo en sincronía con la forma TDMA transmitida. Cada buffer de

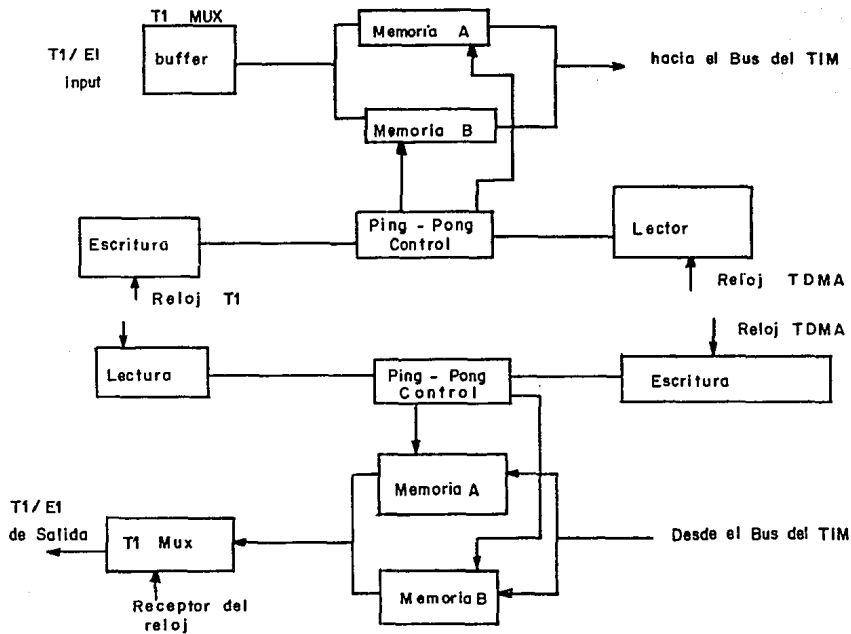


FIGURA 3.14 SEGUIMIENTO DE UNA SEÑAL TDMA

compresión tiene incluido un buffer tipo doppler para compensar el movimiento del satélite. Un bloque de 24 canales de datos se leen por el buffer de compresión.

Nota :

T1 __ Formato Norteamericano que consiste de 24 canales PCM, para hacer una velocidad total de 1.544 Mbps.

E1 __ Formato de la UIT que consiste de 32 canales PCM, para hacer una velocidad total de 2.048 Mbps.

En el lado de la recepción, el T1/E1 TIM registra ráfagas de datos que se derivan desde el bus de recepción en localizaciones apropiadas con buffers de expansión . Los datos leídos por el de expansión en la base de un reloj T1 se mandan desde el reloj local y no necesitan buffers Doppler.

Las interfaces terrestres sólo pueden contener canales para voz o datos tipo order wire que usa el operador para varias estaciones terrenas para la comunicación con otras. Normalmente , la señalización transmitida por un canal order wire contiene un código destinatario correspondiente a la estación receptora para cuando se realice una llamada.

. CONTROL Y MONITOREO TDMA

Este sistema puede ser parte del procesador TDMA. Una minicomputadora separada, es la que maneja el seguimiento del monitor al mismo tiempo diagnostica una falla , y conmuta el control hasta el equipo. Este sistema genera alarmas por transmisión al centro de control de la red CCR vía un canal de servicio en una ráfaga o una supertrama de ráfaga corta por medio de un circuito automático DDD (direct distance dialling) para interrumpir el backup.

3.5

EQUIPOS ADICIONALES REQUERIDOS

EQUIPO DE MULTIPLEXAJE (MULTIPLEXORES)

De las tres diferentes técnicas de acceso que se utilizan comunmente en las redes privadas vía satélite (redes tipo VSAT), sólo una de ellas requiere normalmente de equipo de multiplexaje, esto se debe no a la técnica de acceso en sí sino más bien al equipo satelital que se usa.

Los equipos que operan con técnicas SCPC / DAMA o TDM / TDMA, tienen integrado al modem satelital o unidad interna las correspondientes tarjetas con los puertos de entrada/salida de voz (y/o fax) y datos (y/o video digital).

Unicamente los equipos con técnica de acceso SCPC / FDMA no poseen la característica mencionada anteriormente, en éstos equipos el modem satelital tiene como puerto de entrada/salida un sólo puerto para datos síncronos , el cual puede operar normalmente en el rango de velocidades de 19.2 Kbps a 2.048 Mbps.

Debido a la razón anterior, para conectar los puertos físicos de usuario de voz y datos al modem satelital, se requiere de un equipo adicional que se encargue de multiplexar (canalizar) las señales de voz y datos sobre una sola señal digital, dicho equipo es llamado multiplexor. Figura 3.15.

Actualmente en el mercado existe una gran variedad de equipos de multiplexaje, de los cuales los más apropiados para el uso con redes tipo VSAT son los multiplexores TDM (multiplexaje por división de tiempo).

Debido a que las velocidades más usuales a la que operan los equipos SCPC / FDMA son 64 y 128 Kbps, los multiplexores usados tienen troncales de entrada/salida de 64 ó 128 Kbps . (La mayoría de los multiplexores son programables en campo y la velocidad de la troncal se puede variar dentro de un cierto rango).

Los multiplexores tienen las tarjetas de voz y datos. Las tarjetas de voz aceptan la señal de voz proveniente del usuario en forma analógica, la digitalizan y mediante un algoritmo la comprimen, actualmente dependiendo del fabricante, se pueden encontrar tasas de compresión de voz en los siguientes ordenes : 4.8, 8, 9.6, 12.2, 14.4, 16 y 32 Kbps. La señalización de voz aceptada por éstas tarjetas

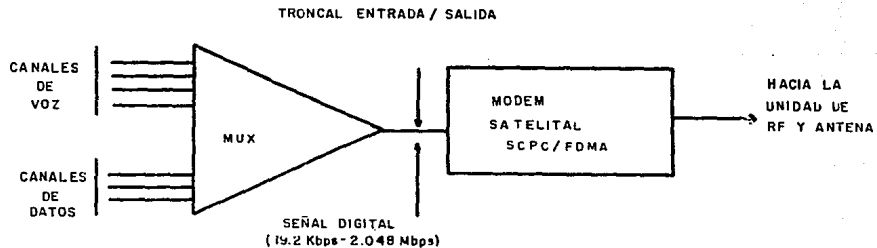


FIGURA 3.15 CONECTIVIDAD EL EQUIPO DE MULTIPLEXAJE

puede ser : 2 ó 4 Hilos E&M, 2 Hilos Loop start ó 2 Hilos ground start. El interfase físico puede ser RJ45 ó RJ11 . La tarjeta de voz normalmente ya tiene integrado el cancelador de eco . Dependiendo del fabricante, la tarjeta de voz también puede manejar señales de fax del grupo III, ya sea mediante la adición de una tarjeta llamada fax relay o mediante la misma tarjeta de voz.

La tarjeta de datos puede aceptar señales síncronas o asíncronas, normalmente la velocidad máxima para señalización asíncrona es 19.2 kbps, para señales síncronas la velocidad puede ir hasta 64 kbps o inclusive hasta 2.048 Mbps (E1). Para velocidades de hasta 19.2 kbps. La interfase eléctrica utilizada es RS-232 y la interfase física es DB25, para velocidades de 64 kbps hasta 512 kbps es un conector tipo Winchester, para la velocidad de 2.048 Mbps se utiliza señalización G 704 e interfase G 703.

Actualmente en el mercado existen múltiples fabricantes de equipo de multiplexaje , tales como :

TIMEPLEX

NEWBRIDGE

MICOM

ACT

PCSI

GENERAL DATA COMM

REPUBLIC TELECOMM

VITALINK (para terminales locales)

etc.

Cada uno de éstos productos tienen obviamente diferencias con los otros que pueden englobarse en las siguientes categorías :

- a) Capacidad de crecimiento
- b) "Calidad" de la señal de voz
- c) Terminación local (procesamiento) de protocolos de datos

d) Precio

La elección del multiplexor más adecuado para una aplicación específica se debe hacer en base a un análisis costo-beneficio técnico-económico.

C O D E C S D E V I D E O

Los codec como para las señales de video se han desarrollando extensamente desde los años 70s, y se ha logrado un gran progreso en la implementación del hardware.

Ciertos codecs de video presentan una tasa del bit de alrededor de 30 a 45 Mb/s, pudiendo ser útiles para las videoconferencias o aplicaciones similares a una tasa del bit de 1.5 Mb/s. Para las redes televisivas en su transmisión manejan una tasa del bit de 20 Mb/s; recientemente se han desarrollado codecs de 56 kb/s para enlaces de datos.

Un codec puede manejar diferentes señales de video, como pueden ser señales de color o monocromáticas con frecuencias de 15.734 khz y 15.750 khz respectivamente.

CODEC	TASA DEL BIT	FABRICANTE
DITEC	30 MBPS	COMSAT
DPCM	32 MBPS	NTT
H-TRANS	32/22 MBPS	OKI
NETEC 22H	30/20 "	NEC
INTERFIELD	30 "	KDD
INTERFRAME	30/15 "	KDD
NETEC	6/3 "	NEC
NETEC-Z	6 "	NEC
NETEC-X1MC	1.5 "	NEC
TRIDEC	6 "	NTT
VTS-1.5	1.5 "	CLI
COST-211	2/1.5 "	BT
TRIDEC-1.5	1.5 "	NTT
COST-TRANS	56KBPS	WIDCOM
NETEC-XD	" "	NEC
REMBRANDT	64-384 KBPS (2.048 MBPS)	CLI
PICTURETEL	64-384 KBPS (2.048 MBPS)	PICTURETEL

LSI y VLSI (integración a gran escala y muy baja escala) han contribuido con la reducción del costo del hardware para las memorias de gran velocidad. VLSI hará posible el uso de técnicas de procesamiento de señales más sofisticadas para el análisis y síntesis de la imagen.

Hablando en particular del codec COST 211 (Co-Operation for scientific and technological research). Compatible con dos versiones; una para las redes Europeas y otra para las redes usadas en América del Norte. Cuando sea necesario hacer una interconexión el codec acepta los estándares de TV digitales y conversiones de dichos estándares .

El codec Europeo se diseñó para operar con un estándar de 625 líneas de pantalla y transmite a una tasa de 2 Mbps. Requiere de una señalización de canales multiplexados usando una estructura basada en la CCITT G732 (32 canales de 64 kbps). La versión Americana acepta 525 líneas, los campos de la señal a razón de 60 hz y multiplexados dentro de una estructura basada en la CCITT G733 (24 canales de 64 kbps).

La técnica que utiliza es de reemplazamiento condicional, la cual esencialmente involucra la transmisión sólo de ciertas partes de la imagen que difiere significativamente de cuadro a cuadro. Un diagrama a bloques de dicho codec lo muestra la figura 3.16.

El filtro de espacio temporal preconditiona la imagen por un filtrado no lineal por espaciamiento, y además reduce el ruido al presenciar el siguiente detector de movimientos. Siempre son necesarios los registros de cuadros tanto en el transmisor como en el receptor.

El multiplexor de video combina los datos a los movimientos de área e introduce líneas especiales y códigos de campo para el sincronismo en la recepción.

La información que se transmite por los codec's se captura en cuanto a la capacidad del canal, por ejemplo para el movimiento de áreas. El COST 211 se interconecta vía satélite, es monocromático y presenta las siguientes características:

- . COLOR COMPATIBLE CON LAS ESPECIFICACIONES MONOCROMATICAS
- . UNA RAPIDA RESOLUCION DE IMAGEN
- . DATOS RAPIDOS PARA COMPLETAR LOS CAMBIOS DE ESCENA

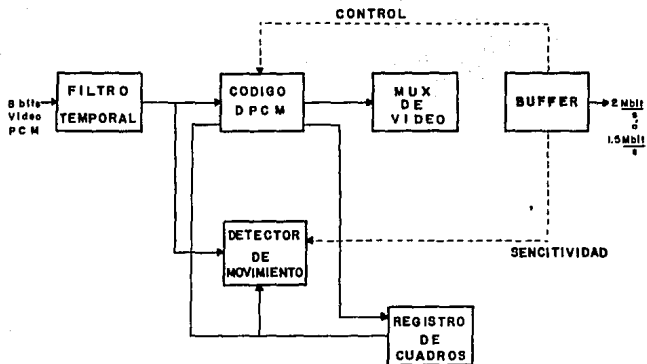


FIGURA 3.16

DIAGRAMA A BLOQUES PARA UN CODEC DE VIDEO

- . RANURAS DE TIEMPO PARA UTILIZAR EN FAX U OTRO TIPO DE TERMINAL, O BIEN SONIDO ESTEREOFONICO.
- . SEÑALIZACION DE CODEC A RED COMO UN CONTROL DE MULTIPUNTOS
- . CORRECCION DE ERRORES PARA VIDEO
- . PUEDE TRABAJAR CON OTRO TIPO DE CODECS A 1.544 MBPS ó 768 KBPS

Estas especificaciones las cubre la CCITT SG XV.

La figura 3.17 se puede interpretar de la siguiente manera :

La salida de video se filtra por un filtro pasobajas, muestreando a 5 Mhz y cuantizado en 8 bits PCM (y1); cada campo del video es tratado por un filtro transversal vertical, seguido por un filtro adaptativo de espacio temporal, limitando los cambios e incluyendo ruido de imagen a imagen.

Un detector de cambios identifica y crea además otros grupos de elementos de imagen a lo largo de cada línea, la cual tiene cambios previos significativos, incluyendo áreas background descubiertas por un foreground objeto en movimiento aparte.

Los intercambios de áreas y adiciones o aumentos se codifican en un buffer. Si el buffer se llena, la codificación del intercambio de áreas se altera al reducir el flujo; si el nivel del buffer es bajo, se incrementará la sencitividad del detector de movimientos

El codec sólo tiene una alta resolución en el modo llamado still - picture, en la cual el muestreo de luminancia es de 12.5 Mhz (y2) y será suficiente con la técnica PCM de 6 bits, una proporción pequeña de muestras son transmitidas y recibidas en 1.6 seg. completando una nueva imagen.

AMERICA 525 líneas, 30 imagenes/s, multiplexa a razón de 1544 kbps

EUROPA 625 líneas, 25 imagenes/s, a razón de 2048 kbps.

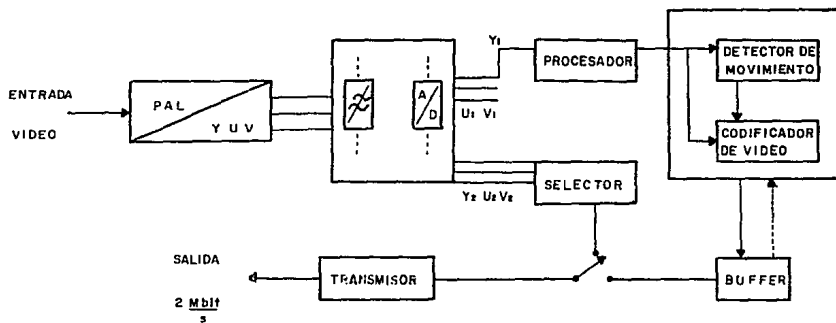


FIGURA 3.17 d)

SEGUIMIENTO DE LA SEÑAL DENTRO UN CODEC DE VIDEO

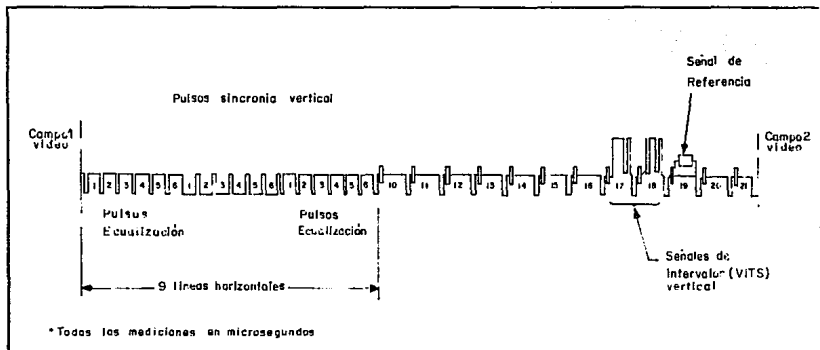


FIGURA 3.17 b) REPRESENTACION DIGITAL DE UNA SEÑAL DE VIDEO

TECNICAS DE COMPRESION Y PROCESAMIENTO DE VOZ .

- PROCESAMIENTO PARA LA ACTIVACION DE LA LLAMADA :

. Portadora Activada Por Voz : En el caso de un acceso SCPC / DAMA, cuando una persona está dialogando dentro de una llamada, típicamente utiliza el circuito en sólo el 30 o 40% del tiempo de llamada y eso se ve reflejado en el periodo que dura la potencia en el satélite. Con esto resulta una ganancia de 2.5 a 1 sobre el número de llamadas simultaneas que se soportan para la misma potencia del satélite. Esto da como resultado que otros subscriptores usen la potencia del satélite mientras el primero no la utilice (dentro de una llamada).

. Algoritmo De Activación Por Detección Avanzada : Funciona para señal de entrada en sus característica de espectro y en las mediciones de los niveles de energía en el intercambio de términos cortos. Todo esto resulta para una ocupación eficiente del segmento de espacio, con una rápida detección y ocurrencia en la conversación.

Mientras la llamada se encuentra en activo, la información de la conversación se transfiere por las unidades de canal de voz sobre un par de canales asignados SCPC alojados en el satélite para un buen procesamiento de la llamada. La frecuencia SCPC señalada se retorna al utilizar la llamada siguiente. Las llamadas son puestas sobre un par de canales de señalización entre el equipo de interfase terrestre y el sistema de control de la red que se involucran en la llamada. La información pasa desde el equipo de interfase terrestre al sistema de control de la red SCR sobre el canal de control inbound y luego la información pasa desde la SCR a los equipos de interfase terrestre sobre el canal de control outbound. Se toma la línea rumbo al UCV (unidad de canal de voz) y después recolectando la información, el UCV pide una llamada a la SCR sobre un canal de control inbound. La SCR, al recibir la petición de llamada, determina si es viable el destino de la llamada y así encamina las frecuencias SCPC asignadas sobre el canal de control outbound. Ambos de UCV's reciben la frecuencia señalada, armonizando el propio canal SCPC y así da comienzo la llamada.

TECNICAS DE COMPRESION

. Algoritmo estándar ADPCM .- Este es usado en el estándar CCITT G.721 a 32 kbps. Comparando el sistema convencional PCM con el ADPCM . Este algoritmo proporciona ganancia de 2 : 1 en el número de llamadas que se pueden soportar simultáneamente. Proporciona alta calidad en redes de voz, estabilizando grandemente las condiciones de operación .

. Algoritmo RELP .- Este código convierte la señal PCM de 64 kbps a 16 ó 9.6 kbps manteniendo un excelente reconocimiento y alta calidad en la conversación . Usando RELP, la ganancia se ve reflejada en un 4:1 ó 6:1 como comparación al sistema convencional. Se usan sólo para las terminales remotas. Con una baja potencia del satélite debido a la baja velocidad de información en el flujo.

Existen otras técnicas de compresión tales como :

- a) TDHS (Time Domain Harmonic Scaling) -----> 9.6 kbps
- b) CELP (Code Exited Linear Predictive) -----> 4.8 kbps

TECNICAS PARA EL MANEJO DE FAX

La información que maneja el fax es enviada en un formato digital. El sistema tiene limitaciones en cuanto al ancho de banda. Una simple imagen toma varios segundos para transmitirla. El papel con el mensaje escrito se inserta en la maquina, donde se barre línea por línea de principio a fin, usando una luz especial y un ensamble de espejo mecánico. Una fotocelda censa la luz reflejada desde el papel a todo el lugar. Donde hay una sombra en el papel, el voltaje que sale de la fotocelda es pequeño y se genera un "0" binario, donde no hay marca (espacio vacío) el voltaje de la fotocelda será grande y entonces generará un "1" binario. El resultado es una serie de " 1's " y " 0's " correspondiente a áreas blancas y áreas escritas de una línea. Cada línea barrida es dividida en 200 puntos por pulgada. Así que el papel con un ancho de 8 1/2' producen 1700 bits por línea. En la maquina fax, los 1's y 0's son representados por voltajes (típicamente valores nominales TTL/CMOS de 0 V y +5 V), y éstos a su vez son representados por dos de frecuencia cuando son enviados por una línea telefónica.

El fax que recibe la información, actúa junto con un haz de luz barriendo una superficie o " tambor " en sincronía con la unidad transmisora. El haz de luz se acciona en "on" y en "off" con los " 0's " y " 1's " recibidos, y el tambor se activa luminosamente en cada nueva línea que se presenta. Al finalizar la información de la imagen barrida, el tambor lleva cargas eléctricas en su superficie que tiene la imagen completa, toma una fotografía en negativo y después usa éstas cargas para transferir tonos de tinta a una pieza de papel.

El usuario resuelve la elección de las pulgadas verticales por línea, con valores estándares en la industria de aproximadamente 100, 200 y 400 líneas/pulg. Con éstas cantidades, vemos que una pieza de papel de 11 pulgadas de largo tiene 1100 líneas barridas en el modo más bajo de resolución 100 líneas/pulg.

Un escrito completo produce 1100 líneas * 1700 bit/línea = 1.87 Mbits. Este número de bits se envían a 2400 bps (para valores estándares de líneas telefónicas) tomará para su transmisión 779 seg (13 min.).

El microprocesador del fax puede procesar bits de datos y previamente utiliza algún algoritmo para la compresión de datos a menos bits. El fax que está recibiendo información es programado en forma inversa a éste modo de impresión de datos y produce el patrón original de bits . Diversos y diferentes algoritmos son útiles para la compresión y descompresión de los datos.

La figura 3.18 muestra como y de que manera el fax hace el barrido y reconoce las partes del dibujo a copiar.

Mientras que una línea es barrida, la memoria de la máquina la va registrando, en tanto que el microprocesador del fax examina cuidadosamente el flujo de 1's y 0's enviándolos sobre el canal de comunicación.

Ejemplo :

Considerando una línea que ha barrido 256 bits donde el papel ha estado en blanco total, con tan sólo una marca de lápiz. El patrón de barrido para éste caso es de 20 1's , un 0, y luego 235 1's, enviándose 256 bits. El formato que ha sido usado dice : use un campo con 8 bits para indicar, en binario, el número de 1's continuos, seguido por un campo de

8 bits para indicar cuantos ceros, así hasta definir una línea completa.

Usando éste algoritmo, el patrón es 00010100 (para los 20 1's) 00000001 (para el 0), y 11101011 (para los 235 1's). enviando sólo 256 bits luego, $3 * 8 = 24$ bits tienen que ser enviados, el cual es una rebaja del 10% del número original.

Los fax más modernos utilizan algoritmos de versión más sofisticada, llamados grupo III o GIII, y comprime datos de toda una pagina en sólo 10 seg.

En el algoritmo de línea por línea, cada una es comprimida independientemente de la línea anterior y de la que le sigue. Un bit erróneo no sólo afecta su línea sino también líneas subsecuentes. Por esto, se usan técnicas avanzadas de corrección de error que detectan errores y los corrigen.

Para la transmisión de fax a través de enlaces satelitales se utiliza una tarjeta de voz en la estación terrena junto con otra tarjeta llamada fax relay. En conjunto estas dos tarjetas pueden identificar si la señal que se les está alimentando es voz o fax, si la señal es fax, ésta se enruta al fax relay que se encarga de remover la portadora analógica y de transmitir únicamente los datos.

Actualmente las tarjetas fax relay son capaces de manejar únicamente la señal de facsímile pertenecientes al grupo III. Los faxes del grupo III son autodegradables, es decir, pueden operar a velocidades de 2400 hasta 9600 bps, dependiendo de la línea de comunicación.

**TEMA 4.- ANALISIS Y DISEÑO DE UNA RED PRIVADA PARA
VOZ, DATOS Y VIDEOCONFERENCIAS.**

4.1.- IDENTIFICACION DE LOS REQUERIMIENTOS DEL USUARIO

Para el diseño de una red privada de comunicación vía satélite, resulta indispensable llevar a cabo como primer paso la identificación de los requerimientos de comunicaciones del usuario.

Por esto, lo más aconsejable es realizar un cuestionario que se aplicará al usuario, a través del cual se puede obtener la información requerida por el área de ingeniería de diseño. Es decir que el diseño debe cubrir todas las necesidades reales que el usuario pueda proporcionar en dicho cuestionario.

Como nota aclaratoria, los parámetros críticos para el diseño del sistema se pueden dividir en dos grandes grupos:

a) Los que fijan la disponibilidad y confiabilidad de los enlaces (los cuales se toman en cuenta en los cálculos de enlace).

b) Los que determinan el tráfico a cursar entre cada estación terrena.

* En este documento procederemos a discutir el segundo grupo.

4.2.- ANALISIS DE LAS MATRICES DE TRAFICO Y CONECTIVIDAD.

Una vez obtenidas las respuestas del cuestionario de tráfico, se debe proceder a su análisis, para decidir que tipo de tecnología de equipo satelital debe utilizarse para satisfacer los requerimientos de comunicación del usuario.

Como se ha mencionado con anterioridad, para redes privadas tipo VSAT existen solo tres técnicas de acceso posibles ; SCPC / FDMA, TDM / TDMA y SCPC / DAMA, teniendo cada una de ellas una topología y tamaño de red característicos. A continuación se detallan dichas características:

CUESTIONARIO PARA EL DISEÑO DE LA RED

NOMBRE DE LA COMPAÑIA : _____

DIRECCION : _____

RESPONSABLE TECNICO : _____

TELEFONO : _____

CARACTERISTICAS DE TRAFICO.

NOMBRE DE LA RED : _____

No. DE SITIOS A CONECTAR: _____

UBICACION DE LOS SITIOS : _____

TOPOLOGIA : _____

No. DE TERMINALES REMOTAS : _____

No. DE PUERTOS POR TERMINAL REMOTA: _____

TIPOS DE DTE Y VELOCIDAD DEL PUERTO: _____

TIPO DE HOST : _____

TIPO DE PROCESADOR DE COMUNICACIONES (FEP): _____

BR DE LOS PUERTOS EN EL FEP : _____

PROTOCOLOS DE DATOS : _____

TIPO DE PBX EN CADA UNO DE LOS SITIOS : _____

TIPOS DE SEÑALIZACION DE LOS PBX : _____

TIPOS DE INTERFASE DE LOS PBX : _____

No. PROMEDIO DE LLAMADAS ENTRE SITIOS : _____

DURACION PROMEDIO DE LLAMADA : _____

No. DE CANALES DE FAX REQUERIDOS POR SITIO: _____

SE REQUIERE TRANSMITIR VIDEO ? _____

ANEXAR DE SER POSIBLE DIAGRAMA DE CONECTIVIDAD.

SCPC / FDMA .- Este tipo de tecnología es adecuado para redes en donde se requiere una topología punto-punto ó estrella; en el caso de la topología estrella, no existe en forma real un número máximo de estaciones terrenas que pueden ser soportadas, sin embargo, en forma práctica se puede decir que ese número si existe y está al rededor de 30. Lo anterior se debe más que a una razón técnica a una razón económica, pues se debe recordar que en éste tipo de tecnología se requiere por cada enlace dos ranuras satelitales, y por lo tanto, para redes con muchos enlaces se requiere rentar un número considerable de ranuras satelitales, lo cual trae obviamente como consecuencia que el gasto mensual por concepto de renta satelital sea altísimo. Por ejemplo: Para una red con 28 estaciones remotas, usando cada una de ellas un tráfico de 64 kbps, se requerirían rentar a la SCT / TELECOMM 56 ranuras de 64 kbps, lo cual representa aproximadamente un costo mensual de \$ 38,640.00 en banda Ku. Por lo tanto para redes con muchas terminales remotas debe considerarse el uso de otro tipo de técnica de acceso.

Si la red se va a implementar usando la técnica de acceso SCPC / FDMA, el proceso de determinación del tráfico a cursar no es realmente muy laborioso.

Normalmente el usuario tiene una idea del número de canales de voz, datos, fax (o inclusive videoconferencias) que desea tener entre cada estación remota y la estación maestra.

Para los canales de datos, aparte del número de canales requeridos es importante conocer la velocidad (en kbps) de cada canal, el modo de transmisión (síncrono o asíncrono) y el protocolo.

Con esta información disponible se puede determinar el grado de compresión necesario para los canales de voz, con el propósito de que el tráfico total quepa en portadoras de 64 ó 128 kbps.

Con la tecnología disponible, se puede digitalizar y comprimir los canales de voz analógicos en un rango que va desde los 6 hasta los 16 kbps.

TDM / TDMA .- Principalmente para el manejo de transmisión de datos. Esta técnica de acceso ha sido diseñada para operar en redes satelitales con una topología estrella, por lo tanto, la comunicación entre las estaciones remotas

solo puede ser lograda a través de un doble salto satelital (el cual no es muy eficiente, pues además de aumentar el retardo inherente a la comunicación satelital exige el uso de un doble ancho de banda para la realización de un solo enlace).

Debido a las características propias de la comunicación TDM / TDMA, es un hecho que la red TDM/TDMA resulta ser más cara que una red SCPC/FDMA; por lo tanto, en forma práctica y para que resulte justificable en forma económica una red de éste tipo, el número de estaciones terrenas debe ser relativamente grande, pudiendose considerar que éste número está alrededor de las 30 estaciones terrenas.

En base a lo anteriormente expresado se puede decir que en forma práctica el criterio de selección entre SCPC/FDMA y TDM/TDMA en función del número de remotas está alrededor de 30. El criterio de selección bien puede considerarse como el número máximo o bien como el número mínimo de estaciones remotas para considerar que técnica de acceso resulta ser la más viable funcionalmente y económicamente.

En éste punto es importante hacer notar que el número de estaciones remotas no siempre es el argumento definitivo para la selección de una técnica u otra, puesto que el tipo requerido de transmisión de datos es también muy importante. Por ejemplo; si el usuario requiere para la transmisión de sus datos un canal continuamente disponible (clear channel), es obvio que no se puede utilizar una técnica TDM/TDMA, aún y cuando el número de estaciones remotas sobrepase el criterio de selección, pues con un sistema cuya técnica de transmisión es por división de tiempo no es posible asignar un clear channel.

El procedimiento de determinación de tráfico para las redes con técnica de acceso TDM / TDMA es mucho más laborioso, ya que como no existen ranuras en el transpondedor del satélite durante todo el tiempo a cada estación terrena, se debe ser muy cuidadoso en el dimensionamiento de la red con el propósito de optimizar los recursos de ancho de banda disponible.

SCPC / DAMA .- Esta técnica de acceso es la más flexible en lo que se refiere a la topología de la red, puesto que permite obtener una topología MALLA (la topología punto-punto y estrella son casos particulares de la topología malla).

El equipo que utiliza ésta técnica de acceso ha sido diseñado principalmente para el manejo de señales de voz. De echo el acceso por asignación de demanda es solamente válido para los canales de voz, para los canales de datos se tiene un canal preasignado conformandose lo que se denomina como PAMA (Preassigned Multipple Access). Algunos fabricantes de éste tipo de equipo han desarrollado sistemas (software) que permiten el manejo DAMA para canales de datos asíncronos.

En una red SCPC / DAMA es difícil hablar de estación maestra y terminales remotas. Ya que la conexión para éste sistema es del tipo malla, no es necesario el doble salto satelital puesto que todas las terminales pueden comunicarse directamente unas con las otras ahorrándose un salto satelital. Más bien existe una estación de control (en donde se ubica el computador de control y monitoreo) y un número N de estaciones terrenas. Este tipo de redes no tienen ninguna restricción técnica ni práctica que limiten ya sea sobre una cota superior o una cota inferior el número de estaciones terrenas, dicho en otras palabras, éste tipo de redes pueden tener cualquier número de estaciones.

4.3.- ** CRITERIOS GENERALES PARA LA SELECCION DEL TIPO DE TECNICA DE ACCESO A UTILIZAR EN UNA RED TIPO VSAT.

** El criterio aquí presentado no es de ninguna forma algo universal , más bien representa el criterio a seguir en éste trabajo para el diseño de redes, sin embargo, es muy importante hacer notar que éste criterio ha demostrado ser completamente válido en la práctica . Este criterio se representa de acuerdo a la siguiente tabla

TOPOLOGIA	NUM. ESTACIONES TERRENOS	USO PRINCIPAL (VOZ VIDEO DATOS)	CLEAR CHANNEL ?	MAXIMO B.R. DATOS	TECNICA DE ACCESOS
PUNTO - PUNTO	2	N.A.	N.A.	2.048 Kbps	SCPC / FDMA
ESTRELLA	(30	N.A.	N.A.	2.048 Kbps	SCPC / FDMA
ESTRELLA	) 30	N.A.	NO	64 Kbps	TDM / TDMA
ESTRELLA	) 30	DATOS	SI	64 Kbps	SCPC / FDMA
ESTRELLA	) 30	VOZ	N.A.	64 Kbps	SCPC / DDM
MALLA	N.A.	N.A.	N.A.	64 Kbps	SCPC / DDM
PUNTO - PUNTO	2	VIDEO	SI	2.048 Kbps	SCPC / FDMA
ESTRELLA	) 30	DATOS	NO	) 64 Kbps	SCPC / FDMA

N.A. = NO ACREDITA (INDIFERENTE)

4.4.- DISEÑO DE LA RED EN BASE A LA TECNICA SELECCIONADA

4.4.1.-SELECCION DE LA BANDA DE FRECUENCIA A UTILIZAR

Los equipos para redes VSAT, se diseñan solamente para operar dentro de las bandas C y Ku, la selección de la banda de operación a utilizar depende básicamente de tres parámetros :

a) Disponibilidad de frecuencias en una u otra banda en el satélite a través del cual se puede operar .

b) Condiciones climatológicas (precipitación pluvial) de los sitios en donde se pretende instalar las estaciones terrenas. Esto es porque a las frecuencias mencionadas presentan una atenuación en la señal que se envía cuando la densidad de la lluvia es continua.

c) Inversión inicial en los equipos. En éste punto se puede considerar que normalmente las estaciones terrenas en la banda Ku son al rededor de un 20 % más económicas que las estaciones similares en banda C (por similares se entiende, estaciones terrenas de manejar el mismo tipo y cantidad de información).

Por ejemplo :

En el caso del Estado de Chiapas, que resulta ser un sitio de precipitación constante de lluvia ; no convendría instalar una red satelital con estaciones terrenas operando en la banda Ku porque se vería afectada grandemente con atenuaciones en la señal que se quiera transmitir. Una instalación de una red en banda C posiblemente sería lo más apropiado para dicha ubicación.

Por el contrario, si se quisiera instalar una red que opere en banda C al norte del País de México, no resultaría apropiado pues la señal transmitida se vería afectada con interferencias causadas por las señales que transmiten las redes terrestres de microondas. Por esto, lo más conveniente es instalar una red que opere dentro de la banda Ku.

4.4.2.- DIMENSIONAMIENTO DE LOS EQUIPOS.

Procedimiento de cálculo para las diferentes técnicas que a continuación se presentan.

TECNICA SCPC / FDMA :

Esta técnica de acceso necesita conocer los requerimientos que se expresan en el cuestionario que se mencionó con anterioridad al principio de éste tema. Los pasos a seguir son :

i) Se debe hacer un diagrama de conectividad .

- Como ésta técnica principalmente maneja voz, se debe tomar en cuenta que tipo de multiplexor (en cuanto a capacidad se refiere) se debe utilizar.

- En base a que cantidad de tarjetas de voz/datos se requieran, se hará una serie de cálculos para saber la cantidad de información que se envía en Kbps.

$$(\text{No. tarjetas voz/fax}) \times \text{velocidad (Kbps)} = m (\text{Kbps})$$

$$(\text{No. tarjetas datos}) \times \text{velocidad (Kbps)} = n (\text{Kbps})$$

$$m (\text{Kbps}) + n (\text{Kbps}) = \text{velocidad total (Kbps)}$$

- Con los cálculos anteriores y en relación a la velocidad total obtenida, se podrá seleccionar el MUX (Multiplexor). Típicamente con capacidad de 64 ó 128 Kbps.

ii) Con los resultados anteriores se hace un diagrama de bloques con la topología que se requiera.

TECNICA TDM / TDMA :

En el proceso de dimensionamiento de un sistema TDM / TDMA es indispensable contar con toda la información de tráfico para cada uno de los sitios a conectar.

Dicha información es :

- a) Número de canales de datos requeridos por sitio
- b) Aplicaciones típicas a correr en los canales de datos
- c) Número promedio de transacciones que se realizan por día, para cada una de las aplicaciones.
- d) Para cada aplicación, cual es la duración promedio (en segundos) de una transacción.
- e) Longitud promedio (en bytes) de la transacción generada desde las terminales remotas hacia la computadora central de la estación maestra (Host ó Mainframe) para cada tipo de aplicación, parámetro conocido como INBOUND.
- f) Longitud promedio (en bytes) de la transacción generada desde el Host hacia las terminales remotas para cada tipo de aplicación; parámetro conocido como OUTBOUND.
- g) Velocidad (bit rate = BR) de cada puerto
- h) Protocolos utilizados
- i) Número de llamadas telefónicas / día / sitio
- j) Duración promedio por llamada telefónica

Una vez que la información de tráfico este disponible se puede proceder a determinar el número de Outroutes y el número de Inroutes que son requeridos para manejar la información total generada por el usuario.

Nota : En los sistemas TDM/TDMA se definen dos tipos diferentes de portadoras, una llamada OUTROUTE y otra llamada INROUTE. La portadora de ruta de salida o portadora de OUTROUTE es la que lleva la información desde la estación maestra hacia las remotas. La portadora de ruta de entrada o portadora de INROUTE es la que lleva la información desde las estaciones remotas hacia la maestra.

En algunos sistemas se utiliza para la portadora de Outroute, un acceso TDM de alta velocidad (512 kbps) y para las de Inroutes un sistema de acceso FDMA/TDMA (con portadoras de 128 kbps). El número de Inroute asociados a cada outroutes varía dependiendo de la carga de tráfico, si la capacidad de un outroute ha sido llenada se pueden agregar más outroutes con sus Inroutes asociados a la red. Cada VSAT monitorea un outroute en busca de aquellos paquetes que concuerdan con las direcciones de sus puertos de voz y/o datos, en forma similar cada VSAT es asignada a un inroute específico con una determinada frecuencia de transmisión y le es asignada también una ranura de tiempo , la cual es accesada dinámicamente en base a los requerimientos de tráfico.

La determinación del método de acceso más adecuado para un puerto en particular, involucra un compromiso en la utilización del segmento espacial. Los tres métodos de acceso son descritos en forma somera a continuación :

1. ALOHA RANURADO .- El acceso aleatorio ALOHA RANURADO con contención, puede ser usado para la transmisiones de corta duración. En este modo, un conjunto de ranuras de tiempo esta disponible para que muchos usuarios lo accesen en forma espontánea , para enviar pequeños mensajes de datos. Es posible que múltiples usuarios intenten transmitir simultáneamente su información, causando con esto que las transmisiones colisionen, por lo cual se necesitará retransmitir la información. El sistema TDM/TDMA usa por si mismo este modo, para reportes internos del estado de la red y para las solicitudes de reservación (Overhead).

2. TRANSACCION RESERVACION .- Una reservación explícita puede ser hecha para transmitir una transacción de datos en un tiempo en el cual a ningún otro usuario se le permita acceder el Inroute El acceso por reservación es adecuado para transacciones que son demasiado largas y permiten un uso eficiente del acceso Aloha Ranurado.

Este método es también adecuado para los usuarios que tienen mensajes de longitud muy variable. Con el método de transacción reservación, los mensajes del Inroute llevan una solicitud de reservación desde la VSAT hacia el procesador de asignación de demanda del Hub. Esta solicitud especifica cuantos paquetes están disponibles para ser enviados con una longitud expresada en bytes.

En conclusión esta técnica es muy eficiente para usuarios con un ciclo de trabajo pequeño que transmiten mensajes de longitud variable.

3. FLUJO CONTINUO .- Un flujo continuo y dedicado de ranuras de tiempo puede ser asignado a un puerto remoto, permitiendo la transmisión de una serie de transacciones sin contención con otros usuarios. El acceso de flujo continuo y dedicado es adecuado para usuarios con un flujo estable de tráfico de datos y comunicación de voz.

PROCEDIMIENTO :

I.- DIMENSIONAMIENTO DEL OUTROUTE.

$$OR = RTA + ACK + BD + SV + SSD + CONTROL$$

Donde :

OR ---> TRAFICO TOTAL DEL OUTROUTE
RTA ---> ASIGNACION DEL TRAFICO POR RESERVACION
ACK ---> RECONOCIMIENTO PARA EL TRAFICO
BD ---> TRAFICO DE DATOS POR BLOQUE
SV ---> TRAFICO DE VOZ POR FLUJO (STREAM)
SSB ---> TRAFICO DE DATOS SINCRONOS POR FLUJO
CONTROL DE TRAFICO ---> OCUPA 12 Kbps EN CADA TRAMA (FRAME)

1) ASIGNACION DE TRAFICO POR ASIGNACION (RTA)

$$RTA = P \times T \times 17 \times 8$$

Donde :

P ---> No. DE PUERTOS REMOTOS USANDO TRANSACCION RESERVACION
T ---> PROM.TRANS./ SEG./ PTO. REMOTO
17 x 8 -----> TAMAÑO DEL MENSAJE ASIGNADO (INCLUYENDO EL
OVERHEAD) (Bits)
11) RECONOCIMIENTO DEL TRAFICO (ACK)

$$ACK = ((A + KA) + (S + KS) + (T + KT)) \times 10 \times 8$$

Donde :

A --> No. de ptos. remotos usando acceso Aloha
KA --> No.prom.trans./seg./pto.remoto. Para ptos. Aloha
S --> No. de ptos. remotos usando acceso por flujo (STREAM)
SK -->No.prom.trans./seg/pto.remoto. Para ptos. por flujo
T --> No. de ptos. remotos usando acceso TRANSACCION
RESERVACION
TK -->No.prom.trans./seg/pto.remoto. Para puertos que usan
TRANSACCION RESERVACION (TR)

iii) TRAFICO DE DATOS POR BLOQUE (BD)

Esta ecuación se aplica para los tres tipos de acceso, Aloha ranurado, transacción reservación (TR) y flujo (STREAM).

$BD = (\text{ tamaño del paquete OUTBOUND} + 10) \times \text{No.trans./seg/pto}$
 $\quad \times \text{No. sitios} \times 8$

Entonces:

$BD \text{ (total)} = BD \text{ (Aloha)} + BD \text{ (TR)} + BD \text{ (flujo)}$

iv) TRAFICO DE VOZ POR FLUJO (SV)

Cada circuito de voz requiere de 16 kbps, además cada paquete de voz requiere de 8 bytes para el overhead, entonces :

$8 \text{ bytes} \times 8 \text{ bits/bytes} = 64 \text{ bits}$

$64 \text{ bits} / 0.045 \text{ seg.} = 1.422 \text{ kbps (overhead)}$

Así que cada circuito de voz requiere de :

$16 + 1.422 = 17.422 \text{ kbps}$
entonces :

$SV = \text{No. canales de voz} \times 17422 \text{ bps}$

v) TRAFICO DE DATOS SINCRONOS POR FLUJO (SSD)

Aquí cada paquete tiene un overhead de 7 bytes (1244 bps) .
La transmisión de cada paquete por trama se conoce por la capacidad requerida, esto es :

SSD = velocidad de información del usuario + 1244

Esto se conoce como transmisión de videoconferencias.

II.- DIMENSIONAMIENTO DEL INROUTE

IR = TR + UA + SV + SSD + SBD + CONTROL

Donde :

IR ---> TRAFICO TOTAL DEL INROUTE
TR ---> TRAFICO POR TRANSACCION RESERVACION
UA ---> TRAFICO ALOHA
SV ---> TRAFICO DE VOZ POR FLUJO
SSD ---> TRAFICO DE DATOS SINCRONOS POR FLUJO
SBD ---> TRAFICO DE DATOS EN BLOQUES POR FLUJO
CONTROL DE TRAFICO ---> CONTIENE 32 BYTES

. Cada trama de un IR es de 45 mseg. (45×10^{-3} seg.)
para un total de 720 bytes/trama.

. Cada IR tendrá un canal de control Aloha de 32 bytes,
restando un total de 688 bytes/trama para el manejo de
información del usuario.

. Hay 8 tramas por cada supertrama, el cual puede ser usado
en la configuración del tráfico por flujo.

. Todas las ráfagas (burst) del IR, incluyendo el overhead
de 18 bytes, serán múltiplos de 8 bytes.

1) TRAFICO POR TRANSACCION RESERVACION (TR).

1. Calcular el total de transacciones (incluyendo el
Acknowledgments).

(No. Trans./seg./pto.) x 2 x No. sitios x No.ptos/sitio =
No. total Trans./ seg.

2. Calcular el No. de canales Aloha que se requieren para la solicitud de los mensajes.

((No. total Trans./seg.) / 8 % eficiencia) x 45 mseg.

3. Calcular el tamaño de la ráfaga de información expresada en bytes.

IB + 18 (OVERHEAD) + 28 (PIGGYBACK)

IB = Tamaño del mensaje Inbound. Tiene que ser menor de 246 bytes.

4. Calcular el ancho de banda (Bw) útil expresado en bytes.

688 - (No. canales x 32)

5. Calcular el Bw requerido expresado en bytes.

tamaño ráfaga x 2 x No. trans./seg. x No. sitios =
= bytes/seg. (tráfico de información)

Y

24 x No. trans./seg. x No. sitios = bytes/seg.
(Acknowledgment)

6. ((Trafico información) + (Acknowledgment)) / 60 %
eficiencia x 45 mseg. = No. bytes/trama

ii) TRAFICO ALOHA (UA)

1. Seleccionar el tamaño del mensaje IB

- Sumar 18 bytes de overhead IB + 18

- El resultado anterior se redondea de modo que sea múltiplo de 8 = IBr

2. Calcular el total de transacciones (incluyendo el Acknowledgment)

$$\text{No. trans./seg./pto.} \times 2 \times \text{No. pto.} = \text{trans./seg.}$$

3. Calcular el No. de canales Aloha que se requieren.

$$(\text{No. trans./seg.}) / 8 \% \text{ eficiencia} \times 45 \text{ msec.}$$

luego:

$$688 / \text{IBr} = \text{No. canales/Inroute}$$

$$4. \quad \frac{\text{No. canales Aloha}}{\text{No. canales/Inroutes}} = \text{No. Inroutes}$$

iii) TRAFICO DE DATOS EN BLOQUES POR FLUJO (SBD)

1. Seleccionar el tamaño del mensaje IB (Inbound) , el cual para fines de cálculo debe ser menor a 246 bytes.

2. Adicionar el overhead (ODLC y TDMA) y redondearlo a un múltiplo de 8.

$$\text{IB} + 18 = \text{IBr}$$

3. Calcular el No. de flujos por trama que caben en un IR

$$(688 \text{ bytes/trama}) / \text{IBr} = \text{No. flujos / trama}$$

4. Calcular el No. de IR que se requieren.

$$\frac{\text{No. sitios}}{\text{No. flujos/trama}} = \text{No. IR}$$

Los valores de SV y SSD obtenidos para el dimensionamiento del OR se toman en cuenta para el dimensionamiento del IR .

CALCULO DE TRAFICO DE VOZ :

Volumen de tráfico e Intensidad de tráfico telefónico.

Si se observa el estado de un grupo de troncales, se puede notar que existen periodos de ocupación y de no ocupación , los periodos de ocupación se caracterizan en función del número de llamadas " c " con diferentes duraciones " ti " que se están realizando. Sumando la duración de las llamadas y dividiendo el resultado "Y" entre el número de llamadas, se obtiene el tiempo promedio de ocupación: $t_m = Y/c$

Las mediciones de tráfico realizadas por diferentes instituciones han dado los siguientes tiempos promedio de ocupación :

En instalaciones privadas : $t_m = 1$ minuto

En centrales publicas urbanas : $t_m = 1.5$ a 2 minutos

En centrales de larga distancia : $t_m = 2$ a 4 minutos

La suma de duraciones "ti" antes mencionada, representa el volumen de tráfico "Y", el cual también puede obtenerse como el producto de el número de llamadas y el tiempo promedio de ocupación:

$$\text{Volumen de tráfico} = Y = c * t_m \quad (\text{Erlang})$$

Para indicar que la unidad pertenece al tráfico telefónico, se le ha dado el prefijo "Erlang", y el volumen de tráfico se mide en Erlang-hora (Erlang/h).

En la ecuación anterior, " c " representa el número de llamadas totales en la hora pico y " t_m " representa el tiempo promedio por llamada.

BLOCKAGE:	0.01	0.02	0.05	0.10	0.15	0.20	
TRUNKS:							TRUNKS
1	0.01	0.02	0.05	0.10	0.15	0.20	1
2	0.15	0.22	0.36	0.54	0.60	0.80	2
3	0.45	0.59	0.85	1.14	1.36	1.54	3
4	0.86	1.07	1.45	1.84	2.13	2.36	4
5	1.35	1.62	2.11	2.59	2.94	3.21	5
6	1.85	2.23	2.81	3.38	3.70	4.09	6
7	2.40	2.88	3.55	4.20	4.64	4.98	7
8	3.10	3.55	4.32	5.04	5.52	5.90	8
9	3.74	4.26	5.10	5.89	6.42	6.82	9
10	4.4	5.0	5.9	6.8	7.3	7.7	10
11	5.1	5.7	6.7	7.6	8.2	8.7	11
12	5.8	6.5	7.6	8.5	9.2	9.6	12
13	6.5	7.3	8.4	9.4	10.1	10.6	13
14	7.3	8.0	9.2	10.3	11.0	11.5	14
15	8.0	8.9	10.1	11.2	12.0	12.5	15
16	8.8	9.6	11.0	12.2	12.9	13.4	16
17	9.6	10.4	11.8	13.1	13.8	14.4	17
18	10.3	11.3	12.7	14.0	14.8	15.4	18
19	11.1	12.1	13.6	14.9	15.7	16.3	19
20	11.9	12.9	14.5	15.9	16.7	17.3	20
21	12.7	13.8	15.4	16.8	17.7	18.3	21
22	13.5	14.6	16.3	17.7	18.6	19.3	22
23	14.3	15.4	17.2	18.7	19.6	20.2	23
24	15.1	16.3	18.1	19.6	20.5	21.2	24
25	16.0	17.2	19.0	20.5	21.5	22.2	25
26	16.8	18.0	19.9	21.5	22.5	23.2	26
27	17.6	18.9	20.8	22.4	23.4	24.1	27
28	18.5	19.7	21.7	23.4	24.4	25.1	28
29	19.3	20.6	22.6	24.3	25.4	26.1	29
30	20.1	21.5	23.6	25.3	26.3	27.1	30
31	21.0	22.4	24.5	26.3	27.3	28.1	31
32	21.8	23.3	25.4	27.2	28.3	29.0	32
33	22.7	24.1	26.3	28.2	29.3	30.0	33
34	23.5	25.0	27.3	29.1	30.2	31.0	34
35	24.4	25.9	28.2	30.1	31.2	32.0	35
36	25.3	26.8	29.1	31.1	32.2	33.0	36
37	26.1	27.7	30.1	32.0	33.2	34.0	37
38	27.0	28.6	31.0	33.0	34.1	34.9	38
39	27.8	29.5	31.9	33.9	35.1	35.9	39
40	28.7	30.4	32.9	34.9	36.1	36.9	40

BLOCKAGE:	0.01	0.02	0.05	0.10	0.15	0.20	
TRUNKS:							TRUNKS
41	29.6	31.3	33.0	35.9	37.1	37.9	41
42	30.5	32.2	34.7	36.8	38.1	38.9	42
43	31.3	33.1	35.7	37.8	39.0	39.9	43
44	32.2	34.0	36.6	38.8	40.0	40.9	44
45	33.1	34.9	37.6	39.7	41.0	41.9	45
46	34.0	35.8	38.5	40.7	42.0	42.8	46
47	34.9	36.7	39.5	41.7	43.0	43.8	47
48	35.7	37.6	40.4	42.7	44.0	44.8	48
49	36.6	38.5	41.4	43.6	44.9	45.8	49
50	37.5	39.5	42.3	44.6	45.9	46.8	50

TABLES OF ERLANG B
CARRIED TRAFFIC IN ERLANGS

Para obtener la intensidad de tráfico " y " se divide el volumen de tráfico " Y " entre el período de observación "T".

$$\text{Int. de tráfico} = y = Y / T = \text{ctm} / T \quad (\text{Erlang} * h / h)$$

De acuerdo con la fórmula anterior , la unidad de intensidad de tráfico es el Erlang.

TECNICA SCPC / DAMA (VOZ)
 / PAMA (DATOS)

Para su dimensionamiento se necesita saber los requerimientos que presenta el cuestionario mencionado con anterioridad al principio de éste tema, además de :

- Un factor de bloqueo
- Estadísticas para el manejo de voz.

PROCEDIMIENTO :

i) Se realiza un diagrama de conectividad

ii) Para el tráfico de voz

$$(\text{No. llamadas/día/pto.voz}) \times (\text{No. canales voz/Est.Terr.}) \times (\text{No. Est.Terr.}) = \text{No. llamadas totales / día}$$

iii) Volumen de tráfico

$$Y = c \times t_m \quad (\text{Erlang-hora})$$

Luego se obtiene la intensidad de tráfico:

$$y = Y / T \quad (\text{Erlang})$$

Entonces, con la ayuda de las tablas para el tráfico de voz que se presentaron en éste tema, se podrá obtener el número de canales de voz que se requirieren.

iv) Con los cálculos y resultados que se obtengan se dibuja un diagrama de bloques del enlace.

4.4.3.- REALIZACION DE LOS CALCULOS DE ENLACE .

Ejemplo SCPC / FDMA :

El cliente requiere de :

- . topología estrella
- . 15 sitios remotos y una central con:
 - 10 remotas a 64 kbps
 - 5 remotas a 128 kbps
 - a) 5 canales de voz/sitio y un canal de datos a 9.6 kbps
 - b) 4 canales de voz/sitio y dos canales de 19.2 kbps
- . protocolo SDLC
- . conmutador a 4 hilos con señalización E&M
- . conexión a 2 hilos Loop en los sitios remotos

i) Diagrama de conectividad:

figura 4.1

a) La voz se puede manejar a las siguientes velocidades:
4.8, 8, 9.6, 12, 14.4, 16 kbps

Para poder dimensionar los MUX ya sea a 64 ó 128 kbps, se debe seleccionar la velocidad adecuada para la voz.

Entonces :

5 tarjetas voz/fax a 9.6 kbps c/u, 1 tarjeta de datos a 9.6 kbps.

$5 \times 9.6 \text{ kbps} = 48 \text{ kbps}$

$$1 \times 9.6 \text{ kbps} = 9.6 \text{ kbps}$$

$48 + 9.6 = 57.6 \text{ kbps}$ ----> 57.6 es menor a 64 kbps por lo que se selecciona un Mux de 64 kbps.

b) $4 \text{ tarjetas voz/fax} \times 9.6 \text{ kbps} = 38.4 \text{ kbps}$

$$2 \text{ tarjetas datos} \times 19.2 \text{ kbps} = 38.4 \text{ kbps}$$

Como 76.8 kbps sobrepasa la capacidad de un Mux de 64 kbps, se seleccionará un Mux de 128 kbps y además ampliando la calidad de la voz a una tasa de 16 kbps. Entonces :

$$4 \text{ tarjetas voz/fax} \times 16 \text{ kbps} = 64 \text{ kbps}$$

$$2 \text{ tarjetas datos} \times 19.2 \text{ kbps} = 38.4 \text{ kbps}$$

$$64 + 38.4 = 102.4 \text{ kbps}$$

ii) Diagrama de bloques

figura 4.2

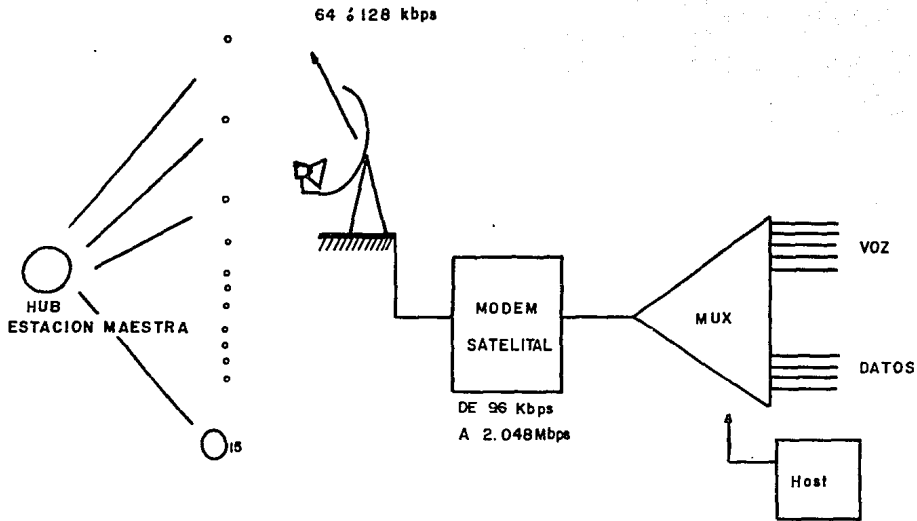


FIGURA 4.1 DIAGRAMA DE CONECTIVIDAD SCPC/FDMA

20 PORTADORAS DE 64 kbps

10 PORTADORAS DE 128 kbps

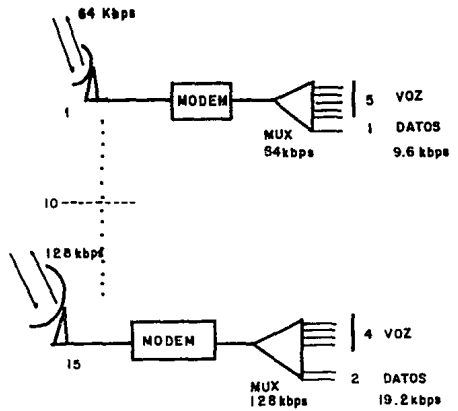
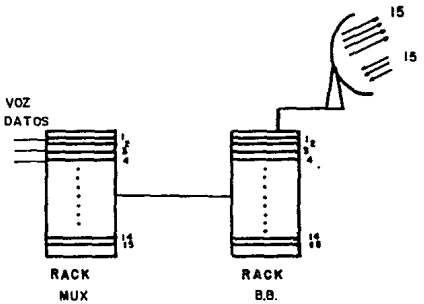


FIGURA 4.2 CONFIGURACION DE BLOQUES SCPC/FDMA

Ejemplo SCPC / DAMA (voz, malla)
/ PAMA (datos)

El cliente requiere :

- . topología malla (para voz)
- . topología estrella (para datos)
- . 10 E/T y una central
- . 2 canales de voz / E/T
- . X canales de voz en la central
- . 1 canal de datos por E/T a 9.6 kbps
- . 10 llamadas /día/ puerto de voz
- . 4 minutos dura la llamada
- . 80 % de tráfico dirigido hacia la central
- . factor de bloqueo ? 5 %
- . % de tráfico en la hora pico ?

i) Diagrama de conectividad

figura 4.3

ii) Para el tráfico de voz

$(10 \text{ llamadas/día/pto.voz}) \times (2 \text{ canales voz/ E/T}) \times (10 \text{ E/T}) = 200$

Son 200 llamadas totales / día, tomando 20% de tráfico total en la hora pico, habrá: $200 \times 0.2 = 40$ llamadas totales / hora pico.

iii) Volumen de tráfico

$Y = c \times tm = 40 \times 4 \text{ min.} / 60 = 8/3$ (Erlang-hora)

Intensidad de tráfico

$y = Y / T = (8/3) / 1 \text{ hora} = 8/3$ (Erlang)

de tablas se obtiene : 6 canales de voz; esto implica 12 portadoras satelitales .

Luego con el 80 % del tráfico hacia la central:

$6 \times 0.8 = 4.8$ entonces se utilizarán 5 canales de voz en la central.

iv) Diagrama de bloques

figura 4.4

Ejemplo TDM / TDMA

Red con tres usuarios (subredes).

subred 1. (perfil de tráfico)

25 sitios
1 puerto de datos / sitio.
60 bytes de INBOUND
80 bytes de OUTBOUND
0.07 transacciones/ seg.pico / puerto
ALOHA RANURADO

subred 2.

50 sitios
1 pto.datos / sitio
300 bytes de INBOUND
300 bytes de OUTBOUND
0.1 trans./seg.pico / pto.
6 canales simultaneos de voz
TRANSACCION RESERVACION

subred 3.

25 sitios
1 pto.datos / sitio
400 bytes de INBOUND
400 bytes de OUTBOUND
0.1 trans./ seg.pico / pto.
STREAM

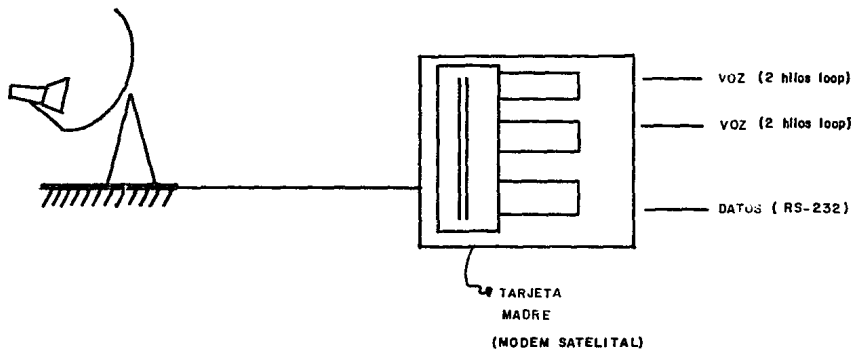


FIGURA 4.3

DIAGRAMA DE CONECTIVIDAD SCPC/ DAMA
PAMA

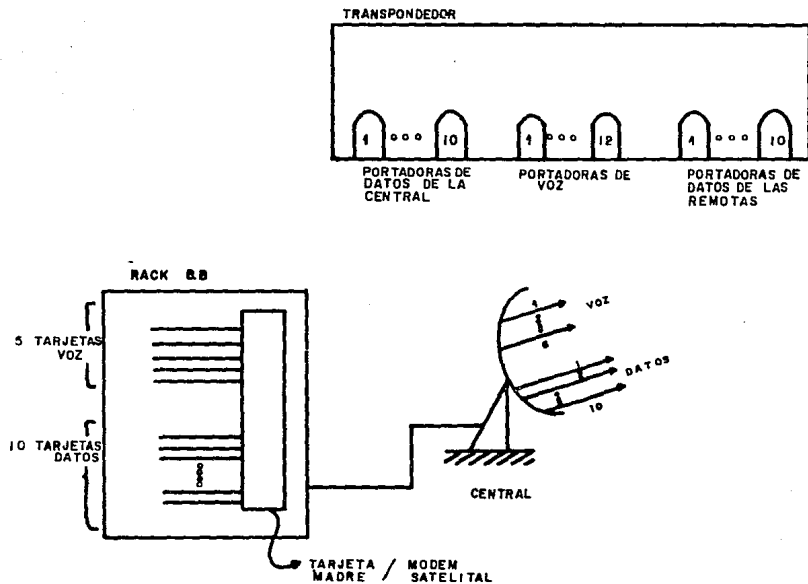


FIGURA 4.4 CONFIGURACION DE BLOQUES SCPC/DAMA PAMA

I.- Dimensionamiento del OUTROUTE

$$OR = RTA + ACK + BD + SV + SSD + CONTROL$$

$$i) RTA = P \times T \times 17 \times 8$$

$$RTA = 50 \times 0.1 \times 17 \times 8 = 680 \text{ bps}$$

$$ii) ACK = ((A \times KA) + (S \times KS) + (T \times KT)) \times 10 \times 8$$

$$ACK = ((25 \times 0.07) + (25 \times 0.1) + (50 \times 0.1)) \times 80 = 740 \text{ bps}$$

iii) BD se aplica a los tres accesos.

$$(\text{tamaño del paquete OB} + 10) \times \text{No.trans./seg./pto.} \times \\ \times \text{No.sitios} \times 8 = BD$$

Aloha ranurado:

$$(80 + 10) \times 0.07 \times 25 \times 8 = 1260 \text{ bps}$$

TR :

$$((246 + 10) + (54 + 10)) \times 0.1 \times 50 \times 8 = 12800 \text{ bps}$$

Stream :

$$((246 + 10) + (154 + 10)) \times 0.1 \times 25 \times 8 = 8400 \text{ bps}$$

$$BD = 1260 + 12800 + 8400 = 22460 \text{ bps}$$

iv) SV

$$SV = 6 \text{ canales de voz} \times 17422 \text{ bps}$$

$$SV = 104532 \text{ bps}$$

v) SSD

Como en este ejemplo no se usa este tipo de transmisión (videoconferencia)....

SSD = 0

Por lo que :

OR = 680 + 740 + 22460 + 104532 + 0 + 12000 = 140 412 bps

Para una aplicación conservadora se toma el 80 % de eficiencia

OR / 0.8 = 140 412 / 0.8 = 175 515 bps

% OR = 175 515 / 512 000 = 0.3428

% OR = 34.28 %

II.- Dimensionamiento del INROUTE

IR = TR + UA + SV + SSD + SBD + CONTROL

i) TR

a) calcular el total de trans. (incluyendo el acknowledgment del mensaje outbound (OB)).

0.1 trans./seg/pto. x 2 x 50 sitios x 1 pto/sitio = 10 trans/seg

b) calcular el No. total de canales Aloha

$$((10 \text{ trans/seg}) / 0.08) \times 0.045 \text{ trans./seg/canal} = 5.625$$

Entonces, 6 canales Aloha son los que se requieren.

Nota: recordando que el cliente que utiliza este tipo de acceso requiere transmitir 6 canales de voz simultáneos con sus posibles transmisiones para el tráfico de información. Y como la voz se maneja a 16 kbps, entonces:

$$16 \text{ kbps} / 8 \times 0.045 \text{ seg.} = 90 \text{ bytes}$$

$$90 \text{ bytes} + 8 \text{ (ODLC)} + 8 \text{ (TDMA)} = 106 \text{ bytes}$$

con un múltiplo de 8 nos quedan 112 kbps ocupando un canal de voz y si una trama maneja 688 bytes para la información disponible, entonces :

$$688 / 112 = 6 \text{ canales de voz en una trama. Esto es, que ocupa el } 100 \% \text{ de un IR.}$$

Luego, si tenemos 50 VSAT's con 1 pto. de datos y 1 pto. de voz cada una. Calculamos que con 6 canales simultáneos debemos servir a los 50 usuarios.

usuarios posibles en un canal = # usuarios / # canales de voz

$$= 50 / 6$$

$$= 8.33$$

formando grupos de :

4 subgrupos de 8 VSAT's -----> grupo A

2 subgrupos de 9 VSAT's -----> grupo B

$$(4 \times 8) + (2 \times 9) = 32 + 18 = 50 \text{ usuarios}$$

Cada subgrupo será servido por un sólo canal de voz..

Grupo A .

de sitios = 8
IB = 300 bytes
OB = 300 bytes
0.1 trans./seg/pto.
1 canal de voz

$$\begin{aligned} 1.- \text{ Total de transacciones} &= 0.1 \times 2 \times 8 \times 1 \\ &= 1.6 \text{ trans/seg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.- \text{ Total de canales Aloha} &= (1.6 / 0.08) \times 0.045 \\ &= 0.9 \text{ canales} \end{aligned}$$

3.- Ráfagas de información (bursts size)

300 / 2 = 150 bytes de IB (porque el max. tamaño ODLC = 246 bytes), entonces:

150 + 10 (ODLC) + 8 (TDMA) + 28 (PIGGYBACK) = 196 bytes --> 200byte

$$\begin{aligned} 4.- \text{ Ancho de banda (Bw) útil} &= 688 - (1 \text{ canal Aloha} \times 32) \\ &= 656 \text{ bytes} \end{aligned}$$

$$5.- \text{ Bw requerido} = 200 \times 2 \times 0.1 \times 8 = 320 \text{ bytes/seg}$$

y

$$= 24 \times 0.1 \times 8 = 19.2 \text{ bytes/seg}$$

entonces: $320 + 19.2 = 339.2 \text{ bytes/seg}$

$$6.- \text{ Bw} = (339.2 / 0.6) \times 0.045$$

$$= 25.44 \text{ bytes/trama} \quad \text{---->} \quad 32 \text{ bytes/trama} \\ \text{(múltiplo de 8)}$$

luego: 112 bytes + 32 = 144 bytes

688 / 144 = 4.77 espacios caben en un IR.

Grupo B.

sitios = 9
IB = 300 bytes
OB = 300 bytes
0.1 trans/seg/pto.
1 canal de voz

1.- $0.1 \times 2 \times 9 \times 1.8 = 1.8$ trans/seg

2.- $(1.8 / 0.08) \times 0.045 = 1.0125$ canales

3.- $150 + 18 + 28 = 196$ bytes ---> 200 bytes

4.- Bw = 256 bytes

5.- $200 \times 2 \times 0.1 \times 9 = 360$

+

$24 \times 0.1 \times 9 = 21.6$

381.6 bytes/seg

6.- $(382/0.6) \times 0.045 = 28.65$ ----> 32 bytes / trama.

ii) UA

1. Tamaño del canal Aloha = 60 bytes + 10 (ODLC) + 8 (TDMA) = 78

= 80 bytes (múltiplo de 8)

2. total de transacciones = 0.07×25 ptos.

= 1.75 trans./seg

$$3. \text{ canales Aloha requeridos} = (1.75 / 0.08) \times 0.045 \\ = 0.984 \text{ canales}$$

luego:

$$688 / 80 = 8.6 \text{ canales/IR}$$

$$4.- \text{ No. de IR requeridos} = .984 / 8.6 \\ = 0.1144 \text{ IR}$$

iii) SBD

$$1.- 400 \text{ bytes} / 2 = 200 \text{ bytes}$$

2.- adicionando el overhead (ODLIC, TDMA)

$$200 + 18 = 218 \text{ bytes}$$

$$= 224 \text{ bytes (múltiplo de 8)}$$

$$3.- 688 / 224 = 3.07 \quad \text{----> } 3 \text{ flujos/trama}$$

Como son 25 sitios para servir se tomará el concepto de una transmisión por supertrama (ST) ; esto es que se maneja un paquete cada 360 mseg. Por lo que para transmitir la información de 400 bytes se requieren 720 mseg. Pero :

$$3 \text{ flujos/trama} \times 8 \text{ tramas/supertramas} = 25 \text{ flujos/ST}$$

$$4.- \quad \# \text{ IR} = 25 \text{ sitios} / 24 \text{ flujos/ ST} \\ = 1.04$$

Con este calculo nos hará falta acomodar al usuario 25. Entonces el orden de acomodo de los canales quedará de la siguiente manera :

IR #1 .. 24 usuarios del cliente #3 , faltando 1 usuario por acomodar . Bw = 224 bytes/canal.

S F
360ms

224 bytes	224 bytes	224 bytes		
1	2	3		
4	5	6		
7	8	9		
10	11	12		
13	14	15		
16	17	18		
19	20	21		
22	23	24		

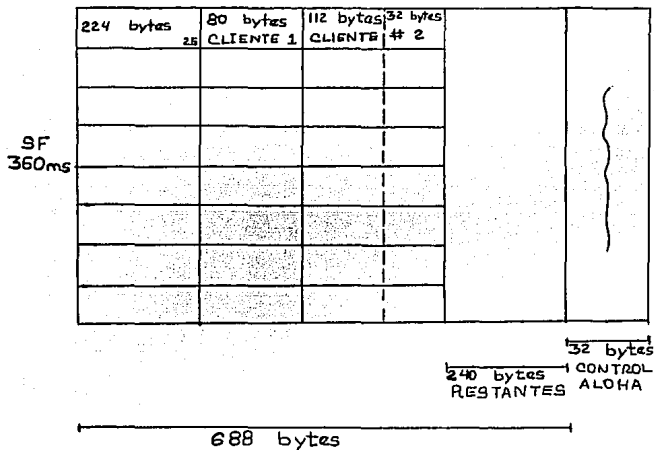
16 bytes
RESTANTES

32 bytes
CONTROL
ALOHA

688 bytes

IR #2 .- 1 usuario del cliente #3 (con opción de 7 usuarios más)

- Completo el cliente #1 (Aloha ranurado)
- Caben también 8 usuarios del cliente #2 con su canal simultaneo de voz.



Nota: dentro de los 240 bytes restantes, cabría otro canal de voz simultaneo del acceso TR, pero como primeramente se dimensionó con acceso por Flujo y sólo debe haber tres flujos/trama; el IR lo llenó el canal del 25avo usuario, el cliente #1 completo y un solo canal simultaneo de voz del cliente #2.

Después para acomodar los 42 usuarios restantes del cliente #2 debemos tomar en cuenta que son 6 canales disponibles los que se deben acomodar, restando sólo 5 canales por acomodar.... entonces el número de IR más a utilizar son :

IR #3

112 bytes	32	112 bytes	32	112 bytes	32	112 bytes	32		

112 bytes
CONTROL 32 bytes
RESTANTES

IR #4

112	32		

Y con este número de IR se puede servir los tres clientes subredes) con sus respectivos accesos y requerimientos, completando toda la red TDM / TDMA .

5.- COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

El nacimiento de las redes tipo VSAT (VERY SMALL APERTURE TERMINAL) conocidas como Terminales de pequeña apertura, caracterizadas principalmente por el tamaño de la antena con que operan tienen aproximadamente 12 años desde su aparición en los Estados Unidos. Aquí en México el diámetro típico de su antena es de 2.4 metros y son fáciles de instalar. Una de las ventajas que éste tipo de redes representa para el usuario es que su equipo de instalación es muy reducido y muy práctico. Con dicho equipo resulta posible enlazar una comunicación vía satélite con buena calidad manejando video, voz y/o datos.

Generalmente la topología que utilizan principalmente las redes VSAT's para su comunicación son la topología malla y la topología estrella; un caso particular de la topología estrella es la comunicación punto a punto. La forma de instalar la red en cuanto a su topología dependerá básicamente de los requerimientos y necesidades de comunicación que tenga el usuario, dependerá también de que tipo de información quiera manejar (voz o datos) y también de el número de nodos terminales que requiera.

Una red tipo VSAT se compone de una Estación Maestra y varias terminales remotas. Dependiendo de su topología, las terminales remotas se comunican entre si por medio de la estación maestra, ésta última es la encargada de administrar los recursos que ofrece la red. Cuando se trata de una topología estrella, toda la información enviada de las terminales remotas pasará por la estación maestra implicando un doble salto satelital, mientras que la topología malla proporciona una intercomunicación directa entre las terminales remotas sin la intervención de la estación maestra sino únicamente para fines de control, ahorrándose con esto un salto satelital.

Los modos de acceso que las redes VSAT pueden manejar son:

SCPC / FDMA

SCPC / DAMA

TDM / TDMA

TDMA

El tipo de acceso que se llegue a manejar en una red en específico dependerá de los requerimientos ya mencionados como son topología, tipo de información y número de nodos a conectar. Teniendo en cuenta éstas consideraciones y en base a un criterio de selección que se logró conocer por experiencias laborales con redes satelitales tipo VSAT, se podrá determinar el tipo de acceso a utilizar. Esto es, cuando se quiera transmitir datos el tipo de acceso más viable es TDM / TDMA, mientras que si se desea transmitir voz lo más aconsejable es optar por el tipo de acceso SCPC / DAMA o SCPC / FDMA, pero como se mencionó en un momento dado, la selección de un tipo de acceso u otro se verá determinado por el número de terminales remotas que operen en la red (criterio de selección).

En éste trabajo de tesis se logró recopilar las características que un tipo de acceso requiere para ser utilizado; esto lo resume una tabla que bien podríamos llamarla tabla de accesos para redes tipo VSAT.

Una cosa bien importante es hacer notar que la información que en ésta tesis se menciona no es fácil encontrarla en libros de textos. Esta información es más bien un concentrado de los conocimientos realizados con la práctica de trabajos realizados con redes satelitales tipo VSAT. Principalmente en la parte de el análisis de Tráfico en donde se plasma el procedimiento a seguir para un mejor cálculo de la cantidad de información que se puede enviar con el fin de optimizar los recursos tanto de ancho de banda como de ahorros en cuanto a costos de petición para ocupar el segmento espacial en el satélite.

El análisis de tráfico se ve reflejado en los ejemplos presentados en el capítulo IV de éste trabajo de tesis. Se da a conocer a detalle con números ficticios la manera de calcular el tamaño de las ráfagas de información que deben enviarse para un mejor uso de la red.

Los sistemas VSAT combinan aparte de un costo atractivo, un mejor desarrollo, control, flexibilidad, reconfiguración y expansión , que justifica una decisión técnica para establecer mejores implementaciones para su aplicación.

Virtualmente todas las redes VSAT en operación son fabricadas en los E.U. de Norteamérica incluyendo a NEC. Los proveedores de los sistemas pueden formarse con diferentes categorías pero la primer fila la encabezan: Hughes Network System, GTI Spacenet, AT&T Tridom y Scientific - Atlanta.

BIBLIOGRAFIAS:

VIDEOTEXT EFREM SIGEL TK 5105 .5 V52

DIGITAL SATELLITE COMMUNICATION HA TRI T. TK 5104 H3
1990

TELECONFERENCING BODSON DENNIS, R. SHAPHORST NEW
YORK IEEE 1989 TK 5102 .5 T43

REVISTAS:

VIA SATELLITE FEBRERO 1993 PAG. 27, 29.