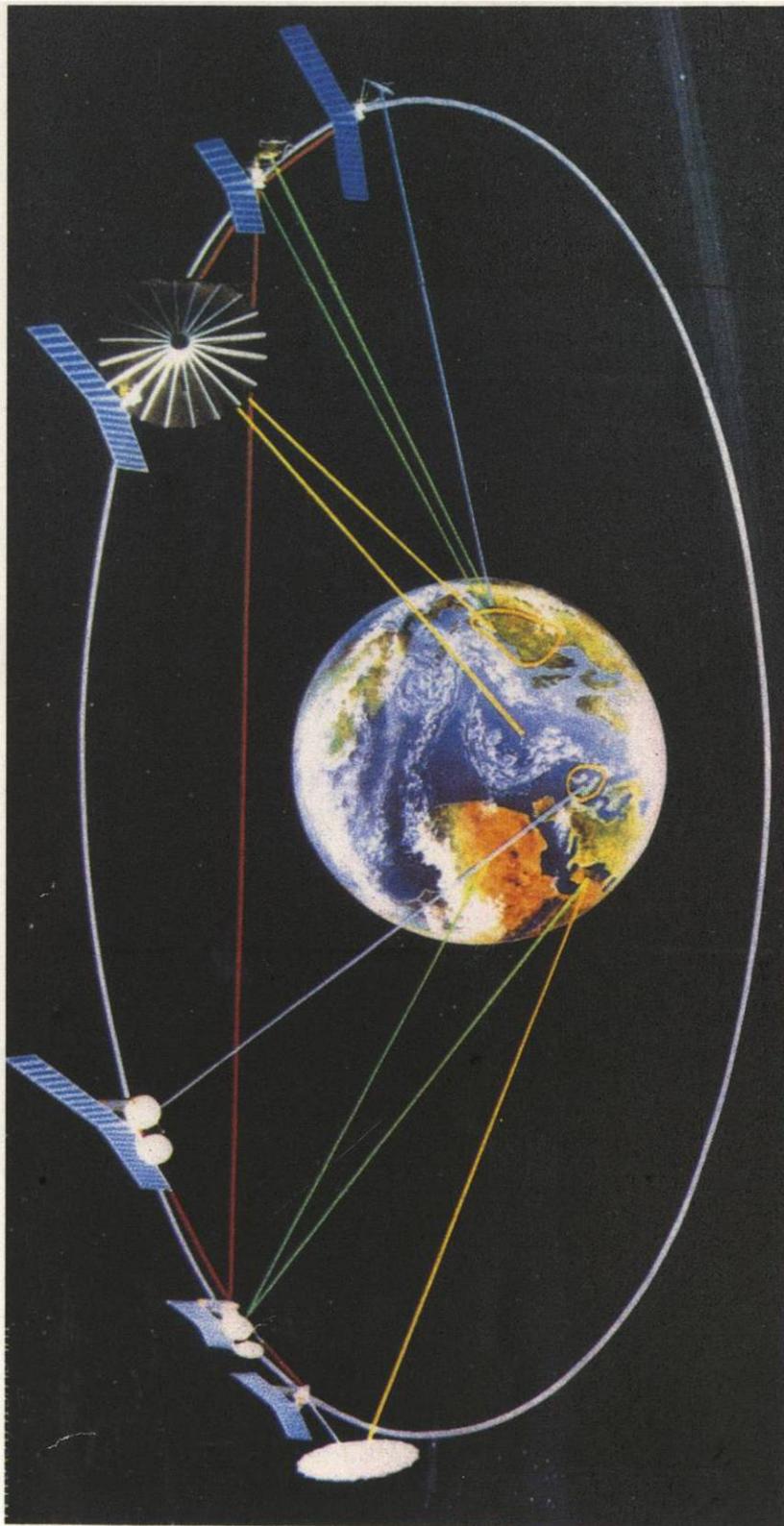


5104
94
1

T
TK51A
R494
c.1



1080087039



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

COMUNICACIÓN VÍA SATÉLITE

Catedrático: Ing. Fernando Estrada

Alumno: Gerardo Alejandro Reyes González

Ciudad Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L.; Noviembre 1996

T
TK 5104
R49



A mis padres:

Sra. Clementina González Leal

Sr. Armando Reyes González

A ellos que han sido mi guía desde el principio de mis días y que, con su amor y comprensión, han sabido guiarme por el camino de la vida.

A mis hermanos:

*Que han sabido respaldarme y brindarme
su apoyo en todas mis acciones y
proyectos.*

A mi Asesor:

Ing. Fernando Estada Sclazar

A un gran amigo y consejero que sin su ayuda no hubiera sido posible la elaboración de mi meta más deseada.

ÍNDICE

	Página
Introducción	
I. Historia de los Satélites	1
II. Características de los Satélites.....	3
III. Algunas Ventajas de los Satélites	3
IV. Órbita Geoestacionario o Cinturón de Clarke	5
V. Traslado a Órbita Geoestacionaria	7
VI. Transportado por Cohete.....	8
VII. Sistema de Transportación Espacial	10
VIII. El Orbitador	11
IX. Nuevo Hogar del Satélite	13
X. Fuerzas Externas sobre el Satélite	15
XI. Clasificación de los Satélites.....	17
XII. Distintas Formas de Comunicación	18
Acceso Múltiple por División de Frecuencia.....	18
Acceso Múltiple por División de Tiempo	20
Acceso Múltiple por Diferenciación de Código.....	21
Acceso Múltiple por División de Tiempo con	
Conmutación en el Satélite.....	23
Ventajas y Desventajas de FDMA y TDMA.....	24
XIII. Servicios de Comunicación	25

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las comunicaciones se han convertido en uno de los elementos principales para el desarrollo integral de cualquier sociedad, en que día a día evoluciona cada vez más.

Satélite

Definición: Las comunicaciones por medio de satélites artificiales en la actualidad han alcanzado una gran importancia en el desarrollo de telecomunicaciones internacionales.

Los satélites artificiales son utilizados en la actualidad con la introducción de antenas más pequeñas para servicios de recepción directa a televisión, terminales móviles para comunicaciones marítimas, aeronáuticas y terrestres. También se utilizan hoy en día para la percepción remota de la superficie terrestre y el medio ambiente de la Tierra.

Todas estas aplicaciones de las comunicaciones por satélites artificiales se han hecho posibles gracias al avance de la tecnología.

Los satélites artificiales funcionan bajo el mismo principio, su órbita alrededor de la Tierra. Todos necesitan una buena cantidad de celdas solares, antenas para transmitir su información y también para recibir instrucciones o cualquier otro tipo de señales, así como medios de propulsión para corregir su órbita en caso de que se salga de ella.

I. HISTORIA DE LOS SATÉLITES

A finales de los años cincuenta, Estados Unidos y la Unión Soviética comenzaron el desarrollo de los satélites y de los vehículos de lanzamiento necesarios para colocarlos en órbita. De esta manera, el 4 de octubre de 1957 la URSS logró lanzar al espacio el satélite Sputnik I. El objetivo de este primer satélite era determinar los parámetros de las capas superiores de la atmósfera y de la ionósfera. Su forma era esférica y su órbita elíptica. Este artefacto era capaz de lograr 15 revoluciones completas alrededor de la tierra en tan sólo 24 horas, a una velocidad aproximada de 8 Km/seg. Como cuerpo espacial dio un total de 1,400 vueltas alrededor de nuestro planeta en 92 días.

Para no quedarse al margen de esta aventura especial, Estados Unidos de América lanzó el satélite Explorer en enero de 1958 y, poco tiempo después en diciembre de ese mismo año, puso en órbita el primer satélite de comunicación activo del mundo, el Score, para servicios de la Fuerza Armada de ese país.

Después de varios años de investigación, el reto era incrementar la altura de los satélites aproximadamente a 36,000 kilómetros de la Tierra, donde el periodo de rotación alrededor de nuestro planeta fuera de 24 horas. Así, cuando el satélite se localizara sobre el plano del Ecuador, su rotación sería geosíncrona, es decir, a la par de la Tierra. El primer satélite geosíncrono o geoestacionario fue el Syncomm II, lanzado en 1963, el cual transmitió durante los Juegos Olímpicos de Tokio en 1964.

Las comunicaciones comerciales por satélite comenzaron oficialmente en 1965, cuando se lanzó el famoso INTELSAT I (Pájaro Madrugador). Tenía un circuito de voz equivalente a 240 canales de voz o uno de televisión, y proporcionaba servicios entre

Europa y Norteamérica, únicamente.

México, por su parte, incursiona en la era de la telecomunicaciones en 1957, con el programa experimental de cohetes, lanzado en 1959 el cohete SCT I, que alcanzó una altura de 4 mil metros. Fue, sin embargo, hasta 1980 que nuestro país planteó la necesidad de establecer un sistema de satélites nacionales para cubrir las comunicaciones regionales que en ese momento se presentaban. En 1981 se presentó formalmente el proyecto, el cual culminó finalmente en 1985, con el lanzamiento que puesta en marcha del primer sistema de satélites de comunicaciones mexicanos, denominados Morelos I y Morelos II.

La segunda generación de satélites mexicanos fueron programados para sustituir a los satélites Morelos, cuya vida útil terminó en 1993 para el primer satélite y para 1998 termina el del segundo. El Solidaridad I fue lanzado el 20 de noviembre de 1993 y el Solidaridad II el 7 de octubre de 1994. Con estos lanzamientos México se pone la vanguardia en tecnología en materia de telecomunicaciones cuyos servicios se entenderán a la mayor parte de los países latinoamericanos.

Hoy en día, la mayor parte de los países del mundo cuentan con sistemas satelitales propios y otros rentan capacidad a grandes consorcios multinacionales como INTELSAT, que posee y explota el sistema mundial de telecomunicaciones por satélite empleado por 180 países miembros y no miembros para comunicaciones internacionales y domésticas. Este consorcio está integrado por 125 países miembros de todo el mundo.

En la actualidad, se encuentran en órbita geoestacionaria 345 satélites de comunicación aproximadamente; en los cuales se incluyen los satélites mexicanos.

II. CARACTERÍSTICAS DE LOS SATÉLITES

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, sólo retransmite o releva lo que recibe de la Tierra. El satélite recibe la señal proveniente de la Tierra en la banda llamada *up-link* y la regresa a la banda *down-link* produciéndose un retardo de aproximadamente 0.26 segundos.

Hay que recordar, que *a mayor frecuencia portadora se dispone de un mayor ancho de banda* y por lo tanto de mayor capacidad. Sin embargo no es factible se emplee en enlaces intercontinentales por la imposibilidad de instalar repetidoras con las características que ellas exigen, en medio de los océanos (No olvidemos que las microondas sólo se propagan a línea de vista, es decir, en línea recta).

La utilización del satélite hace factible el uso de la microondas con la ventaja de poder utilizar una sola repetidora para enlazar dos puntos situados a distancias considerablemente grandes en vez de una red de 30 o más repetidoras. Por otra parte el satélite permite el "salto" de los océanos para lograr la comunicación intercontinental de alta capacidad.

III. ALGUNAS VENTAJAS DE LOS SATÉLITES

- **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 cubrirá prácticamente el 40% de la superficie de la tierra con un solo satélite.

- **Mayor Calidad.** 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, comparando 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 un enlace a través de una red de microondas.
- **Mayor Confiabilidad.** Otra consecuencia del hecho de utilizar una sola repetidora, en vez de una red de ellas en los enlaces vía satélite es la reducción de la posibilidad de fallas a una sola (el satélite). Además hay que considerar las normas más estrictas que controlan la fabricación del satélite, lo que permite la seguridad de su funcionamiento durante su tiempo de vida útil.
- **Ventaja Propia de las Microondas.** Los satélites actuales tienen la capacidad para manejar hasta 24 canales de TV simultáneamente o su equivalente en telefonía (aproximadamente 960 telefónicos por cada canal de TV) por cada banda que disponga (C y/o Ku).
- **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, éste es el caso de regiones pantanosas, bosques, islas, etc.

IV. ÓRBITA GEOESTACIONARIA O CINTURÓN DE CLARKE

En 1945, Arthur C. Clarke sugirió en una de sus publicaciones la posibilidad de colocar satélites artificiales en una órbita tal que al observarlos desde un punto sobre la superficie de la Tierra parecería que no se moviesen, como si estuviesen colgados en el cielo. Los satélites no cambiarían aparentemente de posición. Su operación se simplificaría y el costo de los equipos terrestres se reduciría. Además casi la totalidad del mundo habitado se podría intercomunicar por radio con sólo tres satélites colocados en esa órbita tan especial (Fig. 1). La Tierra gira sobre su propio eje, completando una vuelta cada 24 horas; si se coloca a un satélite de tal forma que gire circularmente alrededor de ella en un plano imaginario que la atraviese por el círculo ecuatorial, y si el satélite también completa una vuelta en 24 horas, entonces, para un observador sobre un punto fijo de la Tierra, se produce la ilusión de que el satélite no se mueve.

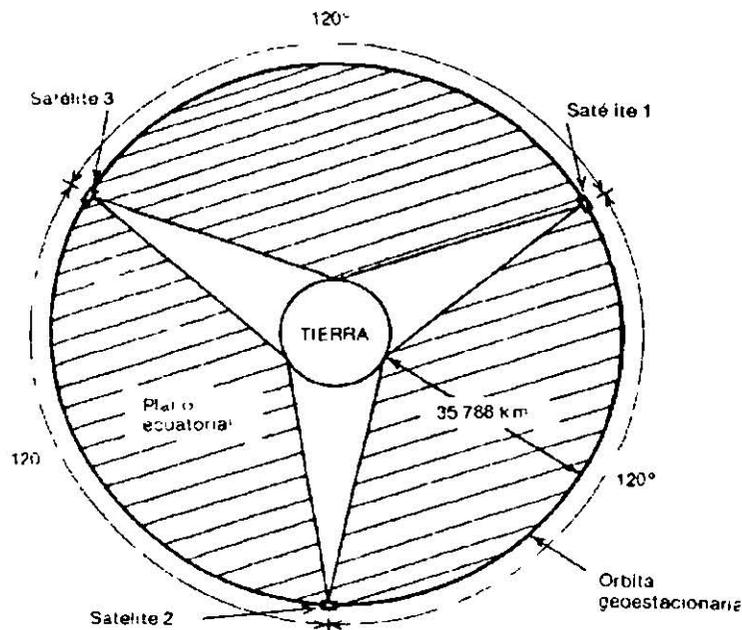


Figura 1. Clarke indicó que con solamente tres satélites en órbita geoestacionaria sería posible intercomunicar por radio a casi la totalidad del mundo habitado.

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 a aproximadamente 36,000 km de altura sobre el nivel del mar; para lograrlo, el satélite debía tener una velocidad constante de 3,075 m/s, siguiendo una órbita circular alrededor de la Tierra (Fig. 2).

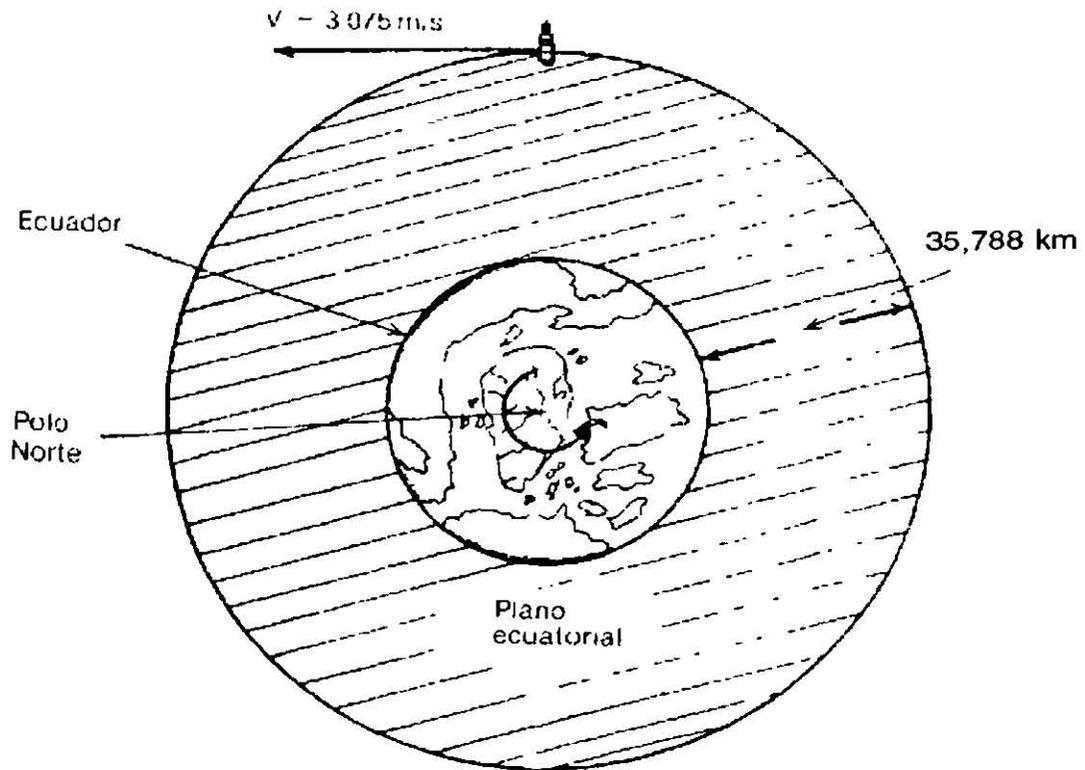


Figura 2. Los satélites geoestacionarios giran alrededor de la Tierra sobre el plano ecuatorial, completando una vuelta en 24 horas.

Cabe mencionar que en aquel entonces todavía no se lanzaba ni siguiera el primer satélite artificial de la Tierra. Pero llegó el día en que la era espacial se inició, en 1957, con el lanzamiento del Sputnik 1, y después de varias pruebas con algunos otros satélites en esos primeros años, al fin se colocó en órbita el primer satélite geoestacionario del mundo, llamado SYNCOM.

La órbita en cuestión recibe el nombre de **órbita geoestacionaria**, pero con frecuencia muchos autores e investigadores también se refieren a ella como el **Cinturón de Clarke**. En ella se encuentran satélites de apariencia física y aplicación muy diversas: meteorológico, militares, experimentales y de comunicaciones.

V. TRASLADO A ÓRBITA GEOESTACIONARIA

Datan del siglo XVII hacen posible que el hombre actual lance al espacio vehículos de carga (cohetes o lanzadores) con satélites artificiales en su interior, y que estos últimos conserven su posición orbital en el espacio una vez que han llegado ahí.

El número de tipos de órbita en los que un satélite se puede colocar alrededor de la Tierra es infinito, la más codiciada y utilizada de las órbitas posibles es la geoestacionaria. Para llevar a un satélite a esa órbita tan especial existen tres procedimientos distintos.

VI. TRANSPORTADO POR COHETE

Inyección directa en órbita geoestacionaria

El satélite es transportado por un cohete de varias etapas hasta el cinturón de Clarke. La inyección directa en órbita geoestacionaria es muy costosa y sólo se utiliza para lanzar satélites militares; como el satélite no realiza esfuerzos propios, no lleva motores acoplados directamente a él, la probabilidad de que llegue a su destino en buenas condiciones aumenta.

Inyección inicial en órbita elíptica

En este procedimiento las etapas del sistema lanzador colocan al satélite en una órbita elíptica de gran excentricidad en la que el centro de la Tierra es uno de los dos focos. Una vez ahí, el satélite se separa del cohete y da una o varias vueltas en esa órbita, llamada de **transferencia geosíncrona**.

El perigeo de la órbita de transferencia geosíncrona está normalmente a una altura aproximada de 200 km sobre el nivel del mar y su apogeo cerca de los 35, 788 km. que es la altura final en la que el satélite debe quedar para funcionar. El paso siguiente es circularizar la órbita y para ello el satélite lleva acoplado un motor que se enciende precisamente en el punto de apogeo de la última vuelta elíptica que se haya programado. Al encenderse el motor de apogeo el satélite recibe un incremento sustancial de velocidad y su órbita cambia, pasando de la elíptica de transferencia geosíncrona a la circular geoestacionaria (Fig. 3).

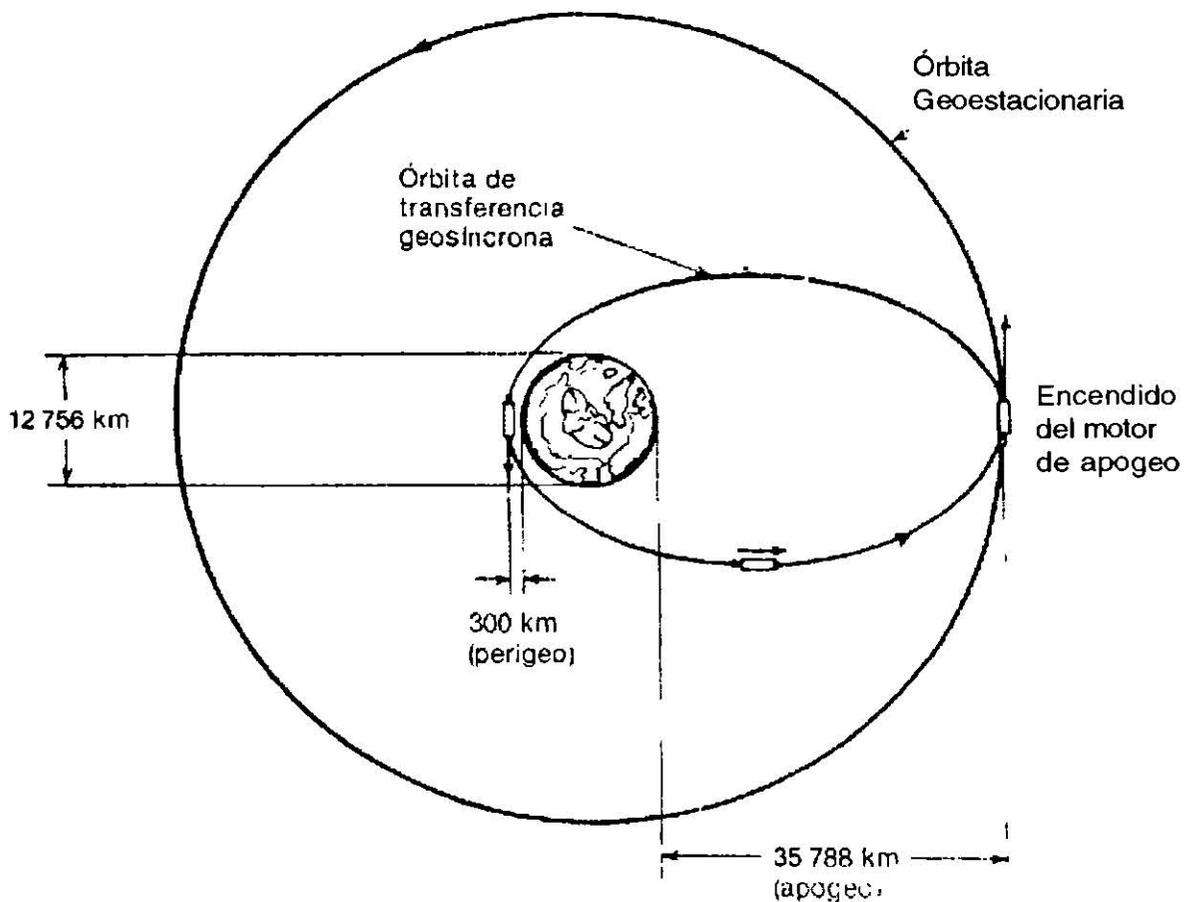


Figura 3. El satélite se pone primero en una órbita elíptica de transferencia geosíncrona y después de varias vueltas, en uno de los apogeos se enciende un motor que circulariza la órbita, quedando así el satélite en órbita geoestacionaria.

VII. SISTEMA DE TRANSPORTACIÓN ESPACIAL

Inyección inicial en órbita circular baja

Ésta es la técnica empleada por el Sistema de Transportación Espacial de la NASA de EE.UU., mejor conocido como **orbitador**. El orbitador despegando llevando al satélite en su compartimiento de carga y entra en órbita alrededor de la Tierra siguiendo una trayectoria circular, a una altura aproximada de 300 km sobre el nivel del mar (Fig. 4). En una de las muchas vueltas que da la nave, el satélite es liberado o arrojado del compartimiento de carga, quedando de esta forma también en órbita circular baja alrededor de la Tierra. La separación se efectúa cuando la nave va cruzando el plano del ecuador, y cuarenta y cinco minutos más tarde cuando el satélite vuelve a cruzar el plano del ecuador, su **motor de perigeo** se enciende. Éste le da un empuje tal que modifica su órbita, cambiándola de circular baja o de **estacionamiento** a una elíptica.

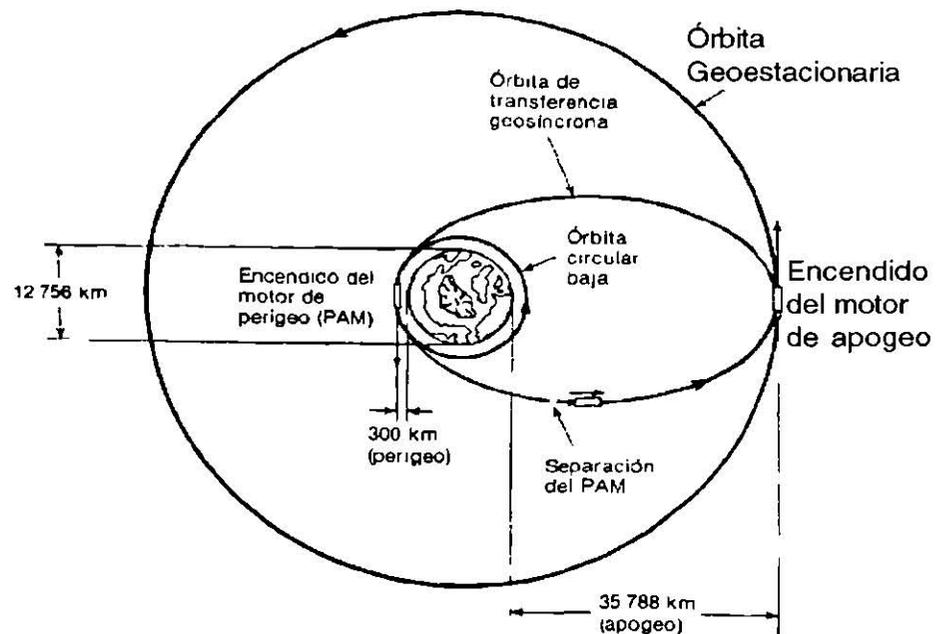


Figura 4. Los orbitadores de la NASA colocan al satélite en una órbita circular.

Más adelante y en el momento preciso, un **motor de apogeo** acoplado al cuerpo del satélite se enciende para circularizar la órbita con su altura final.

VIII. EL ORBITADOR

Una de las varias aplicaciones de los orbitadores norteamericanos es colocar satélites en órbita circular baja. El compartimiento de carga o bodega de un orbitador tiene 18.3 m de largo y 4.6 m de diámetro, y en él se pueden colocar uno o varios satélites, dependiendo de las dimensiones y peso que cada uno de ellos tenga. 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 baja.

Antes de liberar o soltar al satélite del compartimiento de carga, el astronauta responsable de hacerlo debe utilizar una de las computadoras y una pantalla fosforescente para verificar que todos los elementos que forman al satélite se encuentren en buenas condiciones. Se revisa su estado de salud. Ésta es una gran ventaja que presentan los orbitadores porque durante el ascenso alguna parte del satélite se haya dañado, aún se tiene la alternativa de tratar de repararlo, o bien de traerlo de regreso a la Tierra.

Se activa la mesa de giro sobre la que va colocado el satélite, hasta que alcanza una velocidad angular de 50 revoluciones o vueltas por minuto, y en el momento en que el orbitador intersecta al plano ecuatorial los resortes empujan al satélite hacia afuera, actuando como si fueran una catapulta. El satélite se ha separado del orbitador, girando como un trompo, lo cual le da estabilidad giroscópica.

La siguiente etapa debe ser pasar al satélite de su órbita circular baja a una órbita elíptica muy alargada cuyo perigeo esté a la altura de la órbita circular baja y su apogeo, en este caso la geoestacionaria.

Se necesita contar con un sistema propio de propulsión. El más común se conoce como PAM. Se trata básicamente de un motor de perigeo desechable que va acoplado a la parte inferior del satélite (Fig. 5). Este módulo debe ser capaz de empujar al satélite para que éste tome la inercia suficiente y alcance la altura final del apogeo de la órbita elíptica de transferencia.

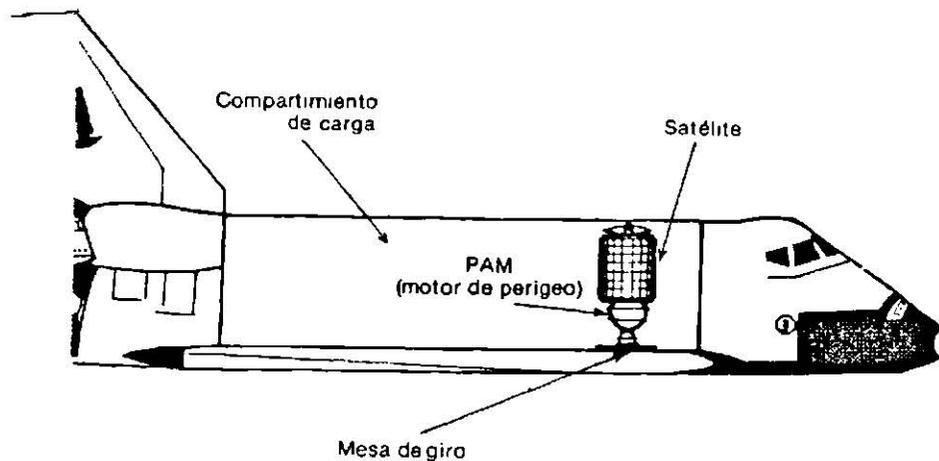


Figura 5. Configuración de un satélite almacenado en el compartimento de un orbitador.

Cuando el orbitador atravesaba el plano ecuatorial, el satélite vuelve a cruzar dicho plano. El módulo de asistencia se enciende en forma automática e impulsa rápidamente al satélite, colocándolo en la órbita elíptica deseada. El encendido del motor debe durar aproximadamente 80 segundos en forma ininterrumpida.

A los 80 o poco más segundos después del encendido, el combustible del motor se termina, y para eliminar esta carga muerta, un sistema de explosivos separa al PAM del cuerpo del satélite. Continúa ascendiendo por sí solo hasta alcanzar el apogeo e iniciar después su descenso hacia su perigeo (Fig. 4). A continuación se rastrea al satélite para determinar sus condiciones físicas y orientarlo antes de iniciar el tercero y último paso, que consiste en dar la orden a control remoto para que se encienda otro motor más pequeño, que forma parte del satélite. éste es el motor de apogeo, que le da un nuevo impulso para cambiar su velocidad y su dirección y colocarlo en órbita geoestacionaria.

IX. NUEVO HOGAR DEL SATÉLITE

Es la sección del arco ecuatorial comprendida por las longitudes geográficas de México, EE.UU. y Canadá. El satélite necesita ayuda para resolver todos los contratiempos, y tener asimismo cierta flexibilidad de movimiento limitado; nunca se le puede decir “no te muevas ya”, como por arte de magia, pues las fuerzas externas se encargarán de volver a moverlo. A través del subsistema de propulsión del satélite, es posible ayudarle a corregir su orientación y posición, enviándole comandos a control remoto en forma periódica.

En la Figura 6 se muestran las dimensiones de una gigantesca caja imaginaria en cuyo centro estaría colocado el satélite en el espacio.

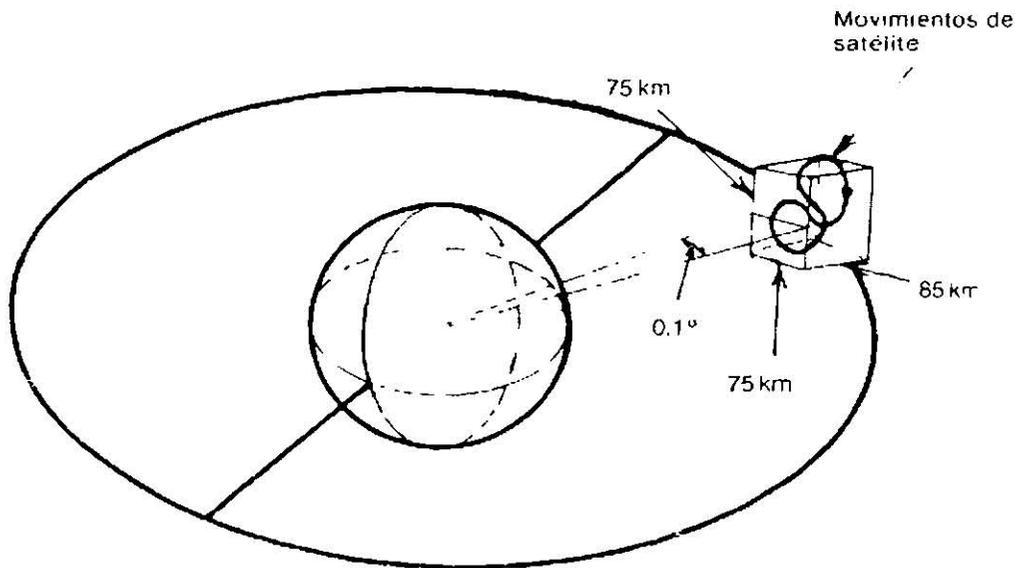


Figura 6. Siempre y cuando el satélite no se salga de esta gran caja imaginaria no hay ningún problema.

Cada vez que el subsistema de propulsión se activa para corregir la posición y orientación del satélite se consume combustible, y poco a poco los tanques de almacenamiento se van vaciando. Cuando ya no hay combustible en los tanques de almacenamiento, después de varios años de haber realizado gran número de maniobras correctivas simplemente no es posible mantener al satélite dentro de la caja imaginaria y se corre el grave riesgo de causarle interferencia a otros sistemas. La única solución es apagar el satélite, concediéndole su jubilación.

X. FUERZAS EXTERNAS SOBRE EL SATÉLITE

La fuerza que más le afecta es el campo gravitacional de la Tierra. Este campo no es esféricamente uniforme, pues la distribución de la masa del planeta no es homogénea. La intensidad del campo gravitacional no es exactamente igual sobre un punto en el sur del Océano Pacífico que sobre un punto en el Continente Africano.

La no uniformidad del campo gravitacional de la Tierra, combinada con el hecho de que la estructura del satélite tampoco tiene una masa homogénea produce un par gravitacional. Este par o fuerza hace que el satélite gire alrededor de su centro de masa. Dicho cambio de velocidad o aceleración provoca a su vez que el satélite cambie de posición en longitud, que se mueva a la derecha o a la izquierda (oeste o este) sobre el arco geostacionario dentro de la caja imaginaria.

El campo gravitacional de la Tierra es la fuerza de mayor influencia sobre la posición y orientación del satélite, pero la Luna también ejerce una ligera fuerza gravitacional perturbadora. Su efecto comparativo es mínimo, al igual que en el caso de la fuerza gravitacional perturbadora del Sol. La combinación de estas fuerzas produce un movimiento del satélite perpendicular al plano ecuatorial, hacia arriba o hacia abajo (norte o sur) dentro de la caja imaginaria. Esto origina una inclinación de su plano orbital de operación con respecto al plano ecuatorial. Tal inclinación indeseable entre ambos planos es del orden el 1° por año; un 30% de esta inclinación se debe al efecto del Sol y un 70% al de la Luna.

Otra fuerza que también produce cambios en la posición y orientación del satélite es la presión de la radiación solar. Esta fuerza acelera al satélite, y su efecto es mayor en satélites que tienen sus arreglos solares montados sobre paneles

desplegables o que sobre satélites de configuración cilíndrica puesto que en el primer caso la superficie total expuesta a la presión de la radiación solar es mucho mayor.

El campo magnético de la Tierra también produce un par o fuerza perturbadora sobre el satélite. Existen, además, otras cuya aparición y efecto son impredecibles, producidas por el impacto de meteoritos.

El simple movimiento en sus antenas, sus arreglos solares o el combustible produce pares o fuerzas que afectan al satélite. La misma radiación radioelétrica de las antenas del satélite produce una presión.

El nuevo hogar del satélite es muy inestable, y por ello su subsistema de propulsión es sumamente importante para mantenerlo dentro de su caja imaginaria. A continuación se mencionan otros, que también pueden alterar su funcionamiento correcto, como son la radiación solar, las partículas cósmicas y los eclipses.

Las celdas solares trabajan con mayor eficiencia entre 100°C y $+50^{\circ}\text{C}$, las baterías solamente entre 0°C y $+20^{\circ}\text{C}$, y los tanques de combustible deben estar entre $+10^{\circ}\text{C}$ y $+50^{\circ}\text{C}$; el equipo electrónico y los sensores infrarrojos también requieren rangos específicos de temperatura para funcionar bien.

La principal fuente de radiación externa es el Sol, y aún cuando causa algunos problemas para conservar el balance térmico en el satélite sin él no sería posible generar electricidad a través de las celdas solares. En el interior del satélite, la transferencia de calor se lleva a cabo por conducción y en el espacio por radiación. En cuanto a la contribución térmica de la Tierra, ésta consiste en radiación infrarroja emitida por ella misma.

Cuando ocurre un eclipse, el satélite no solamente se enfría muchísimo al interponerse la Tierra ente él y el Sol, sino que además no puede transformar energía solar en electricidad. Esta fuente de respaldo está constituida por varias baterías que formas parte del satélite y gracias a ellas el servicio no se interrumpe durante un eclipse o la noche terrestre

XII. CLASIFICACIÓN DE LOS SATÉLITES

- 1. De Acuerdo a su Principio de Operación.** Podemos clasificar a los satélites en pasivos y activos, de acuerdo a su principio de operación. Consideremos a un satélite como pasivo se actúa solamente como superficie reflectora y activo si se involucra en un proceso electrónico en el satélite (grabación, reproducción, amplificación, cambio de frecuencia, etc.)
- 2. De Acuerdo a su Aplicación.** 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.
- 3. De Acuerdo a su Órbita.** Por su órbita los podemos clasificar en **Geoestacionarios y No Geoestacionarios**. Un satélite geoestacionario es aquél que permanece fijo con respecto a la Tierra, es decir, visto desde la Tierra aparecerá como un punto fijo en el cielo. Un satélite no geoestacionario aparecería siempre en movimiento con respecto a la Tierra, un ejemplo de esto es la Luna.
Al permanecer fijo el satélite con respecto a la Tierra no es necesario rastrear el movimiento para orientar la antena. Una vez que se localiza el satélite y se

orienta la antena ésta permanece fija. Una vez orientada la antena se dispondrá del satélite todo el tiempo, 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 Tierra. En la práctica un 40% de la superficie de la Tierra es "vista" 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. Un tipo de satélite con cobertura intermedia entre la global y la doméstica es decir los "regionales" cuyo objetivo es cubrir varias zonas específicas, por ejemplo varios países o alguna región de ellos pero sin intentar cubrir toda el área que cubre un global.

XII. DISTINTAS FORMAS DE COMUNICACIÓN

Acceso múltiple por división en frecuencia

Ya se ha visto que el ancho de banda total de 500 MHz de un satélite se divide en varios transpondedores, y que una forma usual de hacerlo es con ranuras de 36 MHz.

Supóngase que la gran ciudad se designa por la letra A, la de tamaño medio por B, y la población rural por C. Es evidente que, si las tres transmiten al mismo tiempo, deben hacerlo con frecuencias portadoras diferentes para que no haya interferencia.

Si la suma de los anchos de banda que requieren las tres estaciones individualmente da un total cercano a los 36 MHz, entonces las tres ocuparán simultáneamente el mismo transpondedor del satélite, separadas por bandas de guarda, como se ilustra en la Figura 7. Esta forma de uso simultáneo del transpondedor por varias estaciones terrenas, estén o no situadas en la misma ciudad, recibe el nombre de acceso múltiple por división en frecuencia o FDMA.

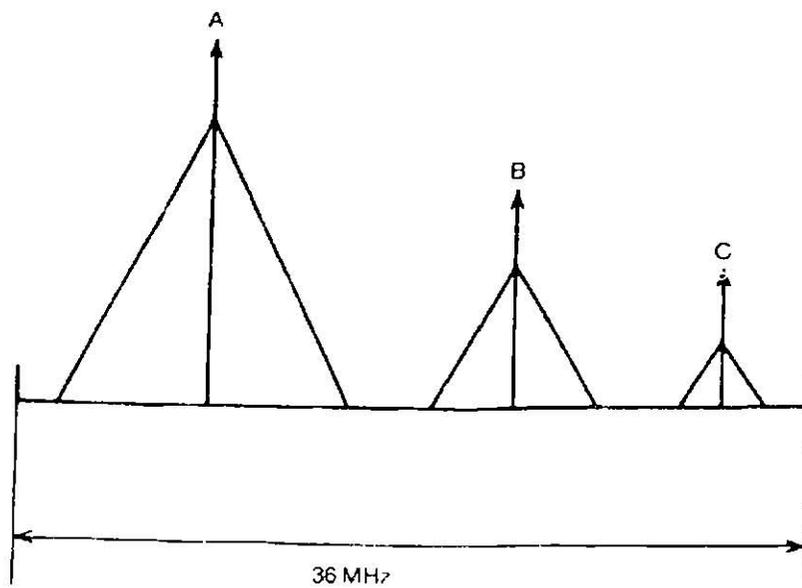


Figura 7. Ocupación de un transpondedor de 36 MHz con acceso múltiple por división de frecuencia cada señal proviene de una población diferente y tiene su propia frecuencia portadora asignada.

La capacidad de ese transpondedor no se estaría aprovechando con eficiencia si se emplease la técnica anterior, la alternativa se denomina acceso múltiple por división en frecuencia con **asignación por demanda** o **DAMA**.

La técnica de acceso múltiple DAMA permite aprovechar al máximo las ranuras de frecuencia y la potencia del satélite cuando el tráfico que genera cada estación es

esporádico, las ranuras se asignan a las estaciones terrenas durante el tiempo que las necesitan. En el momento en que alguna deja de transmitir, esa ranura se libera y queda disponible para cualquiera otra de las estaciones del sistema que la solicite temporalmente.

Acceso múltiple por división en el tiempo

El **acceso múltiple por división en el tiempo o TDMA** es una técnica totalmente digital mediante la cual varias estaciones terrenas acceden u ocupan un transpondedor o parte de él. En esta nueva técnica 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; es decir, cada estación tiene asignado un tiempo T para transmitir lo que guste dentro de la ranura, y cuando su tiempo se agota debe dejar de transmitir para que lo hagan las estaciones que le siguen en la secuencia, hasta que le toque nuevamente su turno.

Estos tiempos asignados pueden ser fijos por estación, en cuyo caso se tiene acceso múltiple por división en el tiempo con asignación fija (Fig.8).

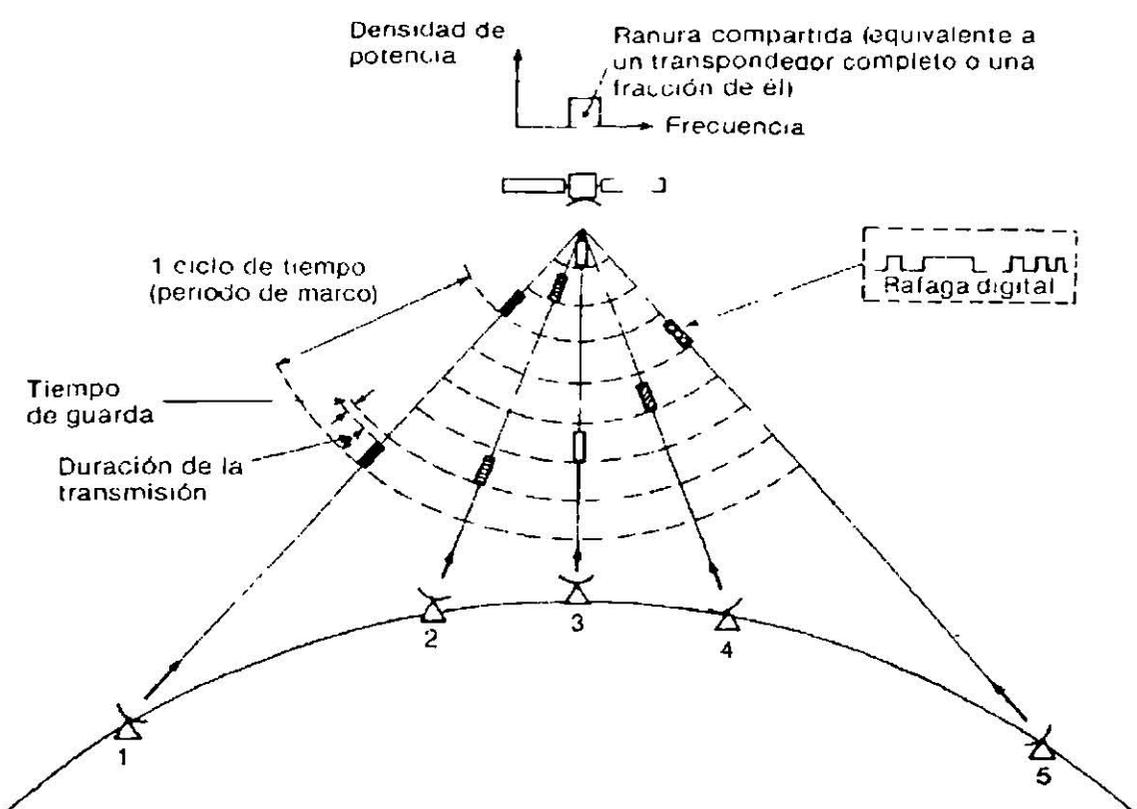


Figura 8. Red de cinco estaciones terrenas que comparten una misma ranura de frecuencias en un transpondedor mediante acceso múltiple por división en el tiempo con asignación fija..

La modalidad de TDMA que se utiliza más en la práctica es la de ocupación del transpondedor completo por la portadora modulada; como sólo hay una portadora presente en cada instante dentro del amplificador de potencia de transpondedor, no hay ruido de intermodulación y se puede aprovechar al máximo la potencia de salida, beneficiándose de esta forma toda las estaciones terrenas que lo utilizan.

Acceso múltiple por diferenciación de código

Esta técnica, denominada **acceso múltiple por diferenciación de código o CDMA** y que aparentemente resulta imposible, es particularmente útil en transmisiones confidenciales o altamente sensibles a la interferencia. Es totalmente

digital, y presenta la ventaja de que las antenas terrenas transmisoras y receptoras pueden ser muy pequeñas sin importar que sus ganancias sean bajas y sus haces de radiación muy amplios. Presenta el inconveniente de que ocupa mucho ancho de banda (un transpondedor completo), pues cada bit de información como los que se transmiten en modalidad TDMA se transforma en un nuevo tren de bits muy largo.

En la Figura 9 se ilustra una red de seis estaciones terrenas que operan con la técnica de acceso CDMA. Cada estación transmisora utiliza una secuencia diferente de bits para codificar cada uno de los bits de información, sólo la destinataria de cierta información determinada conoce el código con el que se transmitió y es capaz de reconstruir el mensaje original.

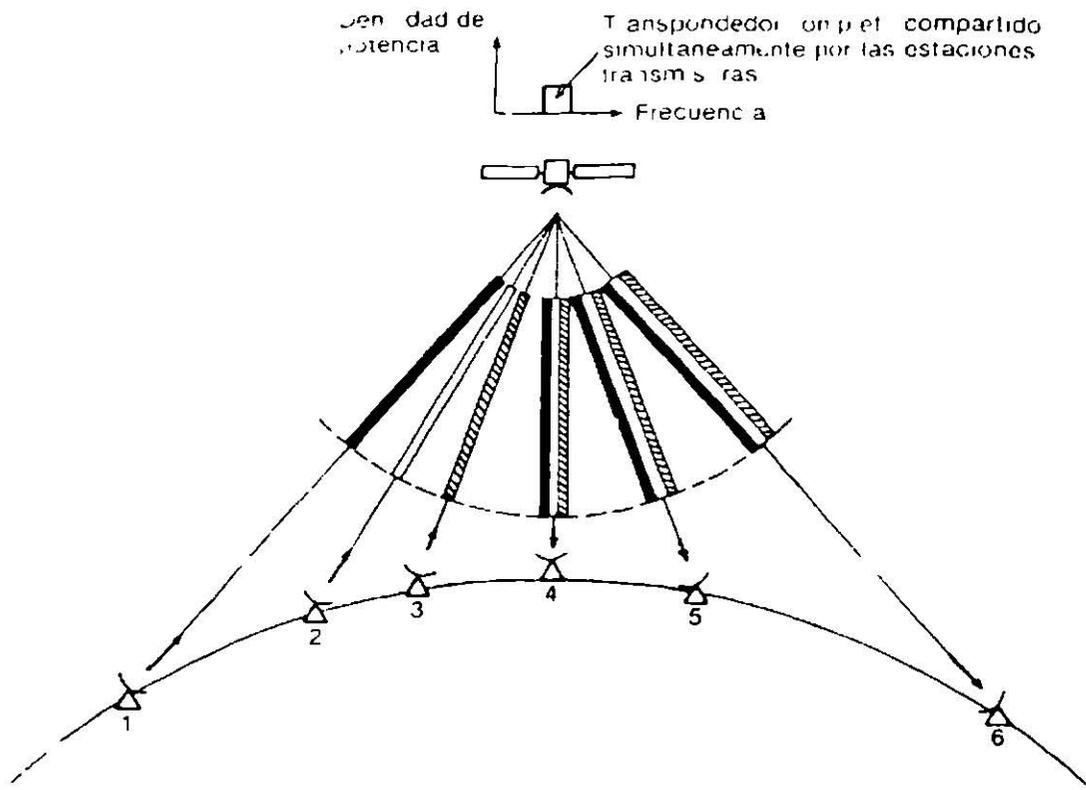


Figura 9. Redes de seis estaciones que operan con acceso múltiple CDMA

Acceso múltiple por división en el tiempo con conmutación en el satélite

Los satélites más modernos se están construyendo 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 y es posible conmutar parte de la información -o toda- de un haz o otro mediante una matriz de microondas. Este versátil y novedoso sistema es digital, con acceso múltiple TDA; se denomina acceso múltiple por división en el tiempo **con conmutación en el satélite** o **SS/TDMA** (Fig. 10).

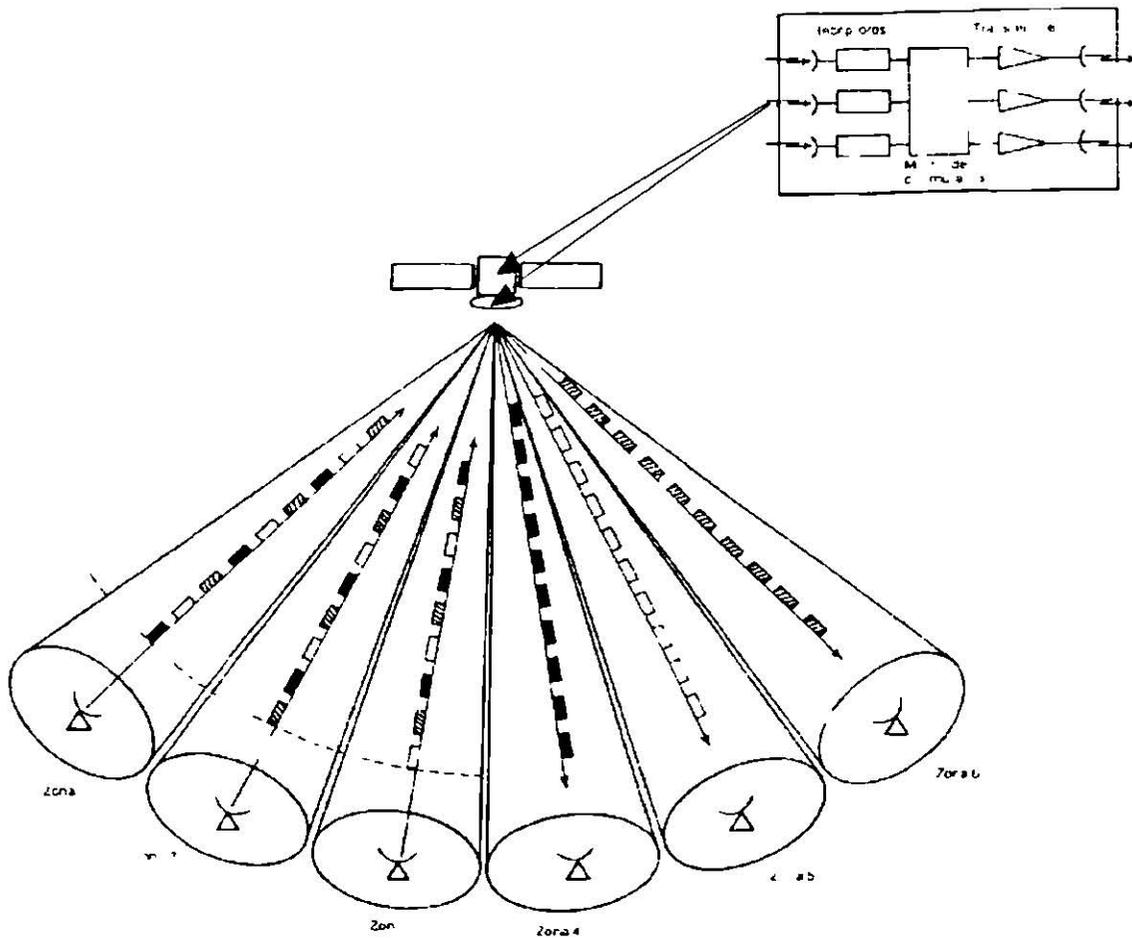


Figura 10. Acceso múltiple por división en el tiempo con conmutación a bordo del satélite (SS/TDMA).

Ventajas y desventajas relativas de FDMA y TDMA

Ventajas de FDMA

- No se requiere de sincronización (cada estación transmite independientemente de las otras).
- La asignación de cada 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 Transponders.
- El sistema está propenso a intermodulación por lo que es necesario reducir la potencia (total del transponder) conforme aumenta el número de portadoras con la consecuente pérdida de eficiencia.

Ventajas de TDMA

- No se comparte la potencia y no se presentan problemas 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.

XIII. SERVICIOS DE COMUNICACIÓN

Servicio fijo

Los servicios que se pueden prestar con los satélites geoestacionarios de comunicaciones se dividen en dos grandes grupos: fijo y móvil. Una red de comunicaciones de **servicio fijo** consiste en uno o varios satélites y las estaciones terrena que se intercomunican a través de ellos, con la particularidad de que las estaciones siempre permanecen en el mismo punto geográfico donde se hayan instalado inicialmente, es decir, son fijas. Lo anterior no significa que las estaciones no puedan tener cierta flexibilidad en su movimiento, puesto que en ciertas ocasiones se necesita reorientarlas par mejorar la calidad de recepción o para cambiar de satélite, y a pesar del movimiento de giro que la antena tenga temporalmente, la estación siempre permanece fija en el piso. Un caso muy particular es el de las unidades llamadas "móviles" que consisten en un plato parabólico, el equipo electrónico necesario de transmisión y recepción, y una planta propia de energía eléctrica, montados en una camioneta o camión; estas unidades móviles son especialmente útiles cuando se desea ofrecer un servicio temporalmente, o cubrir algún acontecimiento de corta duración que se desarrolle en un lugar carente de instalaciones propias de transmisión o recepción, por ejemplo, la transmisión de un encuentro deportivo, una reunión internacional de funcionarios o una campaña electoral, o las comunicaciones de auxilio e información en algún caso de siniestro. De cualquier forma, una vez que las unidades móviles son trasladadas a los puntos donde van a estar transmitiendo y recibiendo, y después de que sus platos parabólicos son orientados hacia el satélite correspondiente, permanecen operando en modo fijo, por lo que también quedan incluidas dentro del servicio fijo de comunicaciones vía satélite.

Servicio móvil

Muchos usuarios que requieren comunicarse por satélite tienen la característica de que sus equipos no permanecen fijos, sino que se mueven o cambian de lugar constantemente, por ejemplo, en barcos, plataformas marinas, aviones, trenes, camiones de carga y automóviles. Las redes de comunicaciones que satisfacen esta demanda pertenecen a la rama del **servicio móvil** vía satélite. En estos casos, las personas a bordo de vehículos pueden comunicarse con otros vehículos o con puntos fijos; por ejemplo, el capitán de un barco puede adelantar muchos trámites con las autoridades del próximo puerto en su ruta, un hombre de negocios a bordo de un vuelo comercial transatlántico puede llamar a sus oficinas centrales, o -dentro de unos cuantos años- el ama de casa que conduzca por una autopista podrá hablar a su hogar cómodamente, utilizando para ello un satélite de comunicaciones móviles.

En cualquiera de los casos, el equipo de comunicaciones del vehículo debe tener una antena capaz de permanecer en contacto con el satélite geoestacionario, independientemente de su movimiento, por ejemplo, del oleaje o del cambio de dirección en el caso de un barco, o de las curvas y pendientes del camino en el caso de un automóvil. Dependiendo del tipo de vehículo, de sus dimensiones y de la cantidad y diversidad de información que transmita o reciba, requiere tener una clase diferente de antena y equipo electrónico. Sería absurdo que un camión de carga circulando por las ciudades o las autopistas llevara un plato parabólico en el toldo, tanto por cuestiones de estabilidad, peso y estética, además del alto riesgo de vandalismo que tendría.

Las redes de comunicaciones móviles por satélite surgieron años después de las de servicio fijo y la mayor parte aún se encuentra en su etapa de diseño o

construcción. El servicio todavía no pertenece a una industria tan firme y lucrativa como la del servicio fijo, pero ya es toda una realidad y tiene un gran potencial de desarrollo y utilización en el futuro.

