

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



DISEÑO DE ENLACES DE COMUNICACION
VIA SATELITE

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

PRESENTA
AGUSTIN ALBERTO SOTO VILLARREAL

UNIVERSITARIA

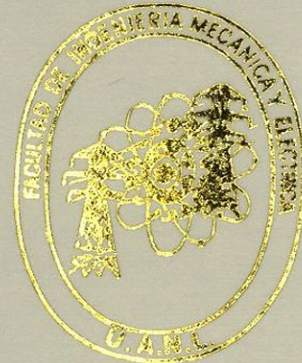
DICIEMBRE DE 1998

T
TK510
S61
1993
c.1



1080096915

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



**DISEÑO DE ENLACES DE COMUNICACION
VIA SATELITE**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONES**

**PRESENTA
AGUSTIN ALBERTO SOTO VILLARREAL**

CD. UNIVERSITARIA

DICIEMBRE DE 1998

T
TKS104
56
1998



AGRADECIMIENTO

A DIOS:

Por darme fuerzas y
seguida durante todo
este recorrido que fue
Mi carrera profesional.

A MIS PADRES:

Agustín Soto González.
Julia Villarreal de Soto.
Porque simple estuvieron apoyándome con su
Amor, preocupación, esfuerzo y sacrificio,
para que nunca decayera, que estuvieron ahí
para darme ese ánimo y esas palabras de aliento
para seguir adelante en todos los momentos durante
Mis estudios y así terminarlos con bien.

A MIS HERMANOS:

Alejandro Soto Villarreal.
Angel Carlos Soto Villarreal.
Por todo su apoyo moral y su preocupación
para que hiciera siempre bien las cosa
y le echara muchas ganas en todo lo que realice.

A MIS AMIGOS, COMPAÑEROS Y PROFESORES:

Con quienes compartí esta etapa de mi vida
y que de alguna manera contribuyeron
para que sugiera adelante con mi desarrollo
Profesional.

INDICE

SATELITE Y VENTAJAS DE LA COMUNICACIÓN VIA SATELITE	1
CLASIFICACION DE LOS SATELITES.....	3
ORBITA GEOESTACIONARIA Y ESTADO OPERATIVO.....	5
AREA DE COBERTURA Y PERIODO ORBITAL.....	6
PERDIDAS DE TRANSMISION Y ASIGNACION DE FRACUENCIAS.....	8
DESCRIPCION A CUADROS DE UN SATELITE TIPICO.....	10
PUESTA EN ORBITA DE UN SATELITE.....	13
CIRCUITO HIPOTETICO DE REFERENCIA (ESTACION TRANSMISORA).....	14
CIRCUITO HIPOTETICO DE REFERENCIA (SATELITE).....	16
CIRCUITO HIPOTETICO DE REFERENCIA (ESTACION RECEPTORA).....	17
ACCESO MULTIPLE.....	18
VENTAJAS Y DESVENTAJAS.....	19

INTRODUCCION.

Las reflexiones en la luna aplicando las técnicas de radar fueron repetidamente demostradas en los finales de los 40's e inicio de los 50's. En julio de 1954, el primer mensaje de voz fue transmitido por la Marina de los Estados Unidos, mediante el trayecto Tierra-Luna. En 1956 un servicio relevador lunar de la Marina de E.U., fue establecido entre Washington D.C. y Hawai. El circuito operó hasta 1962, ofreciendo una comunicación de larga distancia digna de confianza limitadas solamente por la "disponibilidad" de la Luna en los sitios de transmisión y recepción. La potencia usada fue 1000Kw, con antenas de 26 mts. De diámetro a 430 Mhz.

Un globo metalizado puesto en órbita por un cohete, puede ser usado como un reflector de ondas electromagnéticas generadas por un transmisor terrestre. Parte de la energía puede ser recogida por estaciones receptoras en algun punto sobre la tierra, desde el cual el globo es visible, obteniendo de este modo un sistema pasivo de comunicación por satélite.

A través de la acción conjunta de los laboratorios Bel, La NASA y la JET Propulsión, el proyecto "ECHO" fue realizado.

El satélite cuya forma era un globo, tenia un diámetro de 30 mts. Y estaba cubierto de nylon con lamina de aluminio. Su órbita era circular inclinada y de altitud de cerca de 1500 Km. En 1960 se logro la Trasmiso de telefonía, gracias al sistema de FM en la banda de radiofrecuencias de 960 mhz. Y 2290 mhz.; mediante la cual se investigaron sus propiedades.

Aunque los satélites pasivos tienen una capacidad infinita para comunicaciones de acceso múltiple, son gravemente obstaculizados por el uso ineficiente de la potencial transmitida. En el experimento "ECHO", por ejemplo, solamente una parte en 10 exp 18 de la potencia transmitida (10 Kw) es retornada a la antena receptora. Puesto que la señal se ve afectada por el ruido que llega desde varias fuentes, para compensar esto, se debe utilizar en el receptor un amplificador de bajo ruido.

La ventaja de los satélites pasivos, es que no requieren de equipo electrónico sofisticado a bordo. Se usa para restreo, un radio-faro, pero en

general no es utilizada electrónica complicada. Tal simplicidad, mas la carencia de electrónica espacial en los fines de los 50's, hizo interesante el sistema pasivo en los primero años de la comunicación por satélite. Una vez que en

corto tiempo la electrónica espacial llegue a estar disponible los sistemas pasivos fueron reemplazados por los sistemas activos.

El lanzamiento del Sputnik I 1957 fue seguido por la "carrera espacial" y esto fue reflejado con el lanzamiento del SCORE (Signal Communication by Orbiting Relay Equipment) por la Fuerza Aérea de los E.U. en diciembre 18 de 1958. El SCORE fue colocado en órbita elíptica baja con un perigeo de 182 Km. Y un apogeo de 1084 Km. Y un periodo de 101 min. Su modo normal de operación consistía en grabar el mensaje enviado desde la tierra mientras pasaba sobre una estación terrena (la transmisora) y retransmitirlo cuando lo requería otra estación terrena (la receptora) . La "longitud" máxima del mensaje era de 4 min. Y su capacidad era de un canal de voz o 70 canales de teletipo de 60 palabras por minuto recibiendo señales desde las estaciones terrenas a 150 Mhz y retransmitiéndolas a 132 Mhz.

El equipo de comunicación estuvo energizado con baterías. Después de 12 días de operación estaban completamente descargadas y se detuvo la transmisión.

Después de indagar por primera vez en el espacio con los satélites "SPUTNIK", EXPLORER y "VANGUARDIA", incluyendo los proyectos "SCORE" y "COURIER" el mayor paso experimental en tecnología de satélites de comunicación activos, se realiza con los proyectos "TELSTAR" , "RELAY", y el "SYNCOM".

El proyecto "TELSTAR" es él mas conocido de los anteriores probablemente porque fue el único capaz de retransmitir programas de T.V. atrevas del Atlántico. El "TELSTAR II" se construyo con una mayor resistencia ala radiación, pero por lo demas fue idéntico a su presesor.

La potencia de transmisión de los "TELSTAR" I y II era de 2.25 Watts proporcionada por un tubo de ondas progresivas (TWT) con un ancho de banda de 50 Mhz. A 6 y 4 Ghz. Ambos fueron de estabilidad de giro. La capacidad de comunicación era de 600 canales o un canal de T.V.

El primer satélite comercial geoestacionario fue el "INTELSAT" I desarrollada por Comsat para Intelsat. Lanzado en Abril 6 de 1965 permaneció

activo hasta 1969. Su rutina de operación entre E.U. y Europa empezó en junio 28 de 1965. Operó con dos transponder de 25 Mhz. De ancho de banda con su portadora ascendente centrada en 6301 Mhz. Para Europa y 6390 Mhz. Para E.U. Las frecuencias descendentes eran 4081 Mhz. Para E.U. y 4161 Mhz. Para Europa.

COMUNICACIÓN VIA SATELITE

SATELITE.

Es una repetidora en el rango de las microondas puesta en el espacio. Un satélite no crea transmisiones por si mismo, solo retransmite lo que recibe de la tierra. Utiliza 2 bandas para trabajar con las señales llamadas *Up-link* proveniente de la Tierra y la segunda proveniente del satélite llamada *Down Link*.

VENTAJAS DE LA COMUNICACIÓN VIA SATELITE.

-Simplificación del Sistema.

Debido a su gran altura se tiene línea de vista entre el satélite y cualquier estación terrena que este dentro de su arrea de cobertura la cual puede llegar a ser tal, que se cubriría prácticamente el 40% de la superficie de la tierra con un solo satélite. Esto implica enormemente el sistema ya que el satélite sustituye las redes de microondas con las consiguientes ventajas tanto técnicas como económicas.

-Mayor Calidad.

Debido a que cualquier proceso electrónico degrada la señal al agregar algo de ruido, debemos considerar la gran ventaja de manejar un enlace a través de una sola repetidora (el satélite), y por lo tanto, una sola fuente de ruido, comparado contra un enlace utilizando una red de microondas de 20 o más repetidoras, por lo tanto 20 o más fuentes de ruido. Definitivamente la calidad de la señal en un enlace vía satélite es mucho más alta que una red de microondas.

-Mayor Confiabilidad.

Otra razón por la cual se usa una sola repetidora, en vez de un conjunto de ellas en los enlaces vía satélite es el hecho de que se reduce la posibilidad de fallas a una sola, lo cual da una gran confiabilidad al enlace. Además hay que considerar las normas más estrictas que controlan la fabricación del satélite, lo que permite sugerida de su funcionamiento durante su tiempo de vida útil. Pero aun debemos agregar a esto, el hecho de los fabricantes de los satélites proveen de un equipo redundante para cada una de las partes más susceptibles lo cual garantiza su funcionamiento.

-Alta Capacidad.

Permite disponer de un ancho de banda amplio y por lo tanto tener una gran capacidad de manejo de información.

Los satélites actuales tienen la capacidad para manejar hasta 24 canales de T.V. simultáneamente o su equivalente en telefonía (aprox. 960 canales telefónicos por cada canal de T.V.) por cada banda que se disponga.

-Ventajas de Tipo Social.

Por medio de los satélites se tiene acceso a lugares que peor medio de otros sistemas de comunicación no se podrían llegar, como por ejemplo en regiones pantanosas, bosques, islas, etc.

CLASIFICACION DE LOS SATELITES

- Por su Operación.
- Por su Aplicación.
- Por su Orbita.
- Po su Cobertura.

De Acuerdo a su Operación.

-*Pasivos*: Es aquel satélite que solo actúa como superficie reflectora.

-*Activos*: Es aquel satélite que involucra un proceso electrónico (grabación, reproducción, amplificación, cambio de frecuencia, etc.).

De Acuerdo a su Aplicación.

-*Civiles*:

Comunicación.
Meteorológicos.
Investigación.

-*Militares*.

De Acuerdo a su Orbita.

Geoestacionarios: Es aquel satélite que permanece fijo con respecto a la tierra, es, decir vista desde la tierra aparecería como un punto fijo en el cielo.

No-Geoestacionarios: Es aquel satélite que aparecería siempre en movimiento con respecto a la tierra.

En general podemos decir que los sistemas de comunicación vía satélite requiere de una órbita geoestacionaria por las ventajas que esto implica:

1.-Al permanecer fijo un satélite con respecto a la tierra no es necesario rastrear el movimiento de éste para orientar la antena, es decir, una vez que se localiza el satélite y se orienta la antena esta permanece fija, factor que gravita preponderadamente en el costo de la estación.

2.-Una vez orientada la antena se dispondrá del satélite todo el tiempo, que este permanece fijo, lo que permite la continuidad del sistema las 24 hrs. del día, condición necesaria en un buen sistema de comunicación.

De Acuerdo a su Cobertura.

-Globales: Su transmisión cubre todo el espacio sobre la tierra, de acuerdo a la línea de vista desde el satélite. En la practica un 40% de la superficie de la tierra desde un satélite geoestacionario.

-Domésticos: Su transmisión cubre solo un área específica que puede ser grande o pequeña según sean los requerimientos del país.

-Regionales: Su transmisión cubre varias zonas específicas, por ejemplo varios países o alguna región de ellos sin intentar cubrir toda él arrea que cubre un global por ejemplo Solidaridad I y II con cobertura en América Central y del Sur, así como E.E.U.U. parcialmente.

Condiciones para que un Satélite guarde una Orbita Geoestacionaria.

- 1.-La Orbita debe ser Circular.
- 2.-La órbita debe de ser Ecuatorial.
- 3.- La altura sobre el nivel del mar debe ser 35788 Km.
- 4.- El satélite debe desplazarse en el mismo sentido de rotación de la tierra.

Al cumplir con estas condiciones se logra un periodo de 24 hrs. Lo cual aunado a la órbita ecuatorial alrededor del mismo eje de rotación de la tierra permite la sincronización y por lo tanto la órbita geoestacionaria la cual es derivada de los criterios de equilibrio entre las fuerzas centrífuga y de la atracción mecánica espacial la cual rige el movimiento de los planetas y de nuestros satélites artificiales.

Estado Operativo.

Una vez que el satélite se fija en su posición, es necesario estabilizarlo y corregir su posición constantemente ya que existen fuerzas externas que se encargan de moverlo. Los subsistemas de propulsión son los encargados de realizar estas maniobras. Los motores de maniobras y los motores de orientación son alimentados normalmente por combustibles que operan propulsores químicos, él mas utilizado es la Hidracina Monopropelente. De hecho, es este combustible el que determina la vida útil del satélite el cual en promedio es de 10 a 14 años.

Una vez agotado ele combustible, el satélite inicia una deriva Este-Oeste, al perder su sincronía con el movimiento de la tierra. Sale de su posición nominal debe cesar sus transmisiones para evitar interferencias a otros satélites.

Area de Cobertura.

Son tres los satélites requeridos para establecer un sistema de comunicación global a nivel mundial con este tipo de satélites, con un ángulo de cobertura sobre el ecuador de la tierra de 16.2 grados visto desde el satélite. En el sistema de cobertura global; los tres satélites se encuentran con aprox. Una separación de 120° entre ellos.

El mayor problema de un sistema de comunicación que opera con satélites geoestacionarios o fijos, es el retardo de la señal, alrededor de .26 seg., para una comunicación de un solo salto, ósea, estación terrena-satélite-estacion terrena.

Periodo Orbital.

En este sistema el satélite conserva una órbita ecuatorial de aprox. 24 hrs., de periodo orbital. Este periodo orbital, para el caso de una órbita circular, se encuentra definido por la ley de Kepler, que enuncia lo siguiente:

$$P_o^2 = \frac{4(\pi)^2 (R+h)^3}{\mu}$$

donde:

P_o = Periodo Orbital (seg).

R = Radio de la tierra (m).

H = Altura del satélite (m).

μ = constante de Kepler este valor es 3.99x10¹⁴ m³/seg²

Ecuación derivada de los criterios de equilibrio entre las fuerzas centrífugas y de atracción gravitacional. Para un periodo orbital aproximadamente de 24 hrs., el satélite se encuentra en una altura máxima de 35890 Km., tomando automáticamente la condición estacionaria, para un observador desde la tierra. El periodo relativo se determina por la relación siguiente:

$$P = \frac{24P_o}{24 - P_o}$$

Donde P esta definido como periodo relativo. Se observa esta ecuación que el periodo relativo de un satélite de periodo orbital de 24 hrs. es infinito.

Pérdidas de Transmisión y Asignación de Frecuencias.

Los satélites en general, como una parte de un sistema de comunicación, tienen como finalidad retransmitir las señales enviadas desde la tierra. Para el caso de los satélites geoestacionarios, por la distancia que conservan respecto a la tierra, requieren de dispositivos adicionales que permitan compensar las pérdidas ocasionadas en el espacio.

Dispositivos activos, como amplificadores a diodo túnel, GaAsFET, tubos de ondas progresivas de alto y bajo nivel, permiten compensar las pérdidas en el espacio libre mencionadas. Se incluyen además de este tipo de dispositivos, osciladores y mezcladores para transponder o abatir las frecuencias para transmisión y recepción.

A designación de las primeras bandas de frecuencias, dadas a conocer en la conferencia extraordinaria radiodministrativa, celebrada en Génova, 1963, después de considerar que en frecuencias menores de 1 Ghz. El ruido estático y cósmico aumenta y que a frecuencia mayores de 10 Ghz. Las ondas son absorbidas por el Oxígeno o el vapor existente en el aire cuando pasan a través de la zona atmosférica y considerando que el ruido es un coeficiente que depende de la elevación sobre un plano horizontal, acordó finalmente apta la gama de frecuencias comprendidas entre 1y 10 Ghz.; para ser utilizada en comunicaciones vía satélite, quedando designadas para usarse en el sistema de comunicación por satélite las frecuencias de 5,925-6,425 Mhz. Para la transmisión de tierra a satélite y de 3700-4200 Mhz. Para la transmisión de satélite a tierra. Posteriormente con el desarrollo de nueva tecnología algunos de los problemas existentes fuera del rango de 1 a 10 Ghz. Han sido debidamente compensados (sobre todo con el desarrollo de dispositivos de bajo nivel ruido) de modo que actualmente se manejan adicionalmente otras bandas.

En conclusión, los satélites, en general, tiene como finalidad retransmitir las señales enviadas desde la tierra (señal up-link), para retornarlas en otra banda de frecuencias (señal down-link). Las bandas más utilizadas son las siguientes:

BANDA "C" Mhz.**BANDA "Ku" Mhz.****BANDA "Ka" Mhz.****Ascendente
(up-link)**

5925 a 6425

14000 a 14500

27500 a 31000

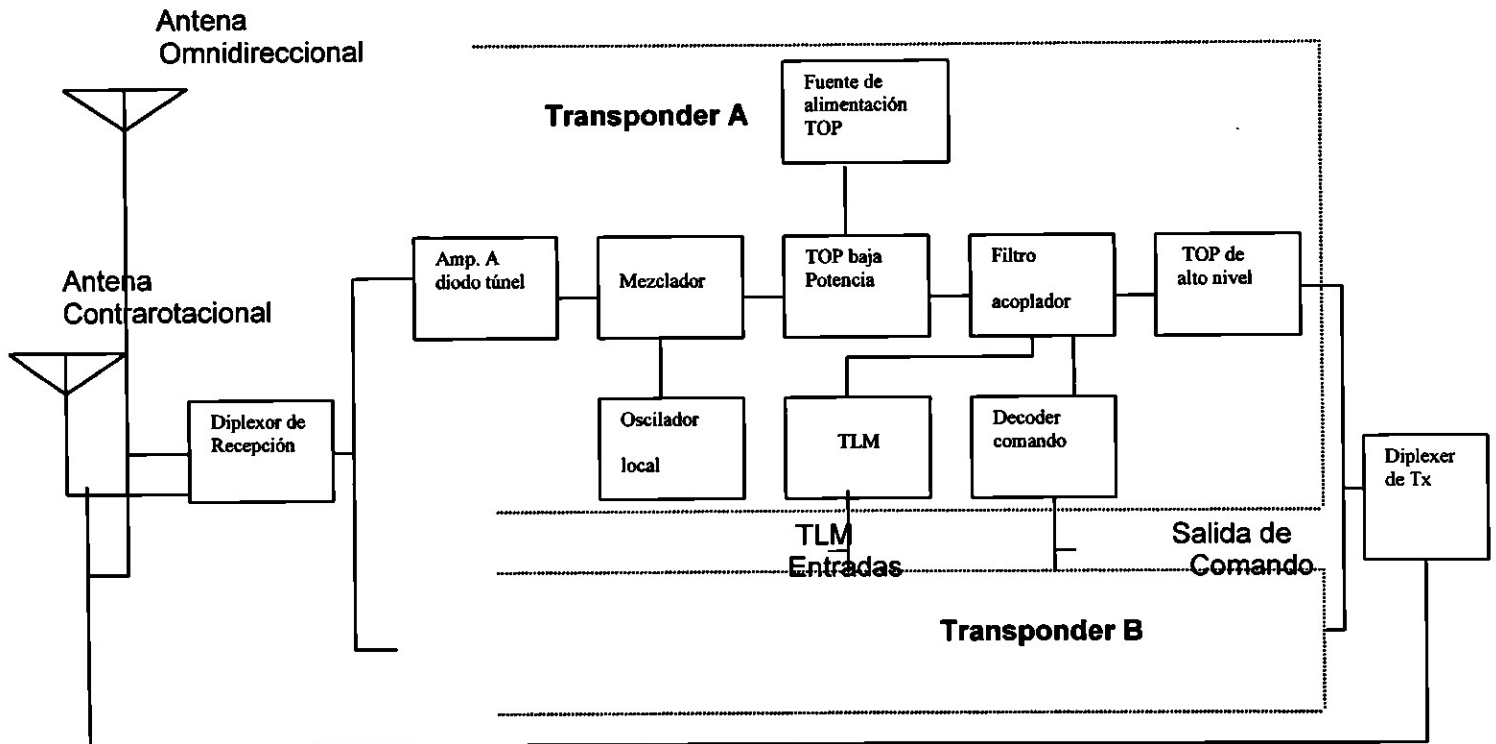
**Descendente
(down-link)**

3700 a 4200

11700 a 12200

17700 a 21200

DESCRIPCION A CUADRO DE UN SATELITE TIPICO.



ANTENA.

Las señales de comunicación enviadas desde la estación terrena en frecuencia del orden de los 6 Ghz. Son recibidas por la antena contrarrotacional (este sistema de antena permite mayor estabilidad al satélite) y pasadas al diplexor de recepción.

DIPLEXOR DE RECEPCION.

En el diplexor de recepción son separadas las diferentes bandas (o portadoras) de comunicación para ser alimentadas a su respectivo transponder o canal.

AMPLIFICADOR A DIODO TUNEL.

Siguiendo la trayectoria de la señal a través de un transponder, observamos que esta es amplificada en el amplificador a diodo túnel que tienen aproximadamente 31 dB de ganancia y una figura de ruido de 4.3dB.

Es conveniente referirnos a este amplificador como un LNA (amplificador de bajo ruido) y considerar que en la mayoría de los satélites modernos se utilizan como dispositivos activos los transistores de efecto de campo de arseniuro de galio o GaAsFET.

MEZCLADOR.

En esta parte son mezcladas las señales de 6 Ghz., para convertirlas en señales de orden de los 4 Ghz. , en esta misma parte se cuentan con filtros que eliminan las señales espurias indeseables, producto de la mezcla, permitiendo el acceso al amplificador de tubo de ondas progresivas (TWT) a las señales de comunicaciones.

En el caso de que la banda utilizada fuera la banda "Ku" el cambio de frecuencias en el mezclador es de 2300 Mhz. En cualquiera de los casos observe que la frecuencia de bajada siempre será menor que la de subida. Esto es así por el hecho de que la señal de bajada está limitada en cuanto a su potencia por la capacidad de las celdas solares que son la única fuente de energía eléctrica disponible en el satélite y considerando que a mayor frecuencia existen más pérdidas de propagación es preferible seleccionar la que tenga menores pérdidas (la de menor frecuencia) para la bajada y lograr que llegue a tierra con un mayor nivel de potencia que si se escogiera la de mayor frecuencia. En el caso de la señal de subida, el problema no es tan crítico ya que en la tierra se dispone de otras fuentes de energía para compensar las posibles pérdidas.

TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS DE BAJA POTENCIA.

Las señale de comunicación son amplificadas en esta parte del equipo.

TUBO DE ONDAS PROGRESIVAS DE ALTA POTENCIA.

Aquí las señales de comunicación son finalmente amplificadas al nivel adecuado de transmisión.

Ambos tubo de ondas progresivas pueden ser agrupados en un solo cuadro designado como HPA (amplificador de alta potencia). En algunos sistemas modernos este amplificador esta constituido de dispositivos de estado sólido.

DIPLEXER DE TRANSMISION.

Las señale de todos los transponder son combinadas para ser alimentadas a la antena de comunicaciones que se encargara de transmitir la información hacia la tierra.

PUESTA EN ORBITA DE UN SATELITE

Una de las aplicaciones de los orbitadores espaciales norteamericanos es colocar en órbita circular baja al satélite, y este por su propio esfuerzo llega hasta la órbita geoestacionaria, a 35,890 Km. El orbitador almacena al satélite en su compartimento de carga. Cada satélite, acoplado a sus propios motores de propulsión de perigeo y apogeo, se coloca sobre una mesa de giro que posteriormente será activada durante la misión, poco antes de que se deje al satélite en órbita circular. La altura de la órbita circular es de 300Km. Sobre el nivel del mar, el plano de la órbita circular de vuelo forma un ángulo de 28.5° con respecto al plano ecuatorial.

Antes de liberar al satélite, del compartimento de carga, el astronauta responsable hace una última revisión chocando cada uno de los componentes del satélite, para detectar si el satélite no sufrió daños en el ascenso, de ser así existe la posibilidad de repararlo o de regresarlo a la tierra para su restauración. Siendo esta una muy buena opción que difiere de cualquier otro tipo de lanzamiento actual.

El motor de perigeo, funciona para lograr una órbita elíptica. Una vez lograda esta órbita el motor de perigeo se elimina, y entonces cuando el satélite logra la altura de órbita geoestacionaria entra en funcionamiento el motor de apogeo, dando un nuevo impulso al satélite y cambia su velocidad y dirección, para colocarlo en la órbita geoestacionaria. Una vez logrado la órbita geoestacionaria, se prosigue a colocar al satélite en la posición precisa en donde quedar situado.

Los motores de perigeo utilizan combustible sólido. La duración de este combustible es de 80 seg. aprox., pero basta para lograr el objetivo de la puesta del satélite en órbita elíptica. Una vez terminado el combustible del motor de perigeo, y el motor y el depósito son eliminados por medio de un explosivo, quitando de esta forma la carga muerta del satélite.

¹CIRCUITOS HIPOTETICOS DE REFERENCIA.

Para establecer buen sistema de comunicación vía satélite, se requiere contar con una *Estación Terrena Transmisora*, un *Satélite de Radiocomunicaciones* y una *Estación Terrena Receptora*. Y una estación terrena receptora, integrados según la recomendación de CCIR, del "circuito hipotético de referencia".

ESTACION TERRENA TRANSMISORA



Elementos:

- Acometida de la señal a transmitir.
(Entrada de Banda Base).
- Modulador.
- Convertidor de Subida (U/C, Up-Converter)
- Amplificador de Potencia (HPA)
- Antena, lado de transmisión.

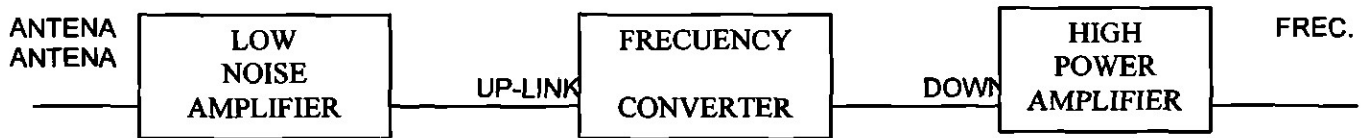
La señal de información (telefonía, televisión, información digital, etc.), es recibida por el equipo transmisor del satélite en tierra una vez, previamente es agrupadas adecuadamente mediante la multiplexion en la forma de señal de Banda Base (BB), para ser alimentada al modulador.

Este modulador opera a una frecuencia estándar de 70 Mhz llamada frecuencia intermedia (F.I.) la cual es modulada en frecuencia por la banda base. La señal de F.I. (modulada), es posteriormente elevada al rango de microondas, en el convertidor de subida para luego ser amplificada en el HPA

con la finalidad de conseguir el suficiente nivel para que la señal llague el satélite con la potencia suficiente.

La señal de microondas es alimentada a la antena la que concentra la energía dirigiendo hacia el satélite.

SATELITE DE COMUNICACIONES.

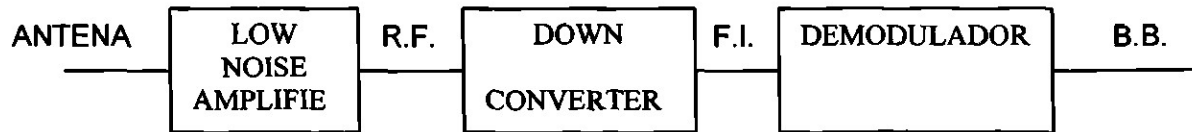


Elementos:

- Antena lado de Recepción.
- Amplificador de bajo nivel de ruido (LNA).
- Convertidor de frecuencia.
- Amplificador de Potencia.
- Antena lado de Transmisión.

Llega la señal al satélite, es captado por la antena de recepción la cual alimentada al amplificador de bajo nivel de ruido, el cual amplifica la microondas para luego, ene le convertidor se baja la secuencia, al rango de la banda "DOWN_LINK" una vez trasladada la frecuencia, la señal será amplificada en el HPA y enviada de nuevo a la tierra por la antena de transmisión. Esta en ocasiones es la misma que la de recepción.

ESTACION TERRENA RECEPTORA.



Elementos:

- Antena lado de Recepcion.
- Amplificador de bajo nivel de ruido (LNA)
- Convertidor de bajada (D/C).
- Demodulador.
- Entrega de la señal de Banda Base.

En la estación terrenas receptor las señales recogida por la antena alimentada al LNA donde se anticipa comun bajo nivel de ruido alimentada al convertidor de bajada donde la señal es convertida del rango de microondas a secuencia intermedia (70Mhz) para luego ser recuperada la información en el demodular.

La señal a la salida del demodulador es la información en la forma de B.B.

ACCESO MULTIPLE

El acceso múltiple se define como la capacidad para que un número de estaciones terrenas transmisoras conecte sus enlaces de comunicación correspondiente a través de un satélite común.

Los tres tipos más comunes de acceso múltiples son:

- **Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA)** donde todos los usuarios (Transmisores en tierra) tienen acceso al satélite al mismo tiempo pero cada uno transmite en su propia y única banda de frecuencias. Esta es la forma de acceso múltiple más utilizada con la modulación analógica, donde las señales están presentes todo el tiempo.
- **Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA)** donde los usuarios transmiten por "turno" en su propia y única ranura de tiempo. Mientras esta transmitiendo, cada ocupante tiene el uso exclusivo de uno o más transponders.

La naturaleza intermitente del TDMA lo hace particular atractivo para modulación digital.

- **Acceso Múltiple por División de Código (CDMA)** mucha estación terrestre transmiten simultáneamente señales codificada distribuida en todo el ancho de banda asignación. El sistema decodificador recibe las transmisiones combinadas provienes de diferentes estaciones y recuperan cada uno de ellos.

En cualquiera de las formas de acceso múltiple cabe otra subdivisión:

Si el acceso al satélite es permanente de parte de una estación terrena transmisora el acceso se conoce como fijo o por pre-asignación. Si el acceso es temporal y compartido se le conoce como **acceso de por Demanda**.

VENTAJAS Y DESVENTAJAS.

Ventajas de FMDA.

- No se requiere de sincronización (cada estación transmite independientemente de las otras).
- La asignación de canal es simple y directa.

Desventajas de FDMA.

- Los niveles de potencia de los enlaces ascendentes deben de ser estrechamente coordinados para hacer un uso eficaz de la potencia de salida de microondas de los transponder.
- El sistema este propenso a *intermodulación* por lo que es necesario reducir la potencia (total del transponder) conforme aumenta el número de portadoras con la consecuente pérdidas de eficiencia.

Ventajas de TDMA

- No se comparte la Potencia y no se presentan problema de intermodulación.
- El sistema es flexible en cuanto a la PIRE que cada usuario transmite en cada enlace ascendente.

Desventajas de TDMA

- Se requiere una sincronía perfecta en la red.
- Se requiere de una gran capacidad de almacenamiento si la trama es larga.

