

II "SATELITES INTELSAT"

2.1 INTELSAT I

Fué puesto en servicio en Junio de 1965. Conocido mundialmente como el "Early Bird" (Pájaro Madrugador), tenía una capacidad de 240 canales de voz o un canal de televisión, servía únicamente para comunicación entre Europa y Norte América. No tenía posibilidad de acceso múltiple. Este satélite era una versión modificada del "Syncom". Hizo posible por vez primera la transmisión de televisión comercial en forma directa através del Océano Atlántico.

2.2 INTELSAT II

El Intelsat I fué seguido por el exitoso lanzamiento de 3 satélites de la serie Intelsat II en el año de 1967, uno de ellos fué situado sobre el Océano Atlántico y 2 sobre el Pacífico, extendiendo el alcance de los satélites de comunicación a más de dos terceras partes del mundo. Aún y cuando el Intelsat II tenía la misma capacidad que el anterior, estaba diseñado para operar en varias estaciones de tierra a la vez y no únicamente con dos como el Intelsat I.

2.3 INTELSAT III

Los Satélites Intelsat III de mayor potencia y capacidad fueron colocados sobre el Océano Indico, Pacífico y Atlántico, durante el período de 1968 a 1970. El satélite del Océano Indico vino a completar la cobertura mundial de los satélites de comunicación.

Los Intelsat III, tenían una capacidad de 1.200 canales de voz o cuatro canales de televisión y un tiempo de vida calculado de 5 años.

2.4 INTELSAT IV

La serie de satélites Intelsat IV, vino a aumentar en forma notable la capacidad y flexibilidad global de comunicaciones. El primero de ellos fué lanzado en Enero de 1971 y empezó a prestar servicio durante el mes de Marzo del mismo año, su capacidad de 4,000 canales telefónicos o 12 canales de televisión y su tiempo de vida calculado fué de 7 años.

2.5 INTELSAT IV-A

Esta serie de satélites tienen una capacidad promedio de 6.000 canales de voz más dos canales de televisión. Fueron lanzados en forma progresiva a partir de Enero de 1976. Tiene 20 transponder cada uno con un ancho de banda de 36 MHz. Este satélite fué diseñado para incrementar el uso efectivo del espectro de frecuencia mediante una técnica llamada "Reutilización de frecuencia".

2.6 INTELSAT V

Esta serie está diseñada para una capacidad promedio de 12,000 canales de voz más dos canales de televisión. Está diseñado para transmitir y recibir simultáneamente polarizaciones ortogonales a fin de permitir un factor de reutilización de cuatro en las bandas de cuatro y seis GHz.

III CONCEPTOS FUNDAMENTALES DE UN SISTEMA GLOBAL
DE COMUNICACION EN SATELITES GEOESTACIONARIOS

3.1. Período orbital

En este sistema el satélite conserva una órbita ecuatorial de aproximadamente 24 horas, de período orbital. Este período orbital, para el caso de una órbita circular, se encuentra definido por la ley de Keppler, que enuncia lo siguiente :

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

donde :

P_o = Período orbital (seg)

R = Radio de la tierra (6,378 Km)

h = Altura del satélite (Km)

μ = Constante de Keppler = $(399 \times 10^3 \text{ Km}^3) \text{ seg}^2$

Ecuación derivada de los criterios de equilibrio entre las fuerzas centrífugas y de atracción gravitacional.

Para un período orbital de aproximadamente 24 horas, el satélite se encuentra a una altura aproximada de 35.860 Km, tomando automáticamente la condición estacionaria, para un observador desde la tierra. Este período relativo se determina por la relación siguiente:

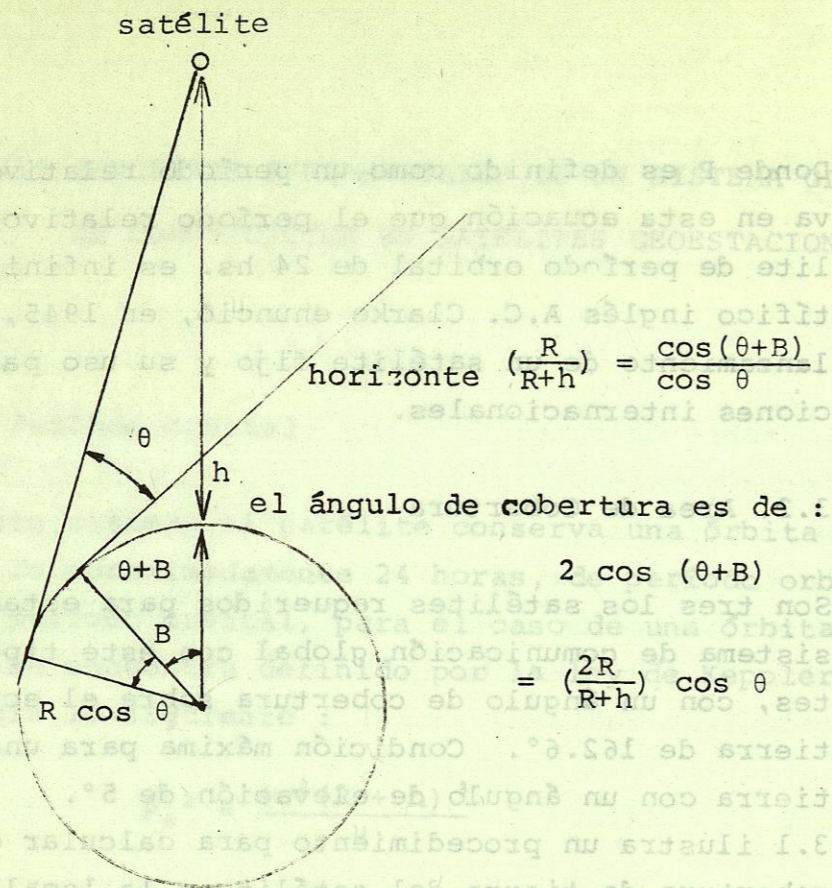
$$p = \frac{24P_o}{24-P_o}$$

Donde P es definido como un período relativo. Se observa en esta ecuación que el período relativo de un satélite de período orbital de 24 hs. es infinito. El científico inglés A.C. Clarke enunció, en 1945, una idea de lanzamiento de un satélite fijo y su uso para comunicaciones internacionales.

3.2. Area de Cobertura

Son tres los satélites requeridos para establecer un sistema de comunicación global con este tipo de satélites, con un ángulo de cobertura sobre el ecuador de la tierra de 162.6°. Condición máxima para una antena en tierra con un ángulo de elevación de 5°. La figura 3.1 ilustra un procedimiento para calcular el ángulo de cobertura de tierra del satélite y la localización de éstos.

El mayor problema de un sistema de comunicación que opera con satélites geoestacionarios o fijos, es el retardo de la voz, alrededor de 0.6 segundos, para una comunicación de un solo salto, es decir, estación terrena-satélite-estación terrena. Sin embargo, por experimentos e investigaciones realizados con el satélite Early Bird, se sabe que el retardo de voz no es un problema serio para los servicios de comunicación. En comunicaciones telefónicas para grandes distancias será preferible combinar estos sistemas con otros (por ejemplo, cables submarinos o enlaces de microondas), a utilizar dos saltos (estación terrena-satélite-estación terrena-satélite-estación terrena), que por causas inherentes del sistema supera el un segundo, del tiempo de retardo degradándose la señal.



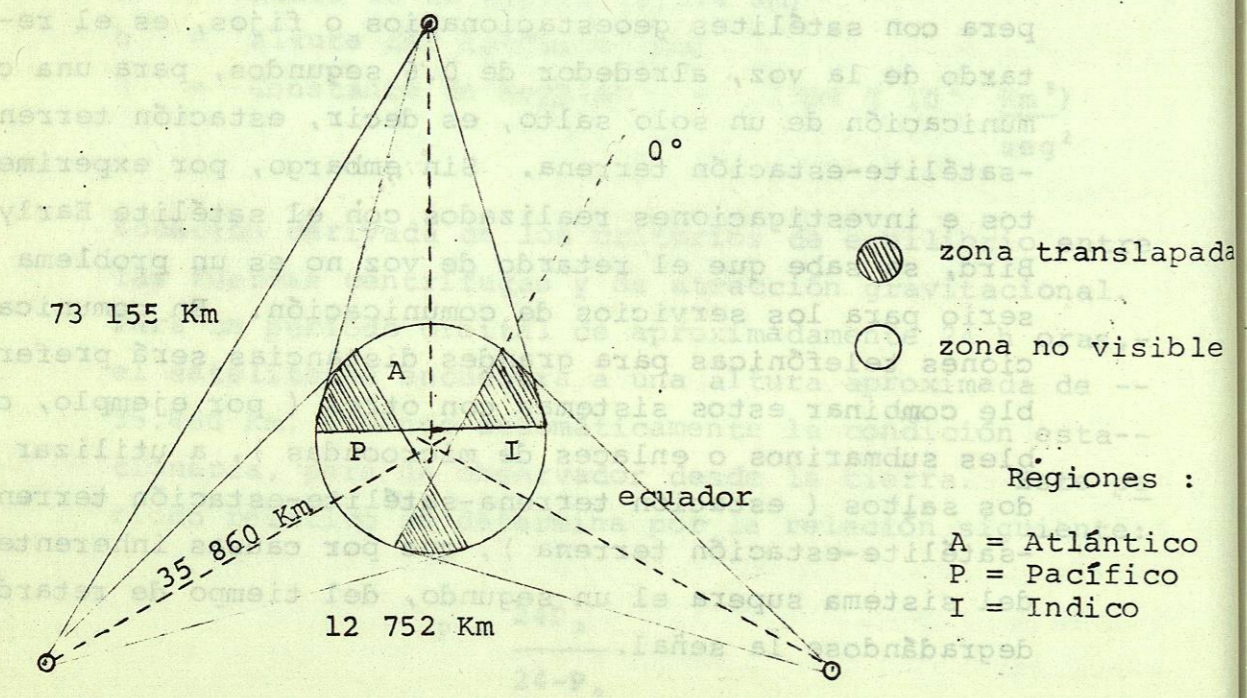
horizonte $\left(\frac{R}{R+h}\right) = \frac{\cos(\theta+B)}{\cos \theta}$

el ángulo de cobertura es de :

$$2 \cos(\theta+B)$$

$$= \left(\frac{2R}{R+h}\right) \cos \theta$$

a) Cálculo del ángulo de cobertura del satélite



b) Localización de satélites estacionarios para un sistema global de comunicación.

Figura No. 3.1

El acceso múltiple, como su nombre lo indica, permite que en un repetidor común (satélite) tengan acceso un gran número de portadoras de radiofrecuencia mediante las cuales se establecen comunicación entre todas las estaciones transmisoras que tengan acceso a este repetidor común. Para que una estación transmisora (estación terrena) tenga acceso a un satélite, será suficiente en contrarse dentro del ángulo de cobertura de este satélite.

3.3. Pérdidas de transmisión y asignación de frecuencias.

Los satélites en general, como parte de un sistema global de comunicación, tiene como finalidad retransmitir las señales enviadas desde tierra. Para el caso de los satélites geoestacionarios, por la gran distancia que conservan respecto a la tierra (35,860 Km), requieren de dispositivos adicionales que permitan compensar las pérdidas ocasionadas en el espacio libre. Se puede observar en la ecuación 3.3, la potencia recibida desde una estación espacial (satélite), es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia o inversamente proporcional a las pérdidas en el espacio libre, como lo indica la ecuación 3.4.

$$Pr = Pt.Gt.Gr \left(\frac{\lambda}{4\pi d}\right)^2 \quad \text{Ec. 3.3}$$

donde :

- Pt = Potencia de transmisión
- Gt = Ganancia de antena de transmisión
- Gr = Ganancia de antena de recepción
- λ = Longitud de onda
- d = distancia entre satélite y estación terrena

donde :

$$\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right)^2$$

Ec. 3.4

Determina las pérdidas en el espacio libre.

Estos dispositivos activos, como amplificadores a diodo tunel y tubos de onda progresiva de alto y bajo nivel, permiten compensar las pérdidas en el espacio libre mencionado. Se incluyen, además en este tipo de satélites osciladores y mezcladores para transponer o abatir las frecuencias recibidas de las transmitidas, con objeto de evitar interferencias sufridas en el satélite por el uso de una misma frecuencia para transmisión y recepción. De esta forma un satélite geoestacionario, como parte integral de un sistema global de comunicación, -- tiene la siguiente característica :

$$F_t \neq F_r$$

Ec. 3.5

donde :

F_t = Frecuencia de transmisión

F_r = Frecuencia de recepción

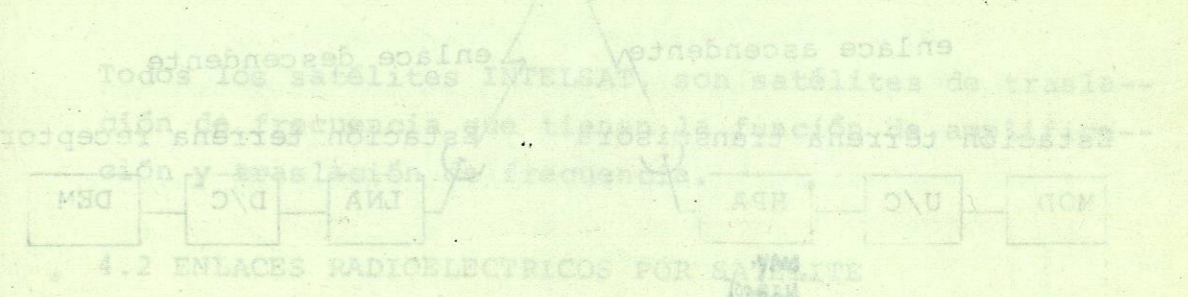
La designación de estas frecuencias, dadas a conocer en la Conferencia Extraordinaria Radioadministrativa, celebrada en Génova, en 1963, después de considerar que en frecuencias menores de 1GHz el ruido estático y cósmico aumenta y que a frecuencias mayores de 10 GHz las ondas son absorbidas por el oxígeno o el vapor existente en el aire cuando pasan através de la zona atmosférica; y considerando que este ruido es un coeficiente que depende de la elevación sobre el plano horizontal, acordó fi

nalmente apta la gama de frecuencias comprendidas entre uno y 10 GHz (referidas como radioventana); para ser utilizadas en comunicaciones vía satélite, quedando designadas para usarse en el sistema global de comunicación las frecuencias de 5,925-6,425 MHz para la transmisión de tierra a satélite y de 3,700-4,200 MHz para la transmisión de satélite a tierra.

El CIR ha recomendado un circuito hipotético de enlace de los sistemas activos de comunicación por satélite con el objeto de ofrecer la guía a los diseñadores de equipos y de sistemas para utilizarlos en la transmisión de televisión.

El enlace ascendente y descendente de un satélite en un sistema de comunicación por satélite, como se muestra en la figura 4.1.

En el sistema INTELSAT IV, como ejemplo, las frecuencias de enlace ascendente, están entre 5,925 y 6,425 MHz, las de enlace descendente entre 3,700 y 4,200 MHz.



Los circuitos hipotéticos de referencia se componen de los enlaces radioeléctricos por satélite. La configuración de estos circuitos se muestra en la figura 4.2.

a) Acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA)