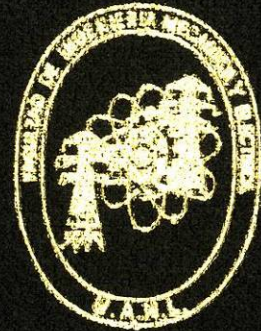


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



COMUNICACION VIA SATELITE

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION

PRESENTA

JOSE LUIS REYES RUIZ

CD. UNIVERSITARIA

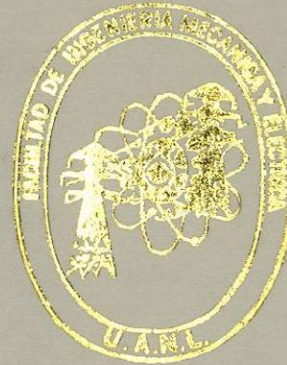
AGOSTO DE 1997

T
TK510
R49
C.1



1080086840

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



COMUNICACION VIA SATELITE

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO EN CONTROL Y COMPUTACION

PRESENTA

JOSE LUIS REYES RUIZ



CD. UNIVERSITARIA

AGOSTO DE 1997

T
TKS104
R49



INDICE

| | pag. |
|---|------|
| I.- INTRODUCCION | 2 |
| Historia | 4 |
| II.- COMUNICACION VIA SATELITE | 8 |
| Definicion | 8 |
| III.- VENTAJAS DE LA COMUNICACION VIA SATELITE | 10 |
| IV.- CLASIFICACION DE LOS SATELITES | 12 |
| V.- ENLACE DE COMUNICACIONES | 14 |
| - Circuito hipotético de referencia | 15 |
| - Estación terrena transitoria | 15 |
| - Satélite de radiocomunicaciones | 16 |
| - Estación terrena receptora | 16 |
| VI.- CARACTERISTICAS DE LA SEÑAL DE SATELITE | 20 |
| VII.- PRINCIPIOS SUBSISTEMAS DE UN SATELITE Y SUS FUNCIONES | 22 |

INTRODUCCION

La historia no registra el día en que el hombre aprendió a comunicarse, por la vista y por el oído, a través de grandes distancias. Sin embargo es indudable que ello era tan natural para el hombre primitivo como reconocer que el trueno o el relámpago anunciaba tormenta y también igualmente necesario para quien pudiera sobrevivir.

La capacidad de comunicarse con el vecino amplió el horizonte y los conocimientos del hombre. Por medio de señales se podía advertir acerca de algún peligro que se aproximara, indicar donde se podía encontrar alimento, pedir auxilio. Mientras mayor fuese la distancia a que se pudieran ver o escuchar las señales más útiles resultaban.

En su origen la palabra satélite se refería a un cuerpo que giraba en torno a un planeta, por ejemplo la luna, satélite de la tierra que gira a su alrededor desde tiempo inmemorial, la cual recibe la luz del sol que refleja en nuestro planeta. A su vez, la tierra es un satélite del sol. En la actualidad existen satélites “artificiales”, complicados equipos que giran continuamente alrededor de la tierra y que incluso, lo hacen en torno a otros planetas. Por lo general ya se omite el calificativo “artificial”.

En 1945, Arthur Clarke sugirió en una de sus publicaciones la posibilidad de colocar satélites artificiales en una órbita tal que el observador desde un punto de la superficie de la tierra parecería que no se moviesen , como si estuviesen colgados en el cielo.

La idea de Clarke era muy buena y debían cumplirse varios requisitos para que el satélite fuese en verdad fijo con respecto a la tierra, es decir, geoestacionario.

En primer lugar, el satélite debía desplazarse en el mismo sentido de rotación que la tierra, además, para que no perdiese altura poco a poco y completase una vuelta cada 24 horas, debía estar aproximadamente 36000 km. de altura sobre el nivel del mar, para lograrlo, el satélite debía tomar una velocidad constante de 3075 metros siguiendo una órbita circular alrededor de la tierra.

HISTORIA DE LAS COMUNICACIONES POR SATELITE

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 1945, el primer mensaje de voz fué transmitido por la marina de E.U., mediante el trayecto tierra-luna. En 1956 un servicio relevador lunar de la marina de E.U. fué establecido entre Washington D.C. y Hawai. El circuito operó hasta 1962, ofreciendo una comunicación de larga distancia digna de confianza limitada solamente por la "Disponibilidad de la luna en los sitios de transmisión y recepción. La potencia usada fué de 100 kw, con antenas de 26 metros de diámetro a 420 Mhz.

Un globo metalizado en dimensiones correctas y 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 algún punto sobre la tierra, desde el cual el globo es visible, obteniendo de este un sistema pasivo de comunicación por satélite.

A través de la acción conjunta de los laboratorios de telefonía Bell, la NASA y la JET Propulsion, el proyecto "ECHO" fué realizado.

Este satélite cuya forma era un globo tenía un diámetro de 30 metros y estaba cubierto de naylon con lámina de aluminio. La órbita circular tenía una altura de cerca de 1600 km. En 1960 se logró la transmisión de telefonía y T.V. gracias al sistema de F.M. en la banda de radiofrecuencias de 1Ghz y 2.5 Ghz. Mediante la cuál se investigaron las propiedades de la transmisión.

Aunque los satélites activos tienen capacidad infinita para comunicaciones de acceso múltiple, son gravemente obstaculizados por el uso ineficiente del transmisor de potencia. En el experimento “ECHO”, por ejemplo, solamente una parte en 10 de la potencia transmitida (10 kw) es regresada a la antena receptora. Puesto que la señal se ve afectada por el ruido que llega desde varias fuentes, para compensar esto, se utiliza 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 rastreo, un transmisor emisor de luz, pero en general no es necesaria electrónica complicada. Tal simplicidad, más la carencia de la electrónica espacial en los fines de los 50's hizo interesante el sistema pasivo en los primeros años de la comunicación por satélite. Ya que en corto tiempo la electrónica espacial llega a estar disponible los sistemas pasivos fueron reemplazados por sistemas activos.

El primer satélite activo de los E.U. fué el satélite transmisor “SCORE”, lanzado el 18 de noviembre de 1958. El “SCORE”, fué satélite repetidor con retardo, recibiendo señales con estaciones terrenas a 150 Mhz., el mensaje era almacenado en una cinta y después retransmitido. Los 68 kg. de carga útil fueron situados en una órbita baja con un perigeo de 182 km y un apogeo de 1048 km.

Después de indagar por primera vez en el espacio con los satélites “SPUTNIK, EXPLORER, 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 el más conocido probablemente porque fué el único capaz de retransmitir programas de T.V. a través del Atlántico. El primer “TELSTAR”, fué lanzado desde Cabo Cañaveral el 10 de Julio de 1962. Era una esfera de aproximadamente 85 cms. de diámetro y pesando 80 kg. El vehículo utilizado de lanzamiento fué un cohete Thor-Delta el cual situó al satélite en una órbita elíptica con un apogeo de 5600 km; un periodo de 2.5 hrs.

El “TELSTAR II” se construyó con mayor resistencia a la radiación, pero por lo demás fué idéntico a su predecesor, fué lanzado en 1963.

La potencia de los "TELSTAR I y II" fué 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 giro estabilizado. La capacidad de comunicación era de 600 canales telefónicos o un canal de T. V.

El "TELSTAR" fué diseñado como un experimento y no fué destinado para operación comercial. Entre otras cosas la órbita usada hizo a este visible solamente por períodos breves. Un proyecto con objetivos similares, el proyecto RELAY fué desarrollado por la Radio Corporación de América, bajo contrato con la NASA, siendo igualmente exitoso.

Los E.U. han desempeñado un papel muy importante desde el principio en cuanto se refiere al campo de la comunicación por satélite pero la URSS también lanzó en mayo de 1965 su primer satélite de comunicación, "MOLYA" de órbita elíptica con un apogeo de 39512 km. y un período de 11 horas con 38 minutos.

SATELITE

Definición: Un satélite no es más que una repetidora (en el rango de las microondas) puesta en el espacio. Un satélite no crea transmisiones por sí mismo, solo repite lo que recibe de la Tierra.

Algunas formas de comunicación previas a la comunicación vía satélite lo fueron las ondas de radio en la banda HF, el cable y las redes terrenas de microondas.

Las radiocomunicaciones por onda corta (banda HF) solo pueden proporcionar un número limitado de canales debido a la estrechez del ancho de banda utilizable. Hay que recordar que a mayor frecuencia portadora, mayor es el ancho de banda y por lo tanto mayor capacidad de información.

Los cables (sobre todo cables submarinos) tienen un ancho de banda, que aunque es amplio, es limitado y su costo va aumentando con la extensión del enlace.

En lo que respecta a los enlaces de microondas en redes por tierra, los problemas del ancho de banda (capacidad) y de la incertidumbre por la ionósfera son ampliamente superados constituyendo un medio de gran confiabilidad y capaz de manejar una gran capacidad de información (tanto en telefonía como en T.V.), sin embargo no es factible su empleo en enlaces intercontinentales por la imposibilidad de instalar repetidoras con las características que ellas exigen, en medio de los océanos. (No hay que olvidar que las microondas solo se propagan a línea de vista, es decir en línea recta).

La utilización hace factible el uso de las microondas con las ventajas inherentes a las mismas en cuanto a capacidad y confiabilidad, agregándose a esto la ventaja que significa el poder utilizar una sola repetidora para enlazar dos puntos situados a distancias considerablemente grandes en vez de una red de 30 ó 40 repetidoras. Por otra parte el satélite permite el “salto” de los océanos para lograr la comunicación intercontinental de alta capacidad.

La comunicación vía satélite surgió de la necesidad de comunicar lugares muy distantes, como por ejemplo de un continente a otro, actualmente se utiliza para comunicar lugares situados en el mismo continente y aún dentro del mismo país.

VENTAJAS DE LA COMUNICACION VIA SATELITE

1.- Simplificación del sistema. Debido a su gran altura (aproximadamente 36,000 km) se tiene línea de vista entre el satélite y cualquier estación terrena que esté dentro de su área 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 simplifica enormemente el sistema ya que el satélite sustituye a las redes de microondas con las consiguientes ventajas tanto técnicas como económicas.

2.- Mayor calidad. Debido a que cualquier proceso electrónico degrada la señal al agregar algo de ruido (aunque sea en grado mínimo), hay que 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 con un enlace utilizando una red de microondas de 30 o más repetidoras y por lo tanto 30 o más fuentes de ruido. Definitivamente la calidad de la señal en un enlace vía satélite es mucho más alta que en un enlace a través de una red de microondas.

3.- Mayor confiabilidad. A consecuencia de utilizar una sola repetidora, en vez de una red de ellas, en los enlaces vía satélite se reduce la posibilidad de fallas a una sola (el satélite), lo cual da una gran confiabilidad al sistema. Además las normas para fabricación de un satélite son tan estrictas que se tiene la seguridad de su funcionamiento durante su tiempo de vida útil.

4.- Alta capacidad (ventaja propia de las microondas). El utilizar las microondas como frecuencias portadoras nos permite disponer de un ancho de banda amplio y por lo tanto de una gran capacidad de manejo de información. En la actualidad los satélites manejan hasta 24 canales de TV simultáneamente, o su equivalente en telefonía (aproximadamente 960 canales telefónicos por cada canal de TV).

5.- Ventajas de tipo social. Por medio de los satélites se tiene acceso a lugares que por medio de otros sistemas de comunicación no se podría, como por ejemplo regiones pantanosas, bosques, islas, etc.

1.- DE ACUERDO A SU PRINCIPIO DE OPERACION.

Podemos clasificar a los satélites en pasivos y activos, de acuerdo a su principio de operación. Consideramos a un satélite como pasivo si actúa solamente como superficie reflectora y activo si se involucra un proceso electrónico en el satélite (grabación, reproducción, amplificación, cambio de frecuencia, etc.).

2.- DE ACUERDO A SU APLICACION.

Podemos clasificar a los satélites en dos grupos: civiles y militares. Dentro de los civiles podemos incluir los de comunicaciones, los meteorológicos, los de investigación, etc. Nuestro interés en este curso se centrará en los de comunicaciones.

3.- DE ACUERDO A SU ORBITA.

Por su órbita los podemos clasificar en GEOESTACIONARIOS Y NO GEOESTACIONARIOS. Un satélite geostacionario es aquel que permanece fijo con respecto a la tierra; es decir visto desde la tierra aparecería como un punto en el cielo; Un satélite no geostacionario aparecería siempre en movimiento con respecto a la tierra, un ejemplo de esto es la luna. En general podemos decir que los sistemas de comunicación vía satélite requieren de una órbita geostacionaria por las ventajas que esto implica :

a) Al permanecer fijo el satélite con respecto a la tierra no es necesario rastrear el movimiento para orientar la antena, es decir, una vez que se localiza el satélite y se orienta la antena ésta permanece fija, factor que gravita preponderantemente en el costo de la estación terrena.

b) Una vez orientada la antena se dispondrá del satélite todo el tiempo, ya que éste permanece fijo, lo que permite la continuidad del sistema las 24 horas del día condición necesaria en un buen sistema de comunicaciones.

4.- DE ACUERDO A SU COBERTURA. Clasificaremos a los satélites de acuerdo a su cobertura en globales y domésticos. Un sistema será global cuando su transmisión cubra todo el espacio sobre la superficie de la tierra, de acuerdo a la línea de vista desde el satélite. En la práctica un 40% de la superficie de la tierra desde un satélite geoestacionario. Un satélite será de cobertura doméstica cuando su transmisión cubra sólo un área específica que puede ser grande o pequeña según sean los requerimientos (por ejemplo un país).

Técnicamente la diferencia entre un satélite y otro es solamente la antena que es la que define el tipo de cobertura. En el caso de un satélite de cobertura global, por ejemplo : los INTELSAT de uso internacional, la antena comunmente utilizada es del tipo de corneta, mientras que en los de cobertura doméstica, los MORELOS por ejemplo, la antena es de tipo parábola.

Los sistemas globales son para comunicaciones internacionales e intercontinentales, mientras que los doméstica son para comunicaciones locales, (dentro del mismo país).

EL ENLACE DE COMUNICACIONES

Los satélites en general, tienen como finalidad retransmitir las señales enviadas desde la tierra (señal up-link), para retornarlas en otra banda de frecuencias (señal down-link).

Las bandas utilizadas son las siguientes :

| | BANDA C Mhz. | BANDA Ku Mhz. | BANDA Ka Mhz. |
|--------------------------------|-----------------|------------------|------------------|
| ascendente (up - link) | 5,925 a 6,425 | 14,000 a 14,500 | 27,500 a 31,000 |
| descendente (down - link) | 3,700 a 4,200 | 11,700 a 12,000 | 17,700 a 21,200 |

BANDA L alrededor de 1 Ghz.

Para evitar interferencia las frecuencias son diferentes.

Siempre la frecuencia up - link es mayor que la frecuencia down - link.

El CCIR ha recomendado un circuito hipotético de referencia de los sistemas activos de comunicación por satélite con el objeto de ofrecer la guía a los diseñadores de equipos y de sistemas para utilizarse en la red de telefonía y televisión.

Como se estipula en sus recomendaciones (REC352-1), un circuito hipotético de referencia consiste de un satélite, una estación terrena transmisora y una estación terrena receptora. Este circuito se puede considerar dividido en dos partes :

Uno se denomina, enlace ascendente (up - link) y otro enlace descendente (down - link).

Todos los satélites INTELSAT, son satélites de traslación de frecuencia que tienen la función de amplificación y traslación de frecuencia. El “Circuito Hipotético de Referencia .” está constituido de la siguiente manera :

Estación Terrena Transmisora la cual se compone de Entrada de Banda de Base (Información acomodada en un paquete para transmisión).

- Modulador
- Convertidor de Subida (U / C, up converter)
- Amplificador de potencia (HPA, high power amp.)
- Antena (lado de transmisión).

La señal de información (telefonía, televisión, información digital, etc), es recibida por el equipo transmisor de sat´lite en tierra, una vez que se ha agrupado adecuadamente mediante la multiplexión, en forma de la señal de Banda Base (BB) para ser alimentada el modulador. Este modulador opera a una frecuencia estándar de 70 de Mhz. llamada frecuencia intermedia (FI) la cuál es modulada en frecuencia por la banda base.

La señal de FI (modulada), es posteriormente elevada al rango de las microondas (ejemplo · 6 Ghz en banda C), en el convertidor de subida para luego ser amplificada en el HPA con la finalidad de conseguir el suficiente nivel para que la señal llegue al satélite con la potencia suficiente. La señal de microondas es alimentada a la antena la que concentra la energía dirigiéndola hacia el satélite.

Satélite de Radiocomunicaciones

- Antena lado de recepción
- Amplificadores de Bajo Nivel de Ruido (LNA)
- Convertidor de Frecuencia (Traslador de Banda)
- Amplificador de Potencia (HPA)
- Antena lado de transmisión

Al llegar la señal al satélite, es captada por la antena de recepción a la cual la alimenta un amplificador de bajo nivel de ruido (LNA) el que amplifica la microonda para luego, en el convertidor, bajar su frecuencia al rango de la banda C. Una vez trasladada la frecuencia, la señal será amplificada en el HPA y enviada de nuevo hacia la tierra por la antena de transmisión. Esta antena, en ocasiones, es la misma que la de recepción.

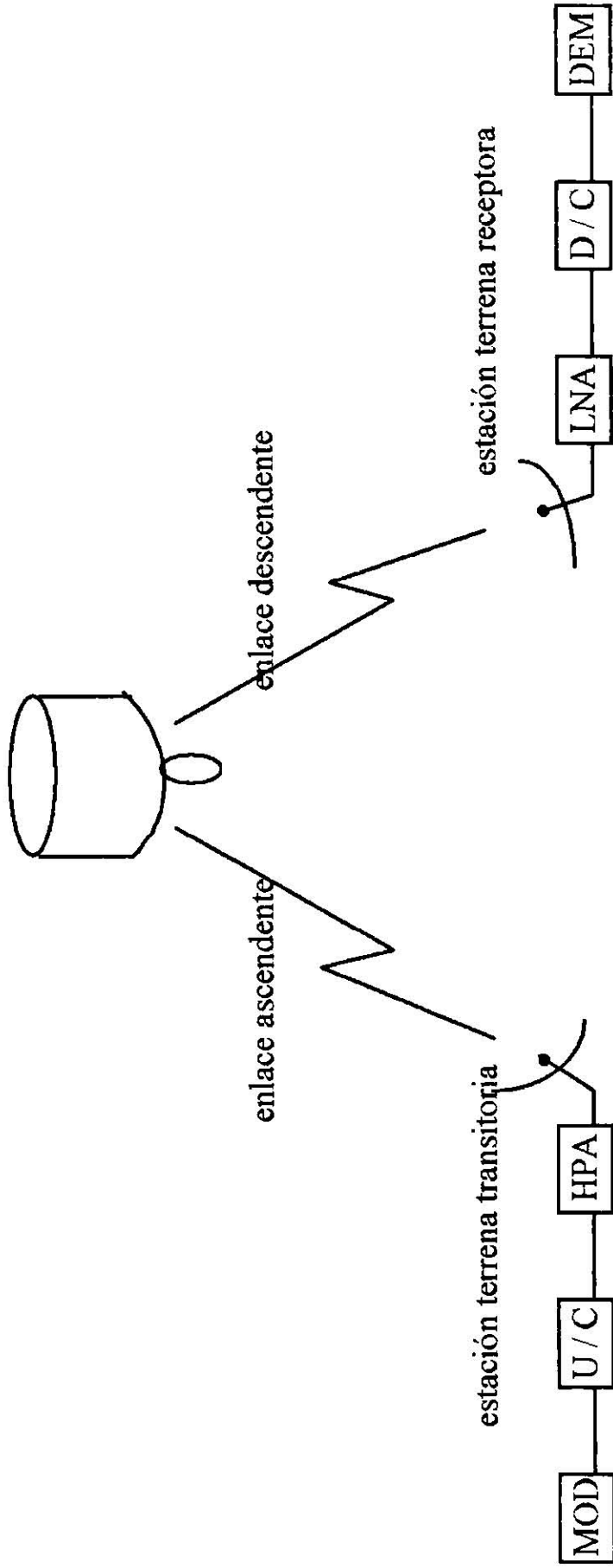
Estación Receptora

- Antena lado de recepción
- Amplificador de Bajo Nivel de Ruido
- Convertidor de Bajada (D / C down converter)

- Demodulador
- Entrega de la señal de Banda Base

En la estación terrena receptora la señal es recogida por la antena, alimentada al LNA donde se amplifica con un bajo nivel de ruido , alimentada al convertidor de bajada donde la señal es convertida del rango de microondas a frecuencia intermedia (70 Mhz.), para luego ser recuperada la información en el demodulador. La señal a la salida del demodulador es la información en la forma de Banda Base.

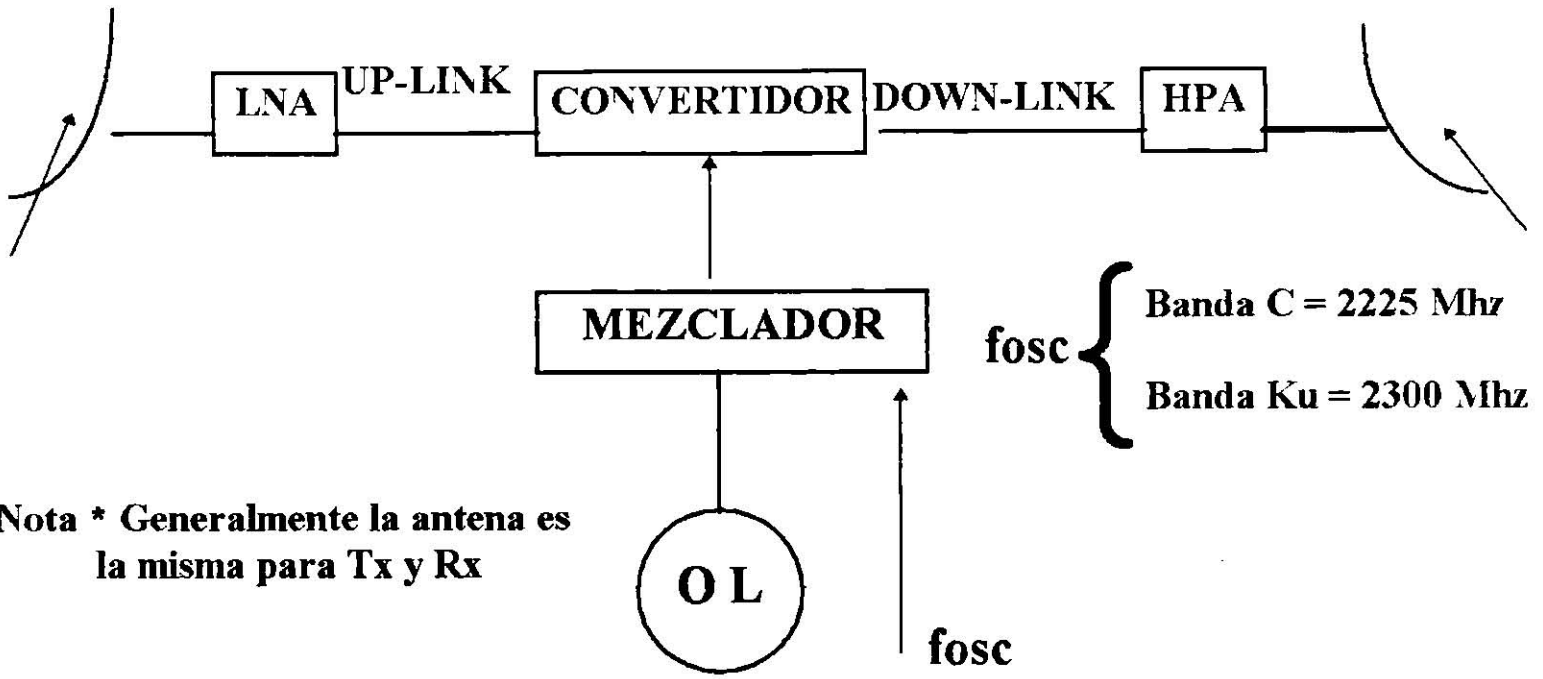
SATELITE



Circuito hipotético de referencia

fig. No. 5.1

DIAGRAMA A CUADROS DEL SATELITE



Nota * Generalmente la antena es la misma para Tx y Rx

CARACTERISTICAS DE LA SEÑAL DE SATELITE

a) **Hay línea de vista entre el satélite y la estación de tierra.** Esto significa que el satélite está en el cielo sin que haya nada entre él y la estación terrena sino unas cuantas millas de atmósfera y luego espacio.

b) **Las señales del satélite son muy estables.** Normalmente las señales terrestres de TV viajan una cierta distancia antes de llegar al receptor. Se podrá observar que en algunos días la recepción es perfecta, mientras que en otros existen interferencias o ruido. Esto sucede debido a los cambios en la atmósfera de la tierra o a los cambios en el tiempo (temperatura, humedad, etc.). Una señal de televisión “Terrestre” debe viajar a través de unas 10 millas de atmósfera para llegar al receptor. Una señal de satélite viaja a lo más a través de la atmósfera un par de millas y es prácticamente ignorada ya que los cambios en la intensidad de la señal recibida debido a los cambios de temperatura, humedad, etc; o de las condiciones atmosféricas son virtualmente inmedibles, aún con equipo altamente sofisticado.

c) **La calidad de recepción desde el satélite es excelente.** Una estación de televisión local, recibe sus programas vía una serie de estaciones repetidoras de microondas por tierra. Una estación de TV recibe su señal de la red después que ha sido recibida y relevada quizá hasta por 50 estaciones repetidoras diferentes.

El satélite es exactamente igual a esas estaciones repetidoras de microondas; excepto que mientras se requieren 50 (ó más) repetidoras a lo largo de un camino por tierra, por vía satélite sólo un repetidor es requerido (el mismo satélite).

Debido a que cualquier estación repetidora degrada la calidad de la señal ligeramente, la recepción por vía satélite, es lo más cercano a la red de TV perfecta.

d) Los satélites son sistemas de canales múltiples. Los modernos satélites operan con 12 ó 24 canales separados. Todos los satélites que nos interesan operan en la misma banda de frecuencias, sin embargo, no causan interferencias a otros satélites simplemente por las características direccionales de las antenas receptoras. Esto es cuando se apunta la antena receptora a un satélite particular se tiene acceso a todos los canales de dicho satélite. Girándola hacia la localización de otro satélite, se tiene acceso a todos los canales del nuevo satélite. El número de canales que se pueden recibir es una función del número de satélites que se pueden captar y del número de canales disponibles en operación.

Principales subsistemas de un satélite y sus funciones

| SUBSISTEMA | FUNCION |
|--|---|
| 1.- Antenas | Recibir y transmitir señales de radiofrecuencia. |
| 2.- Comunicaciones | Amplificar las señales y cambios de frecuencia. |
| 3.- Energía Eléctrica | Suministrar electricidad con los niveles adecuados de voltaje y corriente. |
| 4.- Control Térmico | Regula la temperatura del conjunto. |
| 5.- Posición y orientación | Determina la posición y orientación del satélite. |
| 6.- Propulsión | Proporcionar incrementos de velocidad y pares para corregir la posición y la orientación. |
| 7.- Rastreo, telemetría y comando | Intercambiar información con el centro de control en tierra para conservar el funcionamiento del satélite. |
| 8.- Estructural | Alojar todos los equipos y darle rigidez al conjunto. |

