

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

"ESTUDIO DE UN SISTEMA DE COMUNICACION AMATEUR  
VIA SATELITE MODO A CON LOS SATELITES RADIO  
SPUTNIK RS5, RS6, RS7 Y RS8"

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE:

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

ESPECIALIZACION: ELECTRONICA

PRESENTADA POR:

JAI ME ROBERTO SANTORO DONOSO

GUAYAQUIL-ECUADOR

1985



.....  
Ing. Gustavo Bermúdez Flores  
SUBDECANO  
Facultad de Ingeniería Eléctrica



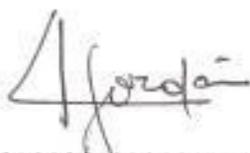
.....  
Ing. César Vépez Flores  
DIRECTOR DE TESIS



.....  
Ing. Pedro Vargas González  
MIEMBRO PRINCIPAL



.....  
Ing. Pedro Carlo Paredes  
MIEMBRO PRINCIPAL



.....  
Ing. Carlos Jordán Villamar  
MIEMBRO SUPLENTE

## DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente; y, el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)

*Jaime Roberto Santoro Donoso*  
.....  
JAIME ROBERTO SANTORO DONOSO

## RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio de los fundamentos básicos para la realización de comunicación aficionada vía satélite con los satélites radio Sputnik RS5, RS6, RS7 y RS8, de órbita circular y baja altura.

Antes de comenzar a estudiar los fundamentos de este tipo de comunicación, se realiza una breve historia sobre la misma, que cubre desde sus inicios hasta hoy, para familiarizar al lector con esta forma de enlace.

El modo de enlace escogido es el A, lo que significa que la estación terrena transmite a 150 MHz (2 m.) y recibe a 30 MHz (10 m.). Este modo es accesible a la mayoría de los radioaficionados, ya que por lo general cuentan con los equipos que les permiten establecer enlace en esta modalidad.

Es necesario conocer la posición del satélite en el espacio para poder establecer comunicación, y eso lo logramos mediante el rastreo del mismo. Los métodos que se presentan son los más utilizados en los países en que este tipo de comunicación está muy difundida.

Una vez hecho el estudio de los efectos del enlace, se presenta la implementación de una estación terrena utilizando

los equipos de un radioaficionado de la ciudad y construyen  
do caseramente las antenas.

## INDICE GENERAL

	<u>Pág.</u>
RESUMEN . . . . .	VI
INDICE GENERAL . . . . .	VIII
INDICE DE FIGURAS . . . . .	XI
INDICE DE FOTOGRAFIAS . . . . .	XIII
INDICE DE TABLAS . . . . .	XIV
INTRODUCCION . . . . .	16
I. BREVE HISTORIA DE LA COMUNICACION AMATEUR	
VIA SATELITE . . . . .	19
II. FUNDAMENTOS DE LA COMUNICACION AMATEUR VIA	
SATELITE . . . . .	30
2.1 TIPOS DE ORBITA DE LOS SATELITES . . . . .	30
2.1.1 GEOESTACIONARIA . . . . .	30
2.1.2 POLAR . . . . .	30
2.1.3 ELIPTICA . . . . .	31
2.2 MODOS DE ENLACE . . . . .	32
2.2.1 MODO A . . . . .	32
2.2.2 MODO B . . . . .	32
2.2.3 MODO J . . . . .	33
2.2.4 MODO L . . . . .	33
2.3 RASTREO . . . . .	34
2.3.1 METODOS . . . . .	36
2.4 ANTENAS DE LA ESTACION TERRENA . . . . .	96
2.4.1 CARACTERISTICAS . . . . .	96

2.4.1.1	GANANCIA Y EIRP . . . . .	96
2.4.1.2	EFICIENCIA Y POLARIZACION . . . . .	104
2.4.2	TIPOS PRACTICOS DE ANTENAS PARA LA ESTACION TERRENA . . . . .	110
2.4.2.1	YAGI . . . . .	110
2.4.2.2	HELICOIDAL . . . . .	114
2.4.2.3	TORNIQUETE . . . . .	114
2.4.2.4	LAZO . . . . .	114
2.4.2.5	ACCESORIOS . . . . .	114
2.4.2.5.1	ROTORES . . . . .	114
2.5	EFFECTOS DEL ENLACE . . . . .	116
2.5.1	ROTACION DE FARADAY . . . . .	121
2.5.2	MODULACION SPIN . . . . .	122
2.5.3	EFFECTO DOPPLER . . . . .	124
III. IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE COMUNICACION AMATEUR VIA SATELITE MODO A CON LOS SATELITES RADIO SPUTNIK RS5, RS6, RS7 Y RS8 . . . . .		
3.1	RECEPCION . . . . .	128
3.1.1	RECEPTOR . . . . .	128
3.1.2	LINEAS DE TRANSMISION . . . . .	129
3.1.3	ANTENAS . . . . .	130
3.1.4	ACCESORIOS . . . . .	141
3.2	TRANSMISION . . . . .	143
3.2.1	TRANSMISOR . . . . .	144

3.2.2	LINEAS DE TRANSMISION . . . . .	145
3.2.3	ANTENAS . . . . .	145
3.2.4	ACCESORIOS . . . . .	157
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . . . . .	158
	APENDICES . . . . .	159
	BIBLIOGRAFIA . . . . .	160

## INTRODUCCION

Esta tesis ha sido realizada con el objeto de que se constituya en un manual práctico para aquellas personas que teniendo cierto conocimiento en comunicaciones, desea reali-zar como aficionado este tipo de enlace. Se escogió los radio Sputnik, debido a que ellos se encuentran aún operando, mas no así los OSCAR, de los cuales se encuentra operando sólo el nueve, y el diez. El OSCAR 9 no fue escogido ya que lleva a bordo sólomente radiofaros, no pudiéndose por lo tanto establecer un enlace con otra estación terrena y el OSCAR 10 que es de órbita elíptica y que opera en el mo-do B y L tampoco fue escogido ya que esta tesis abarca satélites con órbitas circulares y que operan en el modo A.

Es importante recalcar que este manual permite al lector trabajar, si él lo desea, en enlaces con satélites con órbitas elípticas y operando en otros modos, ya que en él se encuentran los conocimientos básicos para la comunicación vía satélite de carácter aficionado. Es lógico suponer que di-cha persona tendrá que completar su información con alguna otra bibliografía sobre todo en lo que respecta al rastreo del satélite.

A mediados de 1940, mucho antes de que el primer satélite haya sido puesto en órbita, Arthur C. Clarke publicó un ar-

tículo detallado sobre como una estación de satélite retransmisor puede permitir a estaciones terrestres comunicarse a largas distancias. En un análisis independiente, John Pierce, un físico de los laboratorios de teléfono Bell, llegó a una conclusión similar: satélites activos retransmisores pueden tener un positivo impacto en comunicaciones de larga distancia. Este sistema podría ser más exacto si las frecuencias de radio usadas no fueran afectadas por la ionósfera.

Un transpondedor es un dispositivo que recibe señales de radio en un segmento del espectro, las amplifica, traslada (desplaza) su frecuencia a otro segmento del espectro y las retransmite. El transpondedor de los radioaficionados usado a bordo de los satélites puede manejar un gran número de señales de varios tipos simultáneamente, con la potencia de cada señal recibida multiplicada aproximadamente  $10^{13}$  veces (130 dB) antes de ser retransmitida de regreso a la tierra.

Las señales de radio entre satélites y estaciones de tierra son a menudo catalogadas como "Conexiones hacia abajo" (señales de una nave hacia una estación de tierra); "Conexiones hacia arriba" (señales originadas en la tierra y dirigidas hacia un satélite); y comerciales o conexiones de comunicación (que incluyen las dos anteriores).

La más simple conexión hacia abajo, un tono continuo, puede ser útil para estaciones terrestres de rastreo de satélite y para investigadores que están estudiando la propagación de radio o investigando la ionósfera. Una más compleja conexión hacia abajo, un radiofaro, puede ser usada para transmitir información telemétrica (medidas hechas por instrumentos científicos y de ingeniería a bordo de la nave) para interesar a las estaciones terrestres.

Conexiones hacia arriba pueden ser usadas para controlar las operaciones de satélites. Por ejemplo, si el particular diseño de un satélite permite, podemos reprogramar una computadora que está a bordo desde la tierra para adecuar la actitud de la nave (orientación en el espacio), o para apagar un radiofaro temporalmente para ahorrar energía. Las estaciones de tierra equipadas para controlar naves se las llama estaciones de comando.

Conexiones hacia arriba y hacia abajo son usadas juntas en muchas aplicaciones. Por ejemplo, una estación terrestre B (sobre la ruta de línea-sin vista-) por vía satélites de retransmisión. La estación A podría ser un transmisor central de T.V. y la estación B los millones de hogares capaces de recibir las señales de T.V. Este ejemplo ilustra una conexión comercial. Si las dos estaciones están equipadas para transmitir y recibir tenemos conexiones de comunicación.

## CAPITULO I

### BREVE HISTORIA DE LA COMUNICACION AMATEUR VIA SATELITE

En Abril de 1959 Don Stoner (W6TWS), experimentador electrónico escribió en CQ, sugiriendo que los aficionados tomaran la construcción de un satélite retransmisor. Stoner, estaba proponiendo que los radioaficionados construyan una nave que contenga un transpondedor capaz de soportar dos vías de comunicación.

En 1960, un grupo de radioaficionados (inspirados en el artículo de Stoner) en Sunnyvale, California, organizaron la asociación OSCAR (Orbiting Satellite Carrying Amateur Radio). Los términos de este club pionero incluía la creación de satélites aficionados y la obtención de lanzamientos. Para arreglar un lanzamiento, el gobierno de EE.UU. debía estar convencido que los satélites aficionados podían realizar una función útil en uno o más de las siguientes áreas: Exploraciones científicas, desarrollo técnico, comunicación de desastres y educación científica o técnica.

#### OSCAR I

Después de dos años de esfuerzos por parte de los miembros de la Asociación OSCAR, el primer satélite radioaficionado, el OSCAR I con un peso de 10 lbs., estuvo listo y fijado su

lanzamiento el 12 de Diciembre de 1961. La nave contenía un radiofaro de 140 mW a 145 MHz transmitiendo un simple mensaje repetido a una velocidad controlada por un sensor, respondiendo a la temperatura interna del satélite. Debido a su baja altura, el OSCAR I sólo quedó en órbita 22 días antes de que se quemara en su regreso a la atmósfera de la tierra, el 1° de Enero de 1962.

## OSCAR II

El OSCAR II fue lanzado exitosamente en Junio 2 de 1962 aproximadamente 6 meses después de OSCAR I, y fueron muy similares, tanto en su estructura como en su parte eléctrica.

Los resultados del vuelo del OSCAR I, causaron mejoras en el OSCAR II, como :

- 1) Cambiar las capas de la superficie térmica para lograr un medio ambiente más frío en el interior.
- 2) Modificar el sistema sensitivo de tal manera que la temperatura del satélite podría ser medida exactamente a la vez que las baterías se descargan; y
- 3) Bajar la potencia de salida del transmisor a 100 milivatios para extender la vida de la batería.

La rápida alza de temperatura del OSCAR II probablemente fue causada por calentamiento aerodinámico (fricción de moléculas de aire) a medida que la nave volvía a entrar en la atmósfera, los reportes finales telemétricos desde la órbita 295, 18 días después del lanzamiento, indicaban una temperatura interna de  $54^{\circ}\text{C}$ , la concha exterior probablemente estaría sobre  $100^{\circ}\text{C}$ .

### OSCAR\*

Con los OSCAR I y II, fue diseñado, construido y probado OSCAR\* por Chuck Smallhouse (W6GHGZ) y Orv Dalton (K6 VEY). Dimensionalmente estaba entre los OSCARES anteriores, pero contenía un radiofaro de 250 milivatios. Debido al éxito de sus antecesores OSCAR\*, nunca fue lanzado, los trabajadores decidieron enfocar sus esfuerzos en el primer satélite retransmisor, el OSCAR III.

Para ayudar a financiar satélites futuros, en el mes de Abril de 1962, la asociación OSCAR formalmente se incorporó como proyecto OSCAR Inc. y comenzó a solicitar miembros a nivel nacional.

### OSCAR III

Fue lanzado el 9 de Marzo de 1965, llevaba un transpondedor de 1 vatio y recibía señales cerca de 146 MHz y las retrans

mitía de vuelta a la tierra en los 144 MHz.

El transpondedor fue diseñado para que radioaficionados con equipos modestos se pudieran comunicar hasta 3000 millas. En adición al transpondedor, el OSCAR III tenía dos radiofaros transmisores, uno proveía una portadora continua para rastreo y para estudios de propagación y el otro telemetraba 3 parámetros: temperatura y voltaje de la batería principal y la temperatura del amplificador final del transpondedor. Un pequeño banco de células solares fue usado como respaldo de la batería que alimentaba los radiofaros. El OSCAR III fue la primera nave espacial aficionada en usar potencia solar, debe notarse que las células solares era una reciente tecnología, habiendo sido inventada recién en 1954.

El transpondedor operó por 18 días, durante los cuales cerca de 1000 aficionados en 22 países lo escucharon. Un gran número de comunicaciones de larga distancia fueron reportadas, incluyendo de USA (Massachusetts) a Alemania, USA (New Jersey) a España y New York a Alaska. El transpondedor demostró claramente que el concepto de satélites de acceso libre y acceso múltiple funcionaba.

Acceso libre, significa que cualquiera que tenga licencia de su gobierno puede unirse a la nave espacial sin recargo

alguno o sin notificación.

Acceso múltiple, significa que un gran número de estaciones terrestres pueden usar la nave espacial simultáneamente si ellos cooperan en escoger frecuencias y niveles de potencia limitados. El radiofaro telemétrico, con su propia batería y las células solares funcionó varios meses.

Estaba claro que los satélites necesitaban cambios mayores. La vida operacional debería de crecer por 10 y 1000 veces para justificar el esfuerzo y gastos usados para construir la sofisticada nave espacial.

#### OSCAR IV

El OSCAR IV fue lanzado el 21 de Diciembre de 1965, llevando un transpondedor que recibía en los 144MHz y transmitía en los 432 MHz. Fue diseñado para que sea de potencia solar y que tenga un tiempo de vida de un año. Por fallos en el vehículo de lanzamiento, el OSCAR IV entró en un órbita elíptica, para la cual no fue diseñado, sin embargo, el radio siguió operando hasta el 16 de Mayo de 1966 y a través de él se realizó el primer contacto 2 vías via satélite entre Rusia y EE.UU.

#### OSCAR 5

El 23 de Enero de 1970, cinco años después del último lanzau

miento fue puesto en órbita este satélite, el OSCAR 5, el cual fue construido por la Universidad de Australia. La AMSAT (The Radio Amateur Satellite Corporation), proyecto análogo al OSCAR, fue fundado el 3 de Mayo de 1969 en Washington D.C., con el objeto de fortalecer el proyecto espacial aficionado en la Costa Este y su primer trabajo fue ayudar a poner en operación al AUSTRALIS OSCAR 5 (A-0-5).

El A-0-5 tuvo como misión tres objetivos fundamentales, los cuales fueron cumplidos :

- 1) Evaluar la conveniencia de utilizar la banda de 10 m. en enlaces futuros,
- 2) Probar un esquema magnético pasivo de estabilización de altitud, y
- 3) Demostrar la factibilidad de controlar un satélite aficionado con comandos vía enlace de subida.

Para cumplir lo propuesto el OSCAR 5 fue equipado con dos radiofaros, uno a 144,05 MHz y otro a 29,45 MHz, un comando receptor y decodificador, un sistema de telemetría con siete canales análogos y una batería de magnesio alcalina como suministro de potencia. El satélite no contenía ni celdas solares, ni transpondedor. El radiofaro a 144,05 MHz dejó de funcionar 23 días después del lanzamiento y el de 29,45 MHz, controlando su funcionamiento desde tierra (apagándolo

o prendiéndolo), reduciendo así el consumo de energía operó hasta 46 días después del lanzamiento.

#### AMSAT OSCAR 6

Con este satélite, lanzado el 15 de Octubre de 1972, se abre la fase II del programa de satélites aficionados, que incluye a los satélites de larga vida. Llevó un transpondedor operando en el modo A, es decir 145 MHz como frecuencia para el enlace de subida, y 29 MHz para el enlace de bajada, además tenía un radiofaro de 435,1 MHz. Este satélite poseía todas las características del A-0-5, pero mejoradas. Este radio dejó de operar el 21 de Junio de 1977, cuatro años y medio después de su lanzamiento.

#### AMSAT OSCAR 7

El A-0-7 fue lanzado el 15 de Noviembre de 1974, abriendo así una nueva etapa para la comunicación aficionada vía satélite, tener 2 naves espaciales operando al mismo tiempo. Este satélite contenía 2 transpondedores, el uno que operaba en el modo A, es decir a 146 MHz para el enlace de subida y a 29 MHz para el de bajada, y el otro en el modo B, es decir a 432 MHz para el enlace de subida y 146 MHz para el de bajada; además llevo radiofaros a 146 MHz, 435 MHz, y 2304 MHz, este último, debido a que la FCC decidió negar el permiso para encenderlo, nunca pudo ser probado. Este saté

lite dejó de operar en Junio del 81, seis años y medio después de su puesta en órbita.

#### AMSAT OSCAR 8

Este satélite fue puesto en órbita el 5 de Mayo de 1978 y al igual que sus antecesores fue de baja altitud y órbita circular. El A-0-8 contenía dos transpondedores, el uno operando en el modo A y el otro en el modo J (transpondedor desarrollado por la JAMSAT, filial de AMSAT en Japón), es decir a 145 MHz para enlace de subida y 435 MHz para el de bajada. Además llevó dos radiofaros, el uno a 29,4 MHz y el otro a 435 MHz. Un rasgo interesante del A-0-8, es que los transpondedores podían ser operados simultáneamente, tanto tiempo como las baterías se pudieran mantener cargadas. Un enlace de subida podía ser retransmitido en ambos modos de enlace de bajada, pudiendo ser fácilmente comparados.

Por este tiempo se comenzó a trabajar ya en la fase III, que consistía en desarrollar satélites de gran altitud y larga vida. El A-0-8 dejó de operar el 15 de Junio de 1983.

#### SATELITES RUSOS RS1 Y RS2

El 26 de Octubre de 1978, los rusos pusieron en órbita simultáneamente a dos satélites, el RS1 y RS2, ambos de baja

altitud y órbita circular. Estas naves espaciales llevaban cada una un transpondedor, operando en el modo A y un radio faro a 29,4 MHz.

Debido a que los radioaficionados rusos estaban limitados a potencias no mayores de 5W en la banda de 146 MHz, los transpondedores contenían receptores muy sensitivos, debido a que las estaciones terrenas deberían transmitir a bajas potencias. Un circuito de apagado automático los protegía cuando se transmitía a potencias elevadas. Como consecuencia de esto el RS1 y RS2 permanecían apagados casi siempre que volaban sobre Occidente, debido a unos cuantos usuarios des considerados. Es desconocida la fecha en que dejaron de operar estos radios, pero se cree fue alrededor del 23 de Mayo de 1980.

#### AMSAT FASE III-A

El 23 de Mayo de 1980 se lanzó este satélite, y debido a fallas en el vehículo de lanzamiento, cayó en esa misma fecha en el Océano Atlántico. Este hubiera sido el primer sa télite de órbita elíptica y larga vida.

El AMSAT Fase III-A contenía un transpondedor que operaba en el modo B.

Un satélite de esta fase está disponible para el 42% de la

tierra cuando esté en apogeo, a diferencia de los satélites de las fases I y II que están disponibles en cualquier momento para el 9% de la tierra.

#### UOSAT OSCAR 9

Este satélite fue puesto en órbita el 6 de Octubre de 1981 con propósitos exclusivos educacionales y de experimentación.

Para ello este satélite fue equipado con varios radiofaros, cada uno a diferentes frecuencias. El UOSAT OSCAR 9 fue construido por la Universidad de Surrey (Inglaterra) y aún se encuentra operando.

#### SATELITES RUSOS RS3,4,5,6,7 y 8

Los rusos pusieron en órbita seis satélites en forma simultánea el 17 de Diciembre de 1981. Estos satélites están aún operando y son de baja altitud y órbita circular. Llevan cada uno un transpondedor que opera en el modo A. Características más detalladas sobre estos satélites se encuentran en el Apéndice C.

#### AMSAT OSCAR 10

Este satélite pertenece a la fase IIIB del programa espacial de los radioaficionados y es de órbita elíptica y lar-

ga vida. Contiene dos transpondedores, uno operando en el modo B y otro, usado como redundante, operando en el modo L, esto es a 1269 MHz para el enlace de subida y a 436 MHz para el de bajada. Este satélite fue lanzado el 16 de Junio de 1983 y se espera que tenga un tiempo de vida de entre 7-10 años.

Otros satélites han sido lanzados, y seguirán siendo lanzados, pero los que se han nombrado en este capítulo son los que han ido haciendo historia, hasta hoy en este tipo de comunicación.

## CAPITULO II

### FUNDAMENTOS DE LA COMUNICACION AMATEUR VIA SATELITE

#### 2.1 TIPOS DE ORBITA DE LOS SATELITES

La órbita de los satélites está descrita por una elipse y dependiendo de la variación de sus parámetros (semi-eje mayor, semi-eje menor, distancia entre centro y un punto focal y excentricidad), inclinación de la órbita (ángulo entre el plano ecuatorial y el plano orbital) y altitud a la que se encuentra el satélite, tenemos diferentes tipos de órbitas.

##### 2.1.1 GEOESTACIONARIA

Si un satélite es lanzado hacia una órbita circular a una altura cuidadosamente seleccionada (35.800 KM) y con una inclinación de 0 grados, su velocidad angular será igual a la de la tierra. A este tipo de órbita se la llama geostacionaria, ya que el satélite aparece como si estuviera sin movimiento en el espacio.

##### 2.1.2 POLAR

Cuando un satélite es lanzado hacia una órbita

con una inclinación de noventa grados (cerca de 90 grados) y sea esta circular o elíptica, la órbita es polar.

### 2.1.3 ELIPTICA

La forma de la órbita de un satélite está descrita de manera general por una elipse. De acuerdo a la primera ley de Kepler se moverá alrededor de la Tierra con una órbita elíptica y con la Tierra en un foco.

La geometría de la elipse nos dice que :

$$c = \sqrt{a^2 - b^2}$$

$$c = \sqrt{1 - (b/a)^2} \quad \text{ó} \quad c = ae$$

$$0 \leq e < 1$$

donde:

$a$  = semi-eje mayor de la elipse

$b$  = semi-eje menor de la elipse

$c$  = distancia entre el centro y un foco

$e$  = excentricidad

La excentricidad es un número que nos dice que tan aproximada está la elipse a ser un círculo

( $e=0$ ).

Resumiendo podemos decir que los tipos de órbita de los satélites son elíptico o circular dependiendo de la variación de los parámetros de la elipse y geoestacionaria o polar dependiendo de la altura e inclinación de la órbita.

## 2.2 MODOS DE ENLACE

De acuerdo a la combinación de frecuencias de transmisión y recepción en una estación terrena, tenemos los siguientes modos de enlace :

### 2.2.1 MODO A

En el modo A la estación terrena transmite a 150 MHz (2 m.) y recibe a 30 MHz (10 m.).

El modo A es utilizado en satélites con órbitas a una altura baja.

Para Agosto de 1983 cuatro satélites fueron equipados para operar en modo A, ellos son el RS-5, RS-6, RS-7 y RS-8.

### 2.2.2 MODO B

En el modo B, la estación terrena transmite a

430 MHz (70 cm.) y recibe a 150 MHz (2 m.).

El modo B puede ser utilizado tanto para satélites con órbitas a una altura baja como para satélites con órbitas a una altura alta.

El modo B fue instalado en el OSCAR 10 y OSCAR 7 y este último demostró durante seis años y medio tener una señal de mejor calidad, demostrando ser superior al modo A cuyas señales son muchas veces reflejadas hacia atrás en el espacio, no escuchándose nada en tierra.

### 2.2.3 MODO J

El modo J utiliza la misma banda del modo B pero cambiadas las frecuencias de transmisión y recepción, es decir 150 MHz (10 m.) para la transmisión o frecuencia de subida y 430 MHz (70 cm.) para la recepción o frecuencia de bajada. El OSCAR 8 está equipado con este modo.

### 2.2.4 MODO L

En el modo L, la estación terrena transmite a 1.300 MHz (23 cm.) y recibe a 430 MHz (70 cm.). El OSCAR 10 también está equipado para operar

en este modo.

De lo anterior nos damos cuenta que una estación terrena operando en el modo A también puede trabajar en el modo J por obtención de un receptor a 430 MHz (70 cm.) y además serviría para trabajar en el modo L obteniendo un transmisor que opere a 1.300 MHz (23 cm.)

### 2.3 RASTREO

Para establecer enlace con un satélite, es necesario conocer la posición del satélite en el espacio, para saber hacia donde apuntar la antena cuando el satélite esté en rango.

Un buen método para rastreo de satélite es aquel que permite predecir :

- 1) Cuando un satélite está en rango: más específicamente cuando existe AOS (adquisición de señal) y LOS (pérdida de señal).
- 2) Dirección de la antena (acimut y elevación) en cualquier momento, y
- 3) Las regiones de la tierra que tienen acceso al satélite en cualquier instante.

El SSP "punto subsatelital" (subsattellite point) es el punto en la superficie de la tierra directamente bajo el satélite. Para la mayoría de los satélites el SSP está en constante movimiento así como el satélite se mueve en el espacio. Si unimos los SSP a lo largo de la órbita del satélite, obtenemos una curva llamada la "pista terrestre" (ground track) o "camino satelital" (subsattellite path). Un satélite estará en rango cuando el SSP esté cerca de la localización de la estación terrena y fuera de rango cuando el SSP está lejos de la localización de la estación terrena.

Cuando el SSP entra al "círculo de adquisición" (acquisition circle), el satélite está en rango y tenemos AOS y cuando lo deja el satélite está fuera de rango y tenemos LOS.

Los dos puntos donde la "pista terrestre" y la línea ecuatorial se intersectan se llaman nodos. El nodo as cendente" (ascending node) ocurre cuando el SSP atraviesa la línea ecuatorial dirigiéndose al norte; el "nodo descendente" (descending node) ocurre cuando el SSP atraviesa la línea ecuatorial dirigiéndose al sur. Es muy utilizado como punto de referencia al "nodo ascendente", algunas veces abreviado EQX.

La cantidad de tiempo que se toma un satélite en completar una órbita es llamada "período" (period). Los períodos de los satélites aficionados de la fase II están desde 95 minutos (Uo SAT OSCAR 9) a 120 minutos (RS3 a RS8). Los períodos de los satélites aficionados de la fase III están en el rango de 10 a 24 horas. Conociendo el período de los satélites nosotros podemos calcular el número de órbitas por día (alrededor de 12 a 15 para los satélites de la fase II, 1 a 2 para los satélites de la fase III).

### 2.3.1 METODOS

Existen diferentes métodos basados en mapas y cada uno depende de un tipo particular o clase de mapa. En ciertos tipos de mapas (polar y rectangular) la forma de la "pista terrestre" para órbitas circulares no cambia. Con esas proyecciones es posible dibujar una "pista terrestre" permanente en una hoja transparente que puedan ser reposicionadas para cada caso del satélite.

En un mapa polar, reposicionar significa rotar la hoja transparente con la "pista terrestre", alrededor del polo; en un mapa de coordenadas

rectangulares significa desplazamiento de la hoja transparente con la "pista terrestre" en forma horizontal a lo largo del Ecuador.

Los mapas polares han resultado ser más populares entre los radioaficionados por varias razones :

- 1) Las láminas con la "pista terrestre" son fáciles de reposicionar.
- 2) Estaciones terrenas en latitudes medias con "telaraña" (spiderweb) aproximados a círculos incurren muy poco en perjuicio de la exactitud, y
- 3) Existe una forma rápida y simple de dibujar "pistas terrestres" que será bosquejada más adelante.

No obstante, otros tipos de mapas pueden tener ventajas para ciertas órbitas o estaciones terrenas en lugares específicos. En órbitas elípticas la forma de la "pista terrestre" en mapas de coordenadas polares y rectangulares cambia con el desplazamiento del argumento del perigeo. El argumento del perigeo cambia lentamente para

órbitas de inclinación alta ( $i > 50$  grados) del tipo planeado para las misiones de la fase III. Una hoja transparente con una "pista terrestre" para órbita elíptica será adecuada para un mes o más tiempo, aunque un cambio periódico será necesitado.

#### MAPAS DE PROYECCION POLAR

Existen centrados en el polo norte o en el polo sur. En estos mapas las curvas de latitud son representadas por un grupo de círculos concéntricos centrados en el polo norte y curvas de longitud (meridianos) representadas por líneas radiadas hacia afuera desde el polo. Las proyecciones difieren primeramente en el espacio entre las curvas de latitud. Dispositivos de búsqueda o rastreo de satélites basados en mapas polares son muy populares para satélites con órbitas circulares y de baja altura, así como para órbitas elípticas de gran altura con ángulos de inclinación mayores a 50 grados.

Los mapas de proyección polar más comunes son: el equidistante, el estereográfico, y el ortográfico. El equidistante es diseñado para mos-

trar distancias reales desde el polo, el estereográfico es diseñado de modo que todos los círculos en el globo serán mostrados como círculos (sin distorsión), y el ortográfico muestra a la tierra vista desde una particular altura sobre el polo. Las dos primeras proyecciones son excelentes para rastreo utilizando el "OSCARLOCATOR" y el "rastreador  $\phi 3$ "; más adelante será detallado el rastreo utilizando el "OSCARLOCATOR". La proyección ortográfica es útil por ejemplo para expediciones en el ártico, ya que las latitudes cerca a la línea ecuatorial a parecerán comprimidas, siendo por lo tanto pobre la aproximación del rastreo para estaciones terrenas en dichas latitudes.

Entre una de las razones por la que los mapas polares son muy populares, está el poder dibujar rápidamente y con cierta exactitud una "pista terrestre" para órbitas circular y de baja altura. Analicemos primero: Se conoce como incremento de longitud o simplemente incremento al cambio de longitud ( $\lambda$ ) entre dos sucesivos nodos ascendentes. En términos matemáticos:

$$I = \lambda_{n+1} - \lambda_n$$

donde  $\lambda_{n+1}$  es la longitud de cualquier nodo ascendente en grados oeste de Greenwich ( $^{\circ}W$ ),  $\lambda_n$  es la longitud del nodo ascendente anterior en  $^{\circ}W$  e  $I$  está en grados oeste por órbita ( $^{\circ}W/\text{órbita}$ ).

El incremento puede ser obtenido experimentalmente por observaciones promedios sobre un largo período de tiempo, o calculado teóricamente a partir de un modelo. Aunque los valores experimentales son los mejores, la aproximación teórica es necesitada para predicciones antes del lanzamiento de un satélite y en las primeras semanas o meses, mientras las observaciones están siendo realizadas. Una vez obtenido el valor del incremento de longitud puede calcularse la longitud de un nodo ascendente para cualquier órbita mediante la ecuación :

$$\lambda_m = \lambda_n + (m-n)I$$

Esta fórmula trabaja tanto hacia adelante como hacia atrás; cuando órbitas futuras están siendo predichas,  $m > n$ . El resultado del uso de esta ecuación debe ser puesto en el rango de 0 grados a 360 grados si no lo está, por sucesi-

vas adiciones o subtracciones de 360 grados.

El valor de  $I$  lo obtenemos como sigue :

$$\frac{\text{Rotación angular de la tierra durante una órbita completa (E)}}{\text{Rotación angular de la tierra durante un día sideral (360°)}} = \frac{\text{Número de minutos para una órbita completa (T)}}{\text{Número de minutos en un día sideral (1436.07)}}$$

ó,

$$\frac{E}{360^\circ} = \frac{T}{1436,07 \text{ min.}}$$

resolviendo para  $E$  tenemos :

$$E = (0,250684^\circ/\text{min}) T$$

De esta última ecuación nos damos cuenta que podemos calcular un valor estimado de  $E$  rápidamente por el cálculo de  $T/4$ . La diferencia entre  $I$  y  $E$  es que para encontrar  $E$  hemos considerado la orientación del plano orbital como fijo. Un valor real de  $I$  difiere muy poco del valor de  $E$ . Ahora sí:

Procedamos a encontrar los puntos que unidos nos darán en forma rápida una "pista terrestre" aproximada para una órbita particular de baja altitud y circular: Asumamos que un mapa de proyección polar está siendo utilizado y que tenemos un valor estimado del período,  $T$  (en minutos),

e inclinación de la órbita,  $i$  (en grados). Si un nodo ascendente ocurre en la latitud  $\phi_{an} = 0^\circ N$  y longitud  $\lambda_{an} = 0^\circ W$ , entonces el nodo descendente ocurrirá  $T/2$  minutos más tarde en  $\phi_{dn} = 0^\circ N$  y  $\lambda_{dn} = 180^\circ W + (T/8)^\circ W$ .

Entre esos dos puntos, el satélite estará en su punto más hacia el Norte:  $\phi_{np} = i^\circ N$  y  $\lambda_{np} = 270^\circ W + (T/16)^\circ W$  cuando  $i$  está entre 0 grados y 90 grados, o  $\phi_{np} = (180-i)^\circ N$  y  $\lambda_{np} = 90^\circ W + (T/16)^\circ W$  cuando  $i$  está entre 90 grados y 180 grados. Resumiendo tenemos los siguientes 3 puntos para el nodo ascendente asumido:

- 1)  $\phi_{an} = 0^\circ N$ ,  $\lambda_{an} = 0^\circ W$
- 2)  $\phi_{np} = i^\circ N$ ,  $\lambda_{np} = 270^\circ W + (T/16)^\circ W$   
para  $0 \text{ grados} < i < 90 \text{ grados}$ , o  
 $\phi_{np} = (180-i)^\circ N$ ,  $\lambda_{np} = 90^\circ W + (T/16)^\circ W$   
para  $90 \text{ grados} < i < 180 \text{ grados}$ , y,
- 3)  $\phi_{dn} = 0^\circ N$ ,  $\lambda_{dn} = 180^\circ W + (T/8)^\circ W$

que unidos nos dan una "pista terrestre" en forma rápida y aproximada:

#### OSCARLOCATOR

Es el método de rastreo más popular para los sa

telites AMSAT OSCAR 8, RS3 hasta RS8 y el UoSAT OSCAR 9.

Este consiste en dos partes :

- 1) Un mapa centrado en el Polo Norte
- 2) Una "pista terrestre" dibujada en una lámina de material transparente para ser montada so  
bre el mapa para que pueda ser rotada alrede  
dor del polo.

EL OSCARLOCATOR es usado con un calendario de órbitas. La tabla I muestra un día de tres meses del calendario del AMSAT OSCAR 8. Las 14 filas horizontales de información corresponden a las 14 órbitas que el OSCAR 8 hizo ese día. El calendario provee varias piezas de información. La primera columna contiene un número de referencia que identifica cada órbita. Las órbitas son numeradas desde el lanzamiento, comen  
zando con la órbita uno cuando el primer nodo ascendente ocurre. Las otras 2 columnas en el calendario presentan el tiempo y longitud del nodo ascendente (la latitud es cero, ya que un nodo ocurre en el Ecuador). El tiempo está dado en UTC (Universal coordinated time) usando

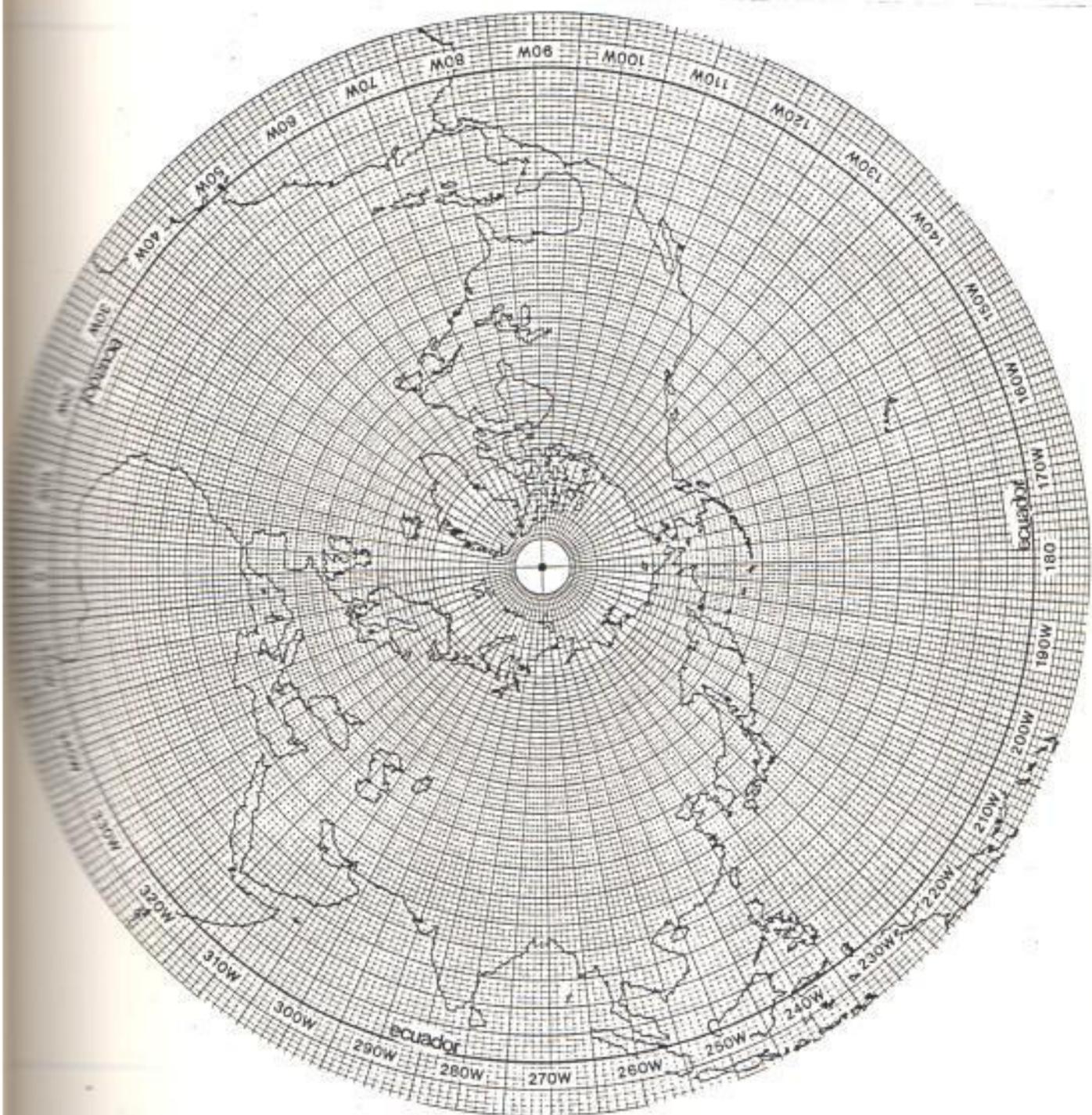


Fig. 1 MAPA CENTRADO EN EL POLO NORTE QUE FORMA PARTE DEL OSCARLOCATOR

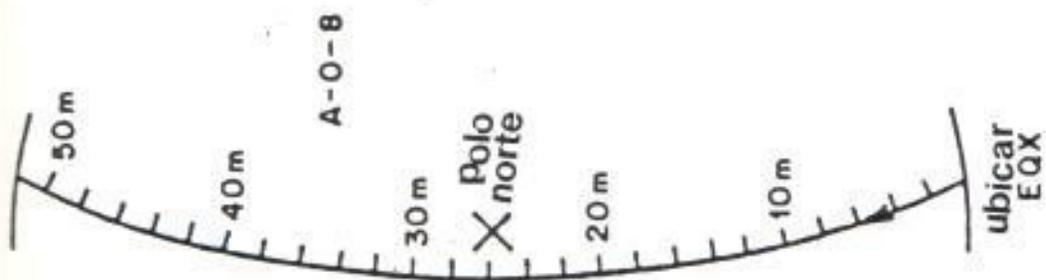


Fig. 2 PISTA TERRESTRE DEL SATELITE OSCAR 8

ORBITA Nº	TIEMPO UTC (H:M:S)	EQX (°W)
11695	00:53:37	66.0
11696	02:36:49	91.8
11697	04:20:01	117.6
11698	06:03:14	143.4
11699	07:46:26	169.2
11700	09:29:38	195.0
11701	11:12:50	220.8
11702	12:56:02	246.6
11703	14:39:15	272.4
11704	16:22:27	298.2
11705	18:05:39	324.0
11706	19:48:51	349.8
11707	21:32:03	15.6
11708	23:15:16	41.4

TABLA I CALENDARIO DE ORBITA DE UN DIA DEL SATELITE AMSAT-OSCAR 8  
21 de Junio (175) de 1980.

Horas:Minutos:Segundos [H:M:S] como notación. El número 173 en paréntesis indica que el día 21 de junio es el día número 173 de 1980. La mejor forma de aprender el uso del OSCARLOCATOR es ilustrándolo con un ejemplo y para ello hemos seguido la última órbita del día sábado 21 de junio de 1980. La órbita número 11.708 tiene un nodo ascendente a las 23:15:16 UTC y a una longitud de  $41,4^{\circ}W$  (para la mayoría de las aplicaciones es aceptable el redondeo del tiempo hasta minutos y el redondeo de la longitud). La lámina transparente con la "pista terrestre" deberá ser rotada hasta que el EQX se alinee con los  $41^{\circ}W$  de longitud en el mapa y deberá permanecer así durante toda la órbita.

La pista terrestre está dividida en intervalos de tiempo de 2 minutos cada uno, lo cual hace posible poder decir donde se encuentra el SSP en cualquier momento durante la órbita. A las 23:22 UTC (alrededor de 7 minutos después del EQX) el SSP estará en el punto A. Hasta aquí no nosotros podemos localizar el SSP del OSCAR 8 si tenemos un OSCARLOCATOR y un calendario de órbitas.

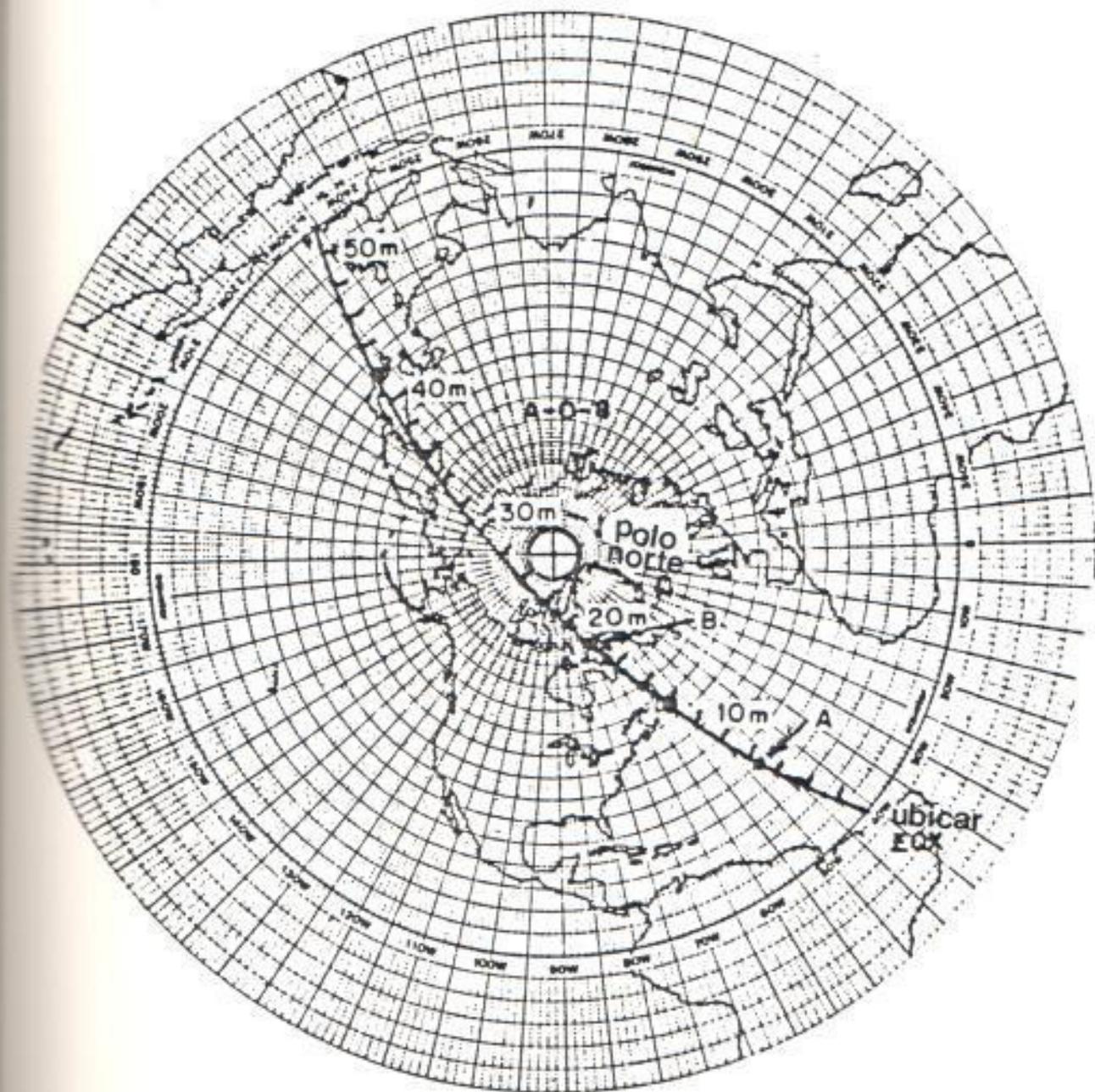


Fig. 3 PISTA TERRESTRE UBICADA SOBRE EL MAPA POLAR CON EL EQX UBICADO EN LOS 41°W DE LONGITUD.

Ahora nos interesa predecir cuando existe AOS y LOS y obtener información de hacia donde apuntar la antena. Enfrentemos primero el problema de predecir cuando existe adquisición de señal y cuando se la pierde: De la Tabla II podemos notar que el OSCAR 8 está en rango si la distancia entre el SSP y la estación terrena (medida a lo largo de la superficie de la tierra) es menor a 3.218 Km. Para utilizar esta información hay que dibujar un círculo de radio 3.218 Km. centrado en las coordenadas de la estación terrena, sobre el mapa del OSCARLOCATOR.

Continuemos con nuestro ejemplo: Veamos como una estación en Washington, DC. predecirla AOS y LOS. La Figura 4 muestra la pista terrestre y la telaraña (explicada más adelante) sobre el mapa del OSCARLOCATOR. En esta figura, el círculo más exterior de la telaraña es el círculo de adquisición (los círculos en el globo se distorsionan un poco cuando son dibujados en la mayoría de los mapas); y nos permite conocer que existe AOS en el punto A (alrededor de 7 minutos después de ocurrido el nodo ascendente) ya que el SSP entra en dicho círculo en ese momento y en esas coordenadas y que LOS ocurre en el

SATELITE	ALTURA	CIRCULO DE ELEVA- CION DE 0° (RADIO) (DISTANCIA DE ADQUISICION)	CIRCULO DE ELEVA- CION DE 30° (RADIO) (DISTANCIA DE ADQUISICION)	CIRCULO DE ELEVA- CION DE 60° (RADIO) (DISTANCIA DE ADQUISICION)
UoSAT- OSCAR 9	338 millas 544 Km.	1581 millas 2544 Km. 22.9°	488 millas 785 Km. 7.1°	178 millas 286 Km. 2.6°
AMSAT- OSCAR 8	565 millas 909 Km.	2000 millas 3218 Km. 29.0°	741 millas 1192 Km. 10.7°	280 millas 451 Km. 4.1°
AMSAT- OSCAR 7	907 millas 1459 Km.	2456 millas 3952 Km. 35.6°	1050 millas 1689 Km. 15.2°	414 millas 666 Km. 6.0°
RS3 $\alpha$ RS8	1050 millas 1690 Km.	2610 millas 4200 Km. 37.8°	1161 millas 1868 Km. 16.8°	464 millas 747 Km. 6.7°

TABLA II DISTANCIAS ENTRE EL SSP Y UNA ESTACION TERRENA DE ACUERDO A ANGULOS DE ELEVACION ESPECIFICOS

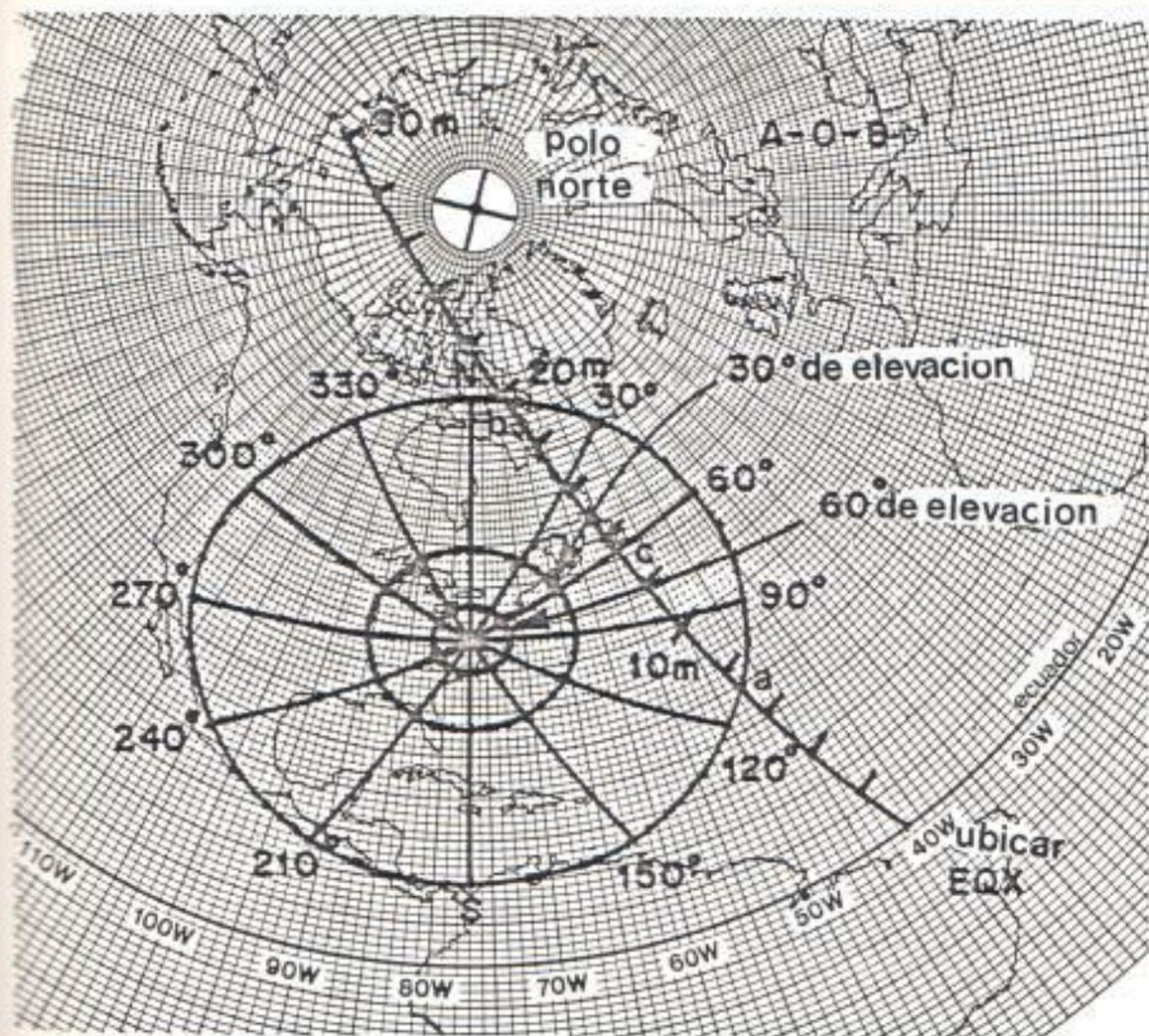


Fig. 4 TELARANA UBICADA SOBRE UNA ESTACION TERRENA EN WASHINGTON, D.C.

punto B [alrededor de 20 minutos después de ocurrido el nodo ascendente]. La distancia entre el SSP y la estación terrena es mínima en el punto C y es llamado el PCA "punto de mayor aproximación" (point of closest approach). En esta órbita, el PCA es alcanzado alrededor de 13 minutos después del nodo ascendente. El TCA "tiempo al cual ocurre la mayor aproximación" (time of closest approach), es 23:28 UTC.

Del análisis anterior concluimos que el OSCAR 8 estará en el rango de la estación en Washington alrededor de 13 minutos a partir de las 23:22 UTC durante la órbita número 11.708 de este satélite. Debido a que la estación en Washington ve el SSP dirigiéndose al norte, a esta órbita se la llama de "paso ascendente" (ascending pass). Notemos que el término de paso ascendente es relativo, ya que una estación en Japón vería al satélite dirigiéndose hacia el sur, por lo tanto ellos llamarán a esta órbita de "paso descendente" (descending pass).

Una estación terrena tiene por lo general acceso a dos o tres pasos ascendentes y a dos o tres pasos descendentes cada día para el OSCAR 8 y

otros satélites de baja altitud. Ahora que ya podemos predecir el AOS, LOS y el TCA, enfrentemos el problema de hacia donde apuntar la antena.

Para apuntar una antena tenemos que determinar 2 ángulos :

- 1) ELEVACION : ángulo sobre el plano horizontal hacia arriba o hacia abajo.

Cuando el SSP coincide con la localización de la estación terrena (el satélite directamente sobre la cabeza) la antena estará apuntada hacia arriba en ángulo recto con la horizontal ( $90^\circ$  de elevación). En las posiciones donde el SSP cruza el círculo de adquisición (AOS y LOS) la antena es puesta coincidiendo con la horizontal ( $0^\circ$  de elevación). Entre esos extremos (SSP dentro del círculo de adquisición), el ángulo de elevación estará entre 0 y 90 grados. El método de estimación de los ángulos de elevación que discutiremos provee la aproximación generalmente requerida.

Notemos que el círculo de adquisición está

compuesto de todos los puntos con  $0^\circ$  de elevación. Círculos correspondientes a varios otros ángulos de elevación pueden también ser dibujados alrededor de la estación terrena.

En la Figura 4, podemos observar los círculos de elevación a los  $30^\circ$  y  $60^\circ$  alrededor de la estación en Washington, DC. Una antena con un ángulo de media potencia relativamente ancho puesta a un ángulo de elevación de  $15^\circ$  trabajará muy bien si el SSP está entre el círculo de elevación de  $0^\circ$  (círculo de adquisición) y el círculo de elevación de  $30^\circ$ . De manera similar si el SSP está entre los círculos de elevación de  $30^\circ$  y  $60^\circ$ , una antena con un ángulo de elevación de  $45^\circ$  será suficiente. En la Tabla II se encuentran los datos para dibujar el círculo de adquisición y los círculos de elevación.

En nuestro ejemplo (la órbita número 11.708 del OSCAR 8) podemos estimar que la elevación en el PCA es aproximadamente  $20^\circ$  (ver Fig. 4). Una buena estrategia para una estación en Washington DC., durante este paso se

ría dejar la antena en  $10^\circ$  de elevación durante todo el tiempo. Notemos que los sistemas normales de antenas de radioaficionados, ni permiten, ni requieren de gran precisión para rastreo de satélites de la fase II; se tiene unos pocos grados de tolerancia.

- 2) ACIMUT : ángulo en el plano horizontal, de lado a lado, medido en el sentido de las manecillas del reloj con respecto al norte.

Direcciones acimutales radiando hacia afuera de una estación terrena, generalmente aparecen como líneas curvas en un mapa. La Fig. 4 muestra un grupo de tales curvas centradas en Washington. En nuestro ejemplo, ocurre el AOS en un acimut de  $110^\circ$ , el PCA en un acimut de  $50^\circ$  y el LOS en un acimut de  $5^\circ$  (ver Fig. 4).

El conjunto de círculos concéntricos de elevación junto con las curvas radiales de acimut, es lo que se conoce con el nombre de "telaraña".

Extendiendo la información hasta aquí presen

tada, podemos ahora determinar :

- Las regiones de la tierra que nos son accesibles vía satélite, y
- Las órbitas apropiadas para comunicación con estaciones distantes.

Tomando nuevamente el OSCAR 8 como ejemplo, la distancia máxima de adquisición para este satélite es 3.218 Km. (Tabla II), por lo tanto dos estaciones separadas por el doble de esta distancia (6.436 Km.) pueden comunicarse entre sí vía satélite, pero sólo cuando el SSP esté en el punto medio de la trayectoria del gran círculo uniéndolas. Podemos dibujar un círculo de cobertura, de radio igual al doble de la distancia de adquisición, para mostrar las regiones de la tierra que estarán en el rango de una estación terrena dada.

Así, una estación para saber si puede establecer comunicación con otra, tiene que chequear el círculo de cobertura. Como ejemplo, seleccionemos las órbitas adecuadas para comunicación entre Nueva York y Londres :

Dibujemos primero los círculos de adquisición

para cada estación en el mapa, como se muestra en la Figura 5.

Si el SSP del OSCAR 8 está en la región común de ambos círculos, la comunicación entre estas dos estaciones es posible. Para encontrar el mejor paso, rotamos la lámina con la pista terrestre, hasta que pase por el centro de la ventana. Como se muestra en la figura, el nodo ascendente ocurre a los  $26^{\circ}W$  y aproximadamente 11 minutos después se abre la ventana, para cerrar se luego de 8 minutos aproximadamente. Ahora rotamos la lámina ligeramente, para determinar los límites de los nodos ascendentes que permiten comunicación.

Encontramos que los pasos con EQX entre  $19^{\circ}W$  y  $31^{\circ}W$  permiten la comunicación entre Londres y Nueva York. Los nodos descendentes correspondientes son  $217^{\circ}W$  y  $229^{\circ}W$ . Una vez obtenidos estos límites, chequeamos un calendario de órbitas para encontrar las órbitas apropiadas.

#### CALENDARIO DE ORBITAS

Un cuidadoso análisis de la Tabla I, revela que cada línea en el calendario de órbita difiere

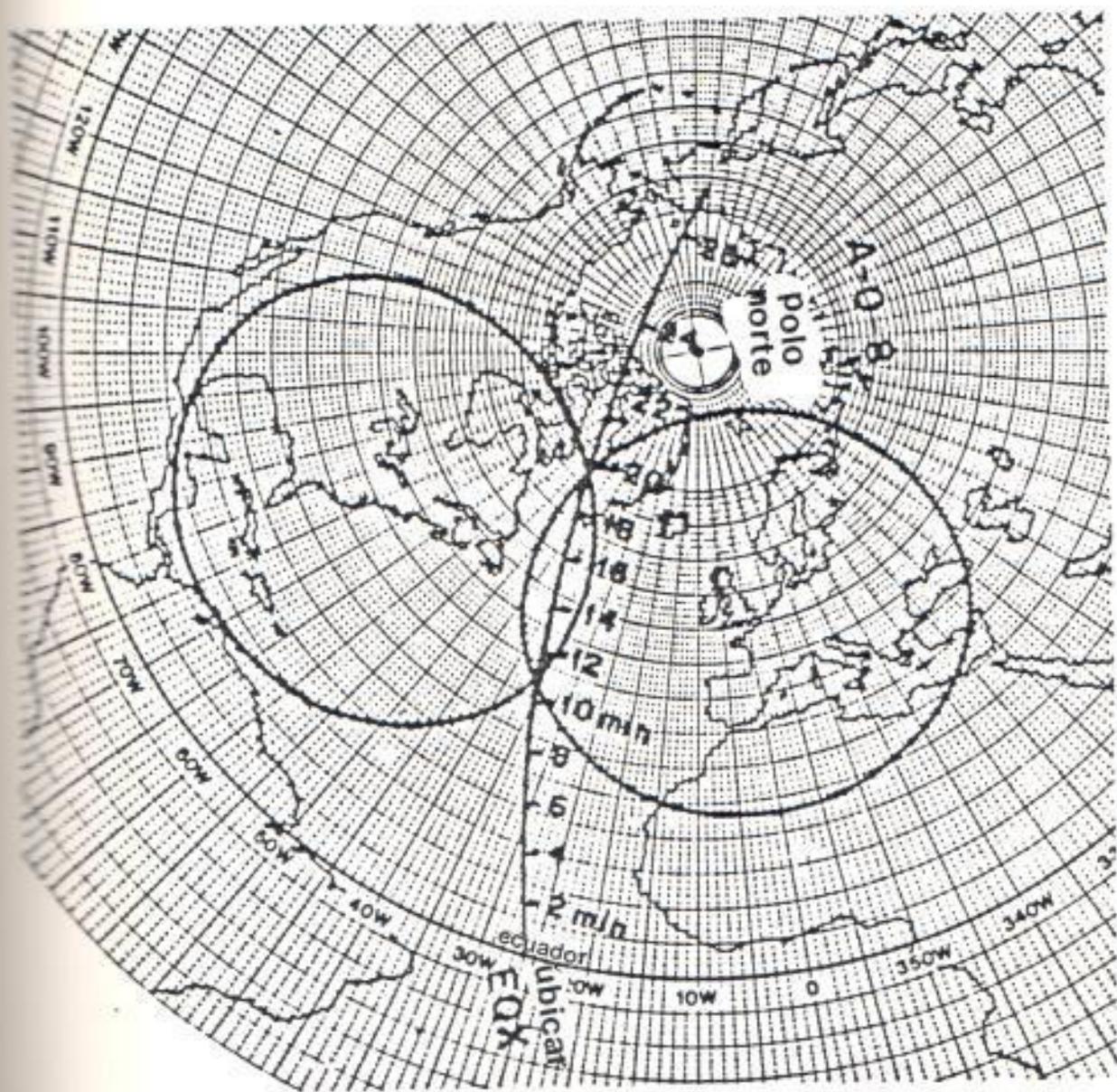


Fig. 5 ORBITA DEL OSCAR 8 PASANDO A TRAVES DE UNA VENTANA NUEVA YORK-LONDRES

de la anterior por 1:43:12 o 103,20 minutos (notación decimal) en la columna de tiempo y por  $25,8^\circ$  en la columna de longitud. Por lo tanto, si tenemos los datos de la primera órbita de un día, los datos de las órbitas restantes pueden ser obtenidos sumando sucesivamente 103,20 minutos a la columna de tiempo y  $25,8^\circ$  a la columna de longitud. El número 103,20 minutos es el período del OSCAR 8 y el número  $25,8^\circ$  es el incremento de longitud de este satélite, dado en  $^\circ W$  por órbita.

Un calendario de órbitas completo es muy largo, por eso, la mayoría de las revistas que dan esa información, presentan datos sólo para la primera órbita en cada día UTC, llamada órbita de referencia y proveen el período y el incremento, dejando al radioaficionado el cómputo de los datos para las órbitas restantes del día. Con una órbita de referencia es posible generar calendarios de órbitas por varios días o semanas, pero inexactitudes en los valores del período e incremento producirán errores acumulativos significativos en los resultados, por lo que es de importancia tener una lista de las órbitas de referencia por cada día.

SATELITE	PERIODO (minutos)	INCREMENTO (°W/ORBITA)
UoSAT-OSCAR 9	95.30	23.8
AMSAT-OSCAR 8	103.20	25.81
AMSAT-OSCAR 7	114.95	28.74
RS-3	118.46	29.76
RS-8	119.71	30.07

TABLA III PERIODO E INCREMENTO DE ALGUNOS SATELITES

A continuación se presenta el Calendario de Orbitas del año 1985 de los satélites RS5, RS7 y RS8, publicado por el Proyecto OSCAR :

mar		1 ene 1985 ( 1 )		Sub:		5 ene 1985 ( 5 )		MIER.		5 ENE 1985 ( 9 )	
UTC(RS)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG
115:57 83	39:12 78	159:11 92	81:31 84	0:32 75	149:52 56	220:36 115	320:16 85	521:2 102	130:27 59	220:36 115	320:16 85
315:30 113	238:24 109	359:3 122	251:9 114	159:43 106	349:36 126	358:45 144	358:55 150	359:14 162	320:16 85	358:45 144	358:55 150
515:3 143	437:36 138	558:46 163	450:36 144	358:55 150	647:24 156	650:11 174	650:21 182	717:7 188	429:12 145	628:45 175	717:7 188
711:37 173	636:48 169	758:24 183	650:11 174	558:7 165	747:9 186	849:44 204	847:16 199	946:55 216	628:45 175	828:19 205	917:49 221
910:43 203	835:59 199	928:20 213	849:44 204	787:16 195	946:55 216	1049:17 234	1045:20 228	1148:41 246	828:19 205	1027:52 235	1117:1 251
110:16 263	1035:11 220	1158:6 242	1049:17 234	956:30 225	1148:41 246	1248:16 264	1245:10 258	1346:12 276	1027:52 235	1227:26 265	1316:12 281
1508:50 293	1233:34 268	1357:51 303	1248:16 264	1155:42 255	1346:12 276	1448:54 294	1445:52 288	1546:11 306	1227:26 265	1426:58 295	1514:32 313
1709:23 323	1622:46 318	1751:23 333	1448:54 294	1354:52 285	1546:11 306	1647:57 324	1644:54 318	1744:58 336	1426:58 295	1626:31 325	1714:36 341
1908:56 353	1821:58 348	1951:9 363	1647:57 324	1554:5 315	1744:58 336	1847:30 354	1843:27 348	1944:44 366	1626:31 325	1826:5 353	1913:43 369
2108:26 383	2031:9 18	2156:4 33	1847:30 354	1765:17 345	1944:44 366	2047:9 24	2043:28 15	2148:28 36	1826:31 325	2015:38 38	2102:58 40
2308:2 53	2230:21 48	2356:40 63	2047:9 24	1958:28 35	2148:28 36	2246:31 54	2241:40 45	2345:19 66	2015:38 38	2225:11 55	2312:58 60
			2246:31 54	2151:40 48	2345:19 66	2350:52 74			2225:11 55	2312:58 60	
Mier		2 Ene 1985 ( 2 )		DOM.		6 ENE 1985 ( 6 )		JUEV.		10 ENE 1985 ( 10 )	
UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG
107:36 83	29:33 78	156:36 92	46:10 84	150:3 104	145:1 96	24:44 85	311:22 101	139:96 100	24:44 85	311:22 101	139:96 100
307:9 113	238:44 108	358:12 123	245:43 114	249:15 134	344:47 126	433:51 142	509:46 161	533:7 160	224:18 115	310:34 131	330:22 130
507:43 143	437:56 138	558:27 163	245:43 114	349:21 164	544:32 157	639:24 178	708:51 191	732:53 190	433:51 142	509:46 161	533:7 160
706:15 173	637:8 168	758:29 183	245:43 114	548:31 194	744:18 187	844:50 214	913:30 228	937:30 220	639:24 178	708:51 191	732:53 190
905:48 203	838:19 198	958:29 213	245:43 114	747:38 194	944:4 217	1043:55 234	1112:1 254	1136:50 247	844:50 214	913:30 228	937:30 220
1105:22 233	1038:31 228	1158:16 244	844:50 214	946:50 224	1144:4 217	1243:29 264	1312:13 284	1337:56 277	1043:55 234	1112:1 254	1136:50 247
1304:55 263	1238:42 258	1358:6 274	1243:29 264	1146:1 254	1343:50 247	1443:29 264	1512:13 284	1537:56 277	1243:29 264	1312:13 284	1337:56 277
1504:28 293	1438:54 288	1558:46 304	1443:29 264	1343:50 247	1543:2 307	1643:29 264	1712:13 284	1737:56 277	1443:29 264	1512:13 284	1537:56 277
1704:1 323	1639:6 313	1758:52 324	1643:29 264	1543:2 307	1843:2 307	1843:2 307	1912:13 284	1937:56 277	1643:29 264	1712:13 284	1737:56 277
1903:35 353	1839:17 347	1958:4 364	1843:2 307	1743:48 14	1943:52 7	1943:2 307	2012:13 284	2037:56 277	1843:2 307	1912:13 284	1937:56 277
2103:8 383	2039:25 17	2168:3 34	2041:42 54	2143:0 44	2142:38 37	2041:42 54	2110:17 40	2135:12 40	2041:42 54	2110:17 40	2135:12 40
2302:41 53	2230:41 47	2352:49 64	2241:16 54	2341:51 74	2342:24 67				2241:16 54	2341:51 74	2342:24 67
Juev		3 Ene 1985 ( 3 )		LUN.		1 ENE 1985 ( 1 )		VIER		11 ENE 1985 ( 11 )	
UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG
100:14 83	19:52 77	159:25 94	46:45 84	140:23 104	142:10 97	240:22 114	328:25 133	341:55 127	218:22 85	301:42 100	330:45 102
301:47 113	210:14 107	343:20 124	46:45 84	238:25 133	341:55 127	438:52 144	526:56 163	540:21 157	418:29 145	500:6 150	530:30 151
501:21 143	418:16 127	523:6 154	46:45 84	438:52 144	526:56 163	538:46 166	626:50 185	640:21 179	518:3 171	605:17 160	635:2 161
700:54 173	617:27 167	722:52 184	46:45 84	638:28 174	727:56 193	741:21 187	829:25 206	843:51 200	617:27 167	705:26 220	728:43 221
900:27 203	816:38 187	922:36 214	46:45 84	838:1 204	937:10 223	941:13 217	1029:17 236	1043:43 230	816:38 187	907:40 250	920:53 251
1100:1 233	1015:49 227	1122:29 244	838:1 204	1038:26 234	1136:21 253	1140:36 248	1228:40 267	1242:6 261	1015:49 227	1107:50 270	1121:19 271
1300:3 263	1215:0 257	1321:5 314	1038:26 234	1238:6 264	1336:23 283	1340:44 278	1428:48 297	1442:14 291	1215:0 257	1307:52 279	1321:19 281
1500:1 293	1414:14 287	1521:15 304	1238:6 264	1433:41 294	1531:45 313	1540:30 306	1628:34 325	1642:0 319	1414:14 287	1505:5 309	1520:6 311
1700:1 323	1613:25 317	1720:26 325	1433:41 294	1627:14 324	1725:56 343	1740:15 338	1826:40 354	1840:1 350	1613:25 317	1708:23 341	1722:37 343
1900:1 353	1812:36 347	1919:37 355	1627:14 324	1826:40 354	1925:2 19	1940:1 18	2026:34 366	2040:5 360	1812:36 347	1909:30 363	1923:41 365
2100:1 383	2011:47 377	2118:48 385	1826:40 354	2026:34 366	2122:38 43	2140:1 18	2226:38 49	2240:7 43	2011:47 377	2108:37 384	2122:37 383
2300:1 413	2210:58 407	2317:59 415	2026:34 366	2226:38 49	2322:41 56	2340:1 18	2426:42 61	2440:7 43	2210:58 407	2308:48 414	2322:37 413
Vier		4 Ene 1985 ( 4 )		MART.		6 ENE 1985 ( 6 )		SAB		12 ENE 1985 ( 12 )	
UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG	UTC(RES)JLNG
101:12 83	20:12 76	160:43 95	47:52 84	130:23 105	139:16 98	240:22 114	328:25 133	341:55 127	219:22 85	302:12 100	331:45 102
302:12 83	200:24 106	350:28 125	47:52 84	439:25 145	527:29 164	540:21 157	628:25 176	641:51 170	219:22 85	302:12 100	331:45 102
502:12 113	400:36 136	550:32 155	47:52 84	639:25 145	727:27 164	741:21 187	829:25 206	843:51 200	419:24 145	507:13 150	537:25 151
702:12 143	601:47 160	751:38 181	47:52 84	839:1 204	937:10 223	941:13 217	1029:17 236	1043:43 230	619:24 145	707:11 161	737:11 161
902:12 173	802:58 180	952:34 201	47:52 84	1038:26 234	1136:21 253	1140:36 248	1228:40 267	1242:6 261	819:24 145	907:40 250	920:53 251
1102:12 203	1004:09 196	1154:46 221	1038:26 234	1238:6 264	1336:23 283	1340:44 278	1428:48 297	1442:14 291	1019:24 145	1107:50 270	1121:19 271
1302:12 233	1106:20 226	1256:18 251	1238:6 264	1438:5 294	1536:23 313	1540:30 306	1628:34 325	1642:0 319	1219:24 145	1307:52 279	1321:19 281
1502:12 263	1207:31 255	1357:19 280	1438:5 294	1638:14 324	1736:16 343	1740:15 338	1826:40 354	1840:1 350	1419:24 145	1505:5 309	1520:6 311
1702:12 293	1308:42 287	1458:16 312	1638:14 324	1838:25 354	1936:2 19	1940:1 18	2026:34 366	2040:5 360	1619:24 145	1708:23 341	1722:37 343
1902:12 323	1409:53 301	1559:24 326	1838:25 354	2038:34 366	2136:36 43	2140:1 18	2226:38 49	2240:7 43	1819:24 145	1808:37 384	1822:37 383
2102:12 353	1511:04 329	1661:35 351	2038:34 366	2238:45 49	2336:47 56	2340:1 18	2426:42 61	2440:7 43	2009:34 36	2098:48 41	2123:31 42
2302:12 383	1612:15 357	1762:46 376	2238:45 49	2438:56 61	2536:58 68	2540:1 18	2626:52 75	2640:7 43	2209:34 36	2298:62 41	2323:31 42
2502:12 413	1713:26 385	1863:57 394	2438:56 61	2640:7 43	2738:9 54	2740:1 18	2826:42 71	2840:7 43	2409:34 36	2498:62 41	2523:31 42
2702:12 443	1814:37 413	1965:8 413	2640:7 43	2840:7 43	2938:11 61	2940:1 18	3026:44 68	3040:7 43	2609:34 36	2698:62 41	2723:31 42
2902:12 473	1915:48 441	2066:19 441	2840:7 43	3040:7 43	3138:13 69	3140:1 18	3226:46 75	3240:7 43	2809:34 36	2898:62 41	2923:31 42
3102:12 503	2016:59 469	2167:30 469	3040:7 43	3240:7 43	3338:15 77	3340:1 18	3426:48 83	3440:7 43	3009:34 36	3098:62 41	3123:31 42
3302:12 533	2118:10 497	2268:41 497	3240:7 43	3440:7 43	3538:17 85	3540:1 18	3626:50 91	3640:7 43	3209:34 36	3298:62 41	3323:31 42
3502:12 563	2219:21 525	2419:52 525	3440:7 43	3640:7 43	3738:19 93	3740:1 18	3826:52 97	3840:7 43	3409:34 36	3498:62 41	3523:31 42
3702:12 593	2320:32 553	2570:6 553	3640:7 43	3840:7 43	3938:21 101	3940:1 18	4026:54 103	4040:7 43	3609:34 36	3698:62 41	3723:31 42
3902:12 623	2421:43 581	2721:17 581	3840:7 43	4040:7 43	4138:23 109	4140:1 18	4226:56 111	4240:7 43	3809:34 36	3898:62 41	3923:

DOM.		13 ENE. 1985 ( 131		JUEV.		17 ENE. 1985 ( 171		LUN.		21 ENE. 1985 ( 213	
UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG
81-40 85	43-21 98	125-2 102	146-48 118	3-40 95	113-37 105	125-22 117	124-11 103	125-22 117	124-11 103	125-22 117	124-11 103
208-13 115	241-33 128	324-48 132	346-51 148	203-51 124	313-23 135	324-55 147	323-23 151	324-55 147	323-23 151	324-55 147	323-23 151
407-47 140	440-45 158	524-34 162	545-54 178	402-2 154	513-2 166	524-29 177	523-34 181	524-29 177	523-34 181	524-29 177	523-34 181
607-30 175	639-58 188	724-15 192	742-27 208	601-15 188	724-2 196	724-2 207	723-34 181	724-2 207	723-34 181	724-2 207	723-34 181
806-53 205	820-6 218	924-5 222	942-1 238	800-27 214	912-40 226	923-35 237	920-57 241	923-35 237	920-57 241	923-35 237	920-57 241
1006-26 235	1036-20 248	1123-51 252	1144-34 268	959-39 244	1110-26 256	1133-8 267	1120-9 271	1133-8 267	1120-9 271	1133-8 267	1120-9 271
1231-31 278	1232-36 282	1323-36 286	1344-7 298	1158-50 274	1312-11 288	1322-4 287	1319-21 300	1322-4 287	1319-21 300	1322-4 287	1319-21 300
1406-33 285	1436-43 308	1523-22 312	1543-40 318	1358-2 304	1515-57 316	1522-16 327	1518-32 330	1522-16 327	1518-32 330	1522-16 327	1518-32 330
1605-6 325	1635-55 338	1723-8 342	1743-13 348	1572-14 334	1711-43 346	1721-48 357	1717-44 0	1721-48 357	1717-44 0	1721-48 357	1717-44 0
1804-39 355	1835-6 7	1923-54 13	1942-47 38	1756-23 4	1911-29 18	1923-21 27	1916-56 30	1923-21 27	1916-56 30	1923-21 27	1916-56 30
2004-12 25	2034-18 31	2123-39 43	2143-20 55	1955-37 34	2111-14 48	2120-54 57	2116-7 60	2120-54 57	2116-7 60	2120-54 57	2116-7 60
2302-46 85	2323-30 67	2322-25 73	2341-53 88	2154-43 84	2311-0 76	2320-27 87	2315-19 90	2320-27 87	2315-19 90	2320-27 87	2315-19 90

LUN.		14 ENE. 1985 ( 141		MIEV.		18 ENE. 1985 ( 181		MART.		22 ENE. 1985 ( 221	
UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG
3-19 85	32-41 97	122-11 103	141-26 118	152-12 124	110-46 106	130-1 117	114-31 120	130-1 117	114-31 120	130-1 117	114-31 120
202-32 115	221-23 127	321-57 133	341-0 146	352-32 154	310-31 136	319-24 147	313-42 150	319-24 147	313-42 150	319-24 147	313-42 150
432-25 143	431-4 157	531-42 163	540-33 178	551-35 183	510-17 166	519-7 177	512-54 180	519-7 177	512-54 180	519-7 177	512-54 180
601-58 175	620-15 187	721-28 193	740-27 208	750-47 213	710-3 196	718-40 207	712-6 210	718-40 207	712-6 210	718-40 207	712-6 210
801-32 206	829-23 217	921-14 223	940-6 228	949-58 243	908-45 226	918-14 237	911-17 240	918-14 237	911-17 240	918-14 237	911-17 240
1001-6 238	1028-39 247	1120-50 253	1139-25 258	1149-10 273	1108-34 256	1117-47 287	1110-25 270	1117-47 287	1110-25 270	1117-47 287	1110-25 270
1200-38 268	1227-51 277	1320-42 283	1338-15 288	1348-22 303	1305-20 287	1317-30 293	1309-41 300	1317-30 293	1309-41 300	1317-30 293	1309-41 300
1400-11 298	1427-3 307	1520-31 313	1538-40 298	1548-32 323	1508-56 317	1516-53 323	1508-52 329	1516-53 323	1508-52 329	1516-53 323	1508-52 329
1759-18 258	1825-26 7	1920-2 14	1937-52 356	1946-45 371	1708-8 359	1716-26 357	1708-4 359	1716-26 357	1708-4 359	1716-26 357	1708-4 359
2028-51 23	2074-28 26	2119-48 44	2131-50 26	2145-57 33	1908-37 17	2115-23 57	2107-15 29	2115-23 57	2107-15 29	2115-23 57	2107-15 29
2358-34 56	2323-49 66	2319-34 74	2338-58 86	2345-8 63	2108-23 47	2315-6 87	2305-26 88	2315-6 87	2305-26 88	2315-6 87	2305-26 88
2357-57 86	2336-22 86	2344-20 93	2336-22 86	2344-20 93	2308-9 77	2315-6 87	2305-26 88	2315-6 87	2305-26 88	2315-6 87	2305-26 88

MART.		15 ENE. 1985 ( 151		SAB.		19 ENE. 1985 ( 191		MIEV.		23 ENE. 1985 ( 231	
UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG
157-31 116	23-19 85	23-19 85	23-19 85	126-5 116	143-31 123	143-31 123	107-64 107	114-39 117	104-50 119	114-39 117	104-50 119
357-4 146	32-41 97	32-41 97	32-41 97	331-36 146	342-43 153	342-43 153	307-40 137	314-12 147	304-2 149	314-12 147	304-2 149
556-27 176	431-4 157	531-42 163	540-33 178	535-11 176	541-25 183	541-25 183	507-26 181	512-46 177	503-14 179	512-46 177	503-14 179
706-10 205	620-36 182	718-37 194	734-45 206	741-6 212	707-12 197	741-6 212	707-12 197	713-19 207	702-25 209	713-19 207	702-25 209
895-43 238	819-47 216	918-42 224	934-18 238	940-18 242	906-57 227	940-18 242	906-57 227	912-52 227	901-37 229	912-52 227	901-37 229
1156-17 268	1018-59 248	1118-8 254	1133-18 268	1138-15 288	1138-15 288	1138-15 288	1100-49 269	1112-25 267	1100-49 269	1112-25 267	1100-49 269
1254-50 296	1218-51 278	1317-52 284	1323-24 298	1338-40 298	1306-29 287	1338-40 298	1306-29 287	1311-59 287	1300-0 289	1311-59 287	1300-0 289
1554-23 326	1417-22 305	1517-40 314	1522-57 326	1537-53 332	1506-15 317	1537-53 332	1506-15 317	1515-32 332	1459-12 323	1515-32 332	1459-12 323
1752-56 350	1618-34 336	1717-25 344	1732-31 356	1737-5 32	1706-0 347	1732-31 356	1737-5 32	1711-5 357	1658-32 359	1711-5 357	1658-32 359
1952-29 26	1815-46 8	1917-11 14	1932-4 27	1936-16 32	1905-46 18	1932-4 27	1936-16 32	1910-11 57	1857-35 28	1910-11 57	1857-35 28
2152-3 56	2014-57 36	2116-57 44	2121-37 57	2125-26 62	2102-32 48	2121-37 57	2125-26 62	2109-45 87	2058-47 58	2109-45 87	2058-47 58
2352-26 86	2316-9 68	2316-42 74	2321-10 87	2334-40 92	2305-17 78	2321-10 87	2334-40 92	2309-45 87	2355-58 88	2321-10 87	2355-58 88

JUEV.		16 ENE. 1985 ( 161		DOM.		20 ENE. 1985 ( 201		JUEV.		24 ENE. 1985 ( 241	
UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSS)JLNG
152-9 116	13-2 89	13-2 89	13-2 89	120-43 117	133-51 123	133-51 123	105-3 108	109-18 117	101-50 119	109-18 117	101-50 119
351-42 146	212-23 106	216-14 122	216-14 122	320-17 147	323-2 152	323-2 152	304-49 138	308-57 147	254-22 146	308-57 147	254-22 146
551-16 176	411-44 135	516-0 165	516-0 165	529-50 181	532-14 157	532-14 157	504-25 168	508-24 177	453-22 178	508-24 177	453-22 178
750-49 206	610-58 153	716-45 195	716-45 195	729-23 207	721-28 211	721-28 211	704-20 198	707-58 207	652-45 208	707-58 207	652-45 208
950-22 236	810-7 215	916-31 225	916-31 225	928-66 237	920-38 241	920-38 241	904-6 228	903-31 237	851-57 238	903-31 237	851-57 238
1149-35 266	1009-19 245	1116-17 255	1116-17 255	1128-30 267	1129-48 271	1128-30 267	1103-52 258	1107-4 267	1051-8 268	1107-4 267	1051-8 268
1349-28 296	1208-31 275	1315-3 285	1315-3 285	1328-3 297	1329-5 301	1328-3 297	1303-28 268	1308-37 297	1250-20 298	1308-37 297	1250-20 298
1549-3 326	1401-42 305	1514-48 315	1514-48 315	1527-36 327	1528-13 331	1527-36 327	1503-23 318	1506-10 327	1449-32 328	1506-10 327	1449-32 328
1748-28 356	1605-54 335	1714-34 345	1714-34 345	1727-9 357	1727-24 31	1727-9 357	1703-9 348	1709-44 357	1648-42 358	1709-44 357	1648-42 358
1848-8 26	1808-5 5	1914-20 15	1914-20 15	1926-42 27	1926-36 31	1926-42 27	1902-55 18	1905-17 27	1847-58 28	1905-17 27	1847-58 28
2147-41 50	2003-17 25	2114-6 42	2114-6 42	2126-16 57	2125-48 61	2126-16 57	2102-40 48	2104-50 57	2047-7 57	2104-50 57	2047-7 57
2347-14 80	2204-20 65	2313-51 75	2313-51 75	2325-49 87	2324-59 91	2325-49 87	2302-26 78	2304-23 87	2246-18 87	2304-23 87	2246-18 87

VIEW.		28 FEB. 1985 ( 25 )		HART.		26 FEB. 1985 ( 29 )		SAB.		2 FEB. 1985 ( 33 )	
UTC(RSS)JLNG	UTC(R58)JLNG	UTC(R57)JLNG	UTC(R58)JLNG	UTC(R57)JLNG	UTC(R58)JLNG	UTC(R57)JLNG	UTC(R58)JLNG	UTC(R57)JLNG	UTC(R58)JLNG	UTC(R57)JLNG	UTC(R58)JLNG
103156	117	45190	117	8047	112	4321	118	648	114	211	116
203130	147	24411	147	28032	142	2454	148	2060	144	22038	149
303130	177	44310	177	48118	172	4437	178	40512	174	42012	178
402136	208	64313	207	63014	202	64110	208	60424	204	61945	208
502139	238	84218	237	84350	232	84044	238	80335	234	81918	239
601143	268	104118	267	104335	262	104017	268	100347	263	103810	262
700148	298	124010	297	124311	292	123550	298	120158	293	123317	292
800152	328	143915	327	144311	322	143523	328	140110	323	143756	323
900155	358	163813	357	164332	352	163851	358	160022	353	163141	350
100159	388	183815	387	184438	382	183820	388	179933	383	182714	382
110159	418	203716	417	204342	412	203813	418	199845	413	192016	412
120159	448	223618	447	224810	442	223736	448	219757	443	211915	442
130159	478	243519	477	245811	472	243736	478	239718	473	231827	472
140159	508	263420	507	265812	502	263736	508	259718	503	251827	502
150159	538	283321	537	285813	532	283736	538	279718	533	271827	532
160159	568	303222	567	305814	562	303736	568	299718	563	291827	562
170159	598	323123	597	325815	592	323736	598	319718	593	311827	592
180159	628	343024	627	345816	622	343736	628	339718	623	331827	622
190159	658	362925	657	365817	652	363736	658	359718	653	351827	652
200159	688	382826	687	385818	682	383736	688	379718	683	371827	682
210159	718	402727	717	405819	712	403736	718	399718	713	391827	712
220159	748	422628	747	425820	742	423736	748	419718	743	411827	742
230159	778	442529	777	445821	772	443736	778	439718	773	431827	772
240159	808	462430	807	465822	802	463736	808	459718	803	451827	802
250159	838	482331	837	485823	832	483736	838	479718	833	471827	832
260159	868	502232	867	505824	862	503736	868	499718	863	491827	862
270159	898	522133	897	525825	892	523736	898	519718	893	511827	892
280159	928	542034	927	545826	922	543736	928	539718	923	531827	922
290159	958	561935	957	565827	952	563736	958	559718	953	551827	952
300159	988	581836	987	585828	982	583736	988	579718	983	571827	982
310159	1018	601737	1017	605829	1012	603736	1018	599718	1013	591827	1012
320159	1048	621638	1047	625830	1042	623736	1048	619718	1043	611827	1042
330159	1078	641539	1077	645831	1072	643736	1078	639718	1073	631827	1072
340159	1108	661440	1107	665832	1102	663736	1108	659718	1103	651827	1102
350159	1138	681341	1137	685833	1132	683736	1138	679718	1133	671827	1132
360159	1168	701242	1167	705834	1162	703736	1168	699718	1163	691827	1162
370159	1198	721143	1197	725835	1192	723736	1198	719718	1193	711827	1192
380159	1228	741044	1227	745836	1222	743736	1228	739718	1223	731827	1222
390159	1258	760945	1257	765837	1252	763736	1258	759718	1253	751827	1252
400159	1288	780846	1287	785838	1282	783736	1288	779718	1283	771827	1282
410159	1318	800747	1317	805839	1312	803736	1318	799718	1313	791827	1312
420159	1348	820648	1347	825840	1342	823736	1348	819718	1343	811827	1342
430159	1378	840549	1377	845841	1372	843736	1378	839718	1373	831827	1372
440159	1408	860450	1407	865842	1402	863736	1408	859718	1403	851827	1402
450159	1438	880351	1437	885843	1432	883736	1438	879718	1433	871827	1432
460159	1468	900252	1467	905844	1462	903736	1468	899718	1463	891827	1462
470159	1498	920153	1497	925845	1492	923736	1498	919718	1493	911827	1492
480159	1528	940054	1527	945846	1522	943736	1528	939718	1523	931827	1522
490159	1558	959955	1557	965847	1552	953736	1558	959718	1553	951827	1552
500159	1588	979856	1587	985848	1582	973736	1588	979718	1583	971827	1582
510159	1618	999757	1617	1005849	1612	993736	1618	999718	1613	991827	1612
520159	1648	1019658	1647	1025850	1642	1013736	1648	1019718	1643	1019718	1642
530159	1678	1039559	1677	1045851	1672	1033736	1678	1039718	1673	1039718	1672
540159	1708	1059460	1707	1065852	1702	1053736	1708	1059718	1703	1059718	1702
550159	1738	1079361	1737	1085853	1732	1073736	1738	1079718	1733	1079718	1732
560159	1768	1099262	1767	1105854	1762	1093736	1768	1099718	1763	1099718	1762
570159	1798	1119163	1797	1125855	1792	1113736	1798	1119718	1793	1119718	1792
580159	1828	1139064	1827	1145856	1822	1133736	1828	1139718	1823	1139718	1822
590159	1858	1158965	1857	1165857	1852	1153736	1858	1159718	1853	1159718	1852
600159	1888	1178866	1887	1185858	1882	1173736	1888	1179718	1883	1179718	1882
610159	1918	1198767	1917	1205859	1912	1193736	1918	1199718	1913	1199718	1912
620159	1948	1218668	1947	1225860	1942	1213736	1948	1219718	1943	1219718	1942
630159	1978	1238569	1977	1245861	1972	1233736	1978	1239718	1973	1239718	1972
640159	2008	1258470	2007	1265862	2002	1253736	2008	1259718	2003	1259718	2002
650159	2038	1278371	2037	1285863	2032	1273736	2038	1279718	2033	1279718	2032
660159	2068	1298272	2067	1305864	2062	1293736	2068	1299718	2063	1299718	2062
670159	2098	1318173	2097	1325865	2092	1313736	2098	1319718	2093	1319718	2092
680159	2128	1338074	2127	1345866	2122	1333736	2128	1339718	2123	1339718	2122
690159	2158	1357975	2157	1365867	2152	1353736	2158	1359718	2153	1359718	2152
700159	2188	1377876	2187	1385868	2182	1373736	2188	1379718	2183	1379718	2182
710159	2218	1397777	2217	1405869	2212	1393736	2218	1399718	2213	1399718	2212
720159	2248	1417678	2247	1425870	2242	1413736	2248	1419718	2243	1419718	2242
730159	2278	1437579	2277	1445871	2272	1433736	2278	1439718	2273	1439718	2272
740159	2308	1457480	2307	1465872	2302	1453736	2308	1459718	2303	1459718	2302
750159	2338	1477381	2337	1485873	2332	1473736	2338	1479718	2333	1479718	2332
760159	2368	1497282	2367	1505874	2362	1493736	2368	1499718	2363	1499718	2362
770159	2398	1517183	2397	1525875	2392	1513736	2398	1519718	2393	1519718	2392
780159	2428	1537084	2427	1545876	2422	1533736	2428	1539718	2423	1539718	2422
790159	2458	1556985	2457	1565877	2452	1553736	2458	1559718	2453	1559718	2452
800159	2488	1576886	2487	1585878	2482	1573736	2488	1579718	2483	1579718	2482

SAB.		26 FEB. 1985 ( 26 )		HART.		30 FEB. 1985 ( 30 )		DOH.		3 FEB. 1985 ( 34 )	
UTC(RSS)JLNG	UTC(R58)JLNG	UTC(R57)JLNG	UTC(R58)JLNG	UTC(R57)JLNG	UTC(R58)JLNG	UTC(R57)JLNG	UTC(R58)JLNG	UTC(R57)JLNG	UTC(R58)JLNG	UTC(R57)JLNG	UTC(R58)JLNG
58114	118	2619	118	454	113	4544	118	11738	120	251	119
592147	148	255131	145	24480	142	25520	143	21850	140	22451	149
603150	178	452133	175	44436	172	45213	178	41450	179	41812	176
614153	208	650135	205	64421	204	65013	209	61812	208	62421	206
625156	238	848137	235	84417	234	84813	243	81312	238	82421	236
636159	268	1046139	265	104411	264	104613	252	101312	268	102421	266
647162	298	1244141	295	124213	294	124413	261	121312	298	122421	296
658165	328	1442143	325	144015	324	144213	270	141312	328	142421	326
669168	358	1640145	355	164017	354	164213	279	161312	358	162421	356
680171	388	1838147	385	183819	384	184013	288	181312	388	182421	386
691174	418	2036149	415	203621	414	203813	297	201312	418	202421	416
702177	448	2234151	445	223423	444	223613	306	221312	448	222421	446
713180	478	2432153	475	243225	474	243413	315	241312	478	242421	476
724183	508	2630155	505	263027	504	263213	324	261312	508	262421	506
735186	538	2828157	535	282829	534	283013	333	281312	538	282421	536
746189	568										

6. FEB. 1985 ( 37 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
159-13	150	42-28
358-46	190	247-49
558-19	210	447-1
757-52	240	648-13
907-20	270	845-24
1156-59	300	1044-36
1356-32	330	1243-48
1556-5	0	1442-58
1733-36	30	1643-11
1933-12	60	1841-23
2154-48	90	2040-34
2356-18	120	2239-46
		106 2213-54
		62

7. FEB. 1985 ( 38 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
153-51	150	38-58
353-20	180	235-9
552-98	210	437-21
752-31	240	636-32
952-4	270	835-44
1151-3	300	1034-56
1351-11	330	1234-7
1550-44	0	1433-19
1750-17	30	1632-31
1949-50	60	1831-42
2148-24	90	2030-54
2348-57	120	2230-6
		105 2251-2
		92

8. FEB. 1985 ( 39 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
148-30	150	29-17
348-3	180	238-29
547-36	210	437-41
747-10	240	636-52
946-43	270	835-4
1145-16	300	1034-18
1345-46	330	1234-27
1545-22	0	1433-38
1744-56	30	1632-50
1944-29	60	1831-2
2144-3	90	2031-14
2343-32	120	2230-25
		104 2208-12
		94

9. FEB. 1985 ( 40 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
143-9	150	15-3
342-42	180	218-49
541-15	210	418-0
741-48	240	617-12
941-21	270	816-23
1140-55	300	1015-35
1340-28	330	1214-47
1540-1	0	1413-56
1739-34	30	1612-10
1938-7	60	1811-22
2138-41	90	2011-32
2338-14	120	2210-45
		103 2202-20
		95

10. FEB. 1985 ( 41 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
137-47	150	9-57
337-20	180	209-8
536-54	210	408-20
736-24	240	607-32
935-0	270	806-43
1134-33	300	1005-55
1333-6	330	1205-6
1532-10	0	1404-18
1731-43	31	1603-30
1930-76	61	1802-41
2129-19	91	2001-53
2328-53	121	2201-5
		102 2202-29
		95

11. FEB. 1985 ( 42 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
132-28	151	0-16
332-0	182	202-0
531-59	211	399-40
731-5	241	591-51
930-39	271	781-3
1129-12	301	971-14
1328-45	331	1161-26
1527-18	0	1351-38
1726-51	31	1541-49
1925-28	61	1731-51
2124-56	91	1921-13
2323-21	121	2111-24
		101 2109-32
		96

12. FEB. 1985 ( 43 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
127-4	151	149-48
326-38	181	348-59
526-11	211	548-51
725-44	241	747-23
925-17	271	946-34
1124-50	301	1145-46
1324-24	331	1344-57
1523-57	0	1544-9
1723-30	31	1743-21
1923-3	61	1942-32
2122-36	91	2141-44
2322-10	121	2340-56
		130 2366-22
		127

13. FEB. 1985 ( 44 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
121-43	151	140-7
321-16	181	339-19
521-49	211	538-31
721-23	241	737-42
921-56	271	936-54
1121-29	301	1135-6
1321-2	331	1334-17
1521-15	0	1533-29
1721-8	31	1732-40
1921-42	61	1931-52
2121-15	91	2131-4
2321-48	121	2331-15
		129 2353-41
		128

14. FEB. 1985 ( 45 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
116-22	151	125-27
315-55	181	323-39
515-28	211	522-50
715-1	241	722-3
914-34	271	921-14
1114-8	301	1120-25
1313-41	331	1320-33
1513-14	0	1520-48
1712-47	31	1720-6
1912-20	61	1920-12
2111-54	91	2120-23
2311-27	121	2320-35
		128 2350-49
		129

15. FEB. 1985 ( 46 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
111-0	151	120-47
310-33	181	319-58
510-7	211	519-10
709-40	241	718-22
909-13	271	917-33
1108-46	301	1116-45
1308-19	331	1315-56
1507-53	0	1515-8
1707-26	31	1714-20
1907-59	61	1913-31
2108-32	91	2112-43
2308-5	121	2311-55
		128 2347-58
		130

16. FEB. 1985 ( 47 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
105-39	151	111-6
305-13	182	310-18
504-45	212	509-30
704-18	242	708-41
903-52	272	907-53
1103-25	302	1102-4
1302-58	332	1301-16
1502-31	0	1500-28
1702-4	32	1701-39
1901-38	62	1900-51
2101-11	92	2100-3
2300-44	122	2300-14
		127 2325-7
		130

17. FEB. 1985 ( 48 )

UTC(RSS)JLNG	UTC(RS)JLNG	UTC(RS)JLNG
100-17	152	121-26
299-50	182	300-38
499-24	212	499-49
698-57	242	698-1
898-30	272	897-13
1098-3	302	1097-24
1297-37	332	1296-36
1497-10	0	1496-48
1696-43	32	1695-57
1895-16	62	1894-11
2094-49	92	2093-44
2293-23	122	2292-32
		126 2342-15
		131

18 FEB. 1985 ( 45 )		
LUM	UTC(RSS)JLNG	UTC(RSB)JLNG
54	56	152
26	25	182
45	2	212
53	36	242
83	3	272
103	3	302
123	3	332
143	3	362
163	3	392
183	3	422
203	3	452
223	3	482
243	3	512
263	3	542
283	3	572
303	3	602
323	3	632
343	3	662
363	3	692
383	3	722
403	3	752
423	3	782
443	3	812
463	3	842
483	3	872
503	3	902
523	3	932
543	3	962
563	3	992
583	3	1022
603	3	1052
623	3	1082
643	3	1112
663	3	1142
683	3	1172
703	3	1202
723	3	1232
743	3	1262
763	3	1292
783	3	1322
803	3	1352
823	3	1382
843	3	1412
863	3	1442
883	3	1472
903	3	1502
923	3	1532
943	3	1562
963	3	1592
983	3	1622
1003	3	1652
1023	3	1682
1043	3	1712
1063	3	1742
1083	3	1772
1103	3	1802
1123	3	1832
1143	3	1862
1163	3	1892
1183	3	1922
1203	3	1952
1223	3	1982
1243	3	2012
1263	3	2042
1283	3	2072
1303	3	2102
1323	3	2132
1343	3	2162
1363	3	2192
1383	3	2222
1403	3	2252
1423	3	2282
1443	3	2312
1463	3	2342
1483	3	2372
1503	3	2402
1523	3	2432
1543	3	2462
1563	3	2492
1583	3	2522
1603	3	2552
1623	3	2582
1643	3	2612
1663	3	2642
1683	3	2672
1703	3	2702
1723	3	2732
1743	3	2762
1763	3	2792
1783	3	2822
1803	3	2852
1823	3	2882
1843	3	2912
1863	3	2942
1883	3	2972
1903	3	3002
1923	3	3032
1943	3	3062
1963	3	3092
1983	3	3122
2003	3	3152
2023	3	3182
2043	3	3212
2063	3	3242
2083	3	3272
2103	3	3302
2123	3	3332
2143	3	3362
2163	3	3392
2183	3	3422
2203	3	3452
2223	3	3482
2243	3	3512
2263	3	3542
2283	3	3572
2303	3	3602
2323	3	3632
2343	3	3662
2363	3	3692
2383	3	3722
2403	3	3752
2423	3	3782
2443	3	3812
2463	3	3842
2483	3	3872
2503	3	3902
2523	3	3932
2543	3	3962
2563	3	3992
2583	3	4022
2603	3	4052
2623	3	4082
2643	3	4112
2663	3	4142
2683	3	4172
2703	3	4202
2723	3	4232
2743	3	4262
2763	3	4292
2783	3	4322
2803	3	4352
2823	3	4382
2843	3	4412
2863	3	4442
2883	3	4472
2903	3	4502
2923	3	4532
2943	3	4562
2963	3	4592
2983	3	4622
3003	3	4652
3023	3	4682
3043	3	4712
3063	3	4742
3083	3	4772
3103	3	4802
3123	3	4832
3143	3	4862
3163	3	4892
3183	3	4922
3203	3	4952
3223	3	4982
3243	3	5012
3263	3	5042
3283	3	5072
3303	3	5102
3323	3	5132
3343	3	5162
3363	3	5192
3383	3	5222
3403	3	5252
3423	3	5282
3443	3	5312
3463	3	5342
3483	3	5372
3503	3	5402
3523	3	5432
3543	3	5462
3563	3	5492
3583	3	5522
3603	3	5552
3623	3	5582
3643	3	5612
3663	3	5642
3683	3	5672
3703	3	5702
3723	3	5732
3743	3	5762
3763	3	5792
3783	3	5822
3803	3	5852
3823	3	5882
3843	3	5912
3863	3	5942
3883	3	5972
3903	3	6002
3923	3	6032
3943	3	6062
3963	3	6092
3983	3	6122
4003	3	6152
4023	3	6182
4043	3	6212
4063	3	6242
4083	3	6272
4103	3	6302
4123	3	6332
4143	3	6362
4163	3	6392
4183	3	6422
4203	3	6452
4223	3	6482
4243	3	6512
4263	3	6542
4283	3	6572
4303	3	6602
4323	3	6632
4343	3	6662
4363	3	6692
4383	3	6722
4403	3	6752
4423	3	6782
4443	3	6812
4463	3	6842
4483	3	6872
4503	3	6902
4523	3	6932
4543	3	6962
4563	3	6992
4583	3	7022
4603	3	7052
4623	3	7082
4643	3	7112
4663	3	7142
4683	3	7172
4703	3	7202
4723	3	7232
4743	3	7262
4763	3	7292
4783	3	7322
4803	3	7352
4823	3	7382
4843	3	7412
4863	3	7442
4883	3	7472
4903	3	7502
4923	3	7532
4943	3	7562
4963	3	7592
4983	3	7622
5003	3	7652
5023	3	7682
5043	3	7712
5063	3	7742
5083	3	7772
5103	3	7802
5123	3	7832
5143	3	7862
5163	3	7892
5183	3	7922
5203	3	7952
5223	3	7982
5243	3	8012
5263	3	8042
5283	3	8072
5303	3	8102
5323	3	8132
5343	3	8162
5363	3	8192
5383	3	8222
5403	3	8252
5423	3	8282
5443	3	8312
5463	3	8342
5483	3	8372
5503	3	8402
5523	3	8432
5543	3	8462
5563	3	8492
5583	3	8522
5603	3	8552
5623	3	8582
5643	3	8612
5663	3	8642
5683	3	8672
5703	3	8702
5723	3	8732
5743	3	8762
5763	3	8792
5783	3	8822
5803	3	8852
5823	3	8882
5843	3	8912
5863	3	8942
5883	3	8972
5903	3	9002
5923	3	9032
5943	3	9062
5963	3	9092
5983	3	9122
6003	3	9152
6023	3	9182
6043	3	9212
6063	3	9242
6083	3	9272
6103	3	9302
6123	3	9332
6143	3	9362
6163	3	9392
6183	3	9422
6203	3	9452
6223	3	9482
6243	3	9512
6263	3	9542
6283	3	9572
6303	3	9602
6323	3	9632
6343	3	9662
6363	3	9692
6383	3	9722
6403	3	9752
6423	3	9782
6443	3	9812
6463	3	9842
6483	3	9872
6503	3	9902
6523	3	9932
6543	3	9962
6563	3	9992
6583	3	10022
6603	3	10052
6623	3	10082
6643	3	10112
6663	3	10142
6683	3	10172
6703	3	10202
6723	3	10232
6743	3	10262
6763	3	10292
6783	3	10322
6803	3	10352
6823	3	10382
6843	3	10412
6863	3	10442
6883	3	10472
6903	3	10502
6923	3	10532
6943	3	10562
6963	3	10592
6983	3	10622
7003	3	10652
7023	3	10682
7043	3	10712
7063	3	10742
7083	3	10772
7103	3	10802
7123	3	10832
7143	3	10862
7163	3	10892
7183	3	10922
7203	3	10952
7223	3	10982
7243	3	11012
7263	3	11042
7283	3	11072
7303	3	11102
7323	3	11132
7343	3	11162
7363	3	11192
7383	3	11222
7403	3	11252
7423	3	11282
7443	3	11312
7463	3	11342
7483	3	11372
7503	3	11402
7523	3	11432
7543	3	11462
7563	3	11492
7583	3	11522
7603	3	11552
7623	3	11582
7643	3	11612
7663	3	11642
7683	3	11672
7703	3	11702
7723	3	11732
7743	3	11762
7763	3	11792
7783	3	11822
7803	3	11852
7823	3	11882
7843	3	11912
7863	3	11942
7883	3	11972
7903	3	12002
7923	3	12032
7943	3	12062
7963	3	12092
7983	3	12122
8003	3	12152
8023	3	12182
8043	3	12212
8063	3	12242
8083	3	12272
8103	3	12302
8123	3	12332
8143	3	12362
8163	3	12392
8183	3	12422
8203	3	12452
8223	3	12482
8243	3	12512
8263	3	12542
8283	3	12572
8303	3	12602
8323	3	12632
8343	3	12662
8363	3	12692
8383	3	12722
8403	3	12752
8423	3	12782
8443	3	

VIER. 27 DIC. 1985 (361)			
UTC(R55)LNG	UTC(R57)LNG	UTC(R58)LNG	
57'22	259	12'16	264
256'55	299	211'27	294
456'28	329	410'29	324
656'1	359	609'50	354
855'34	39	809'2	24
1055'8	59	1008'13	54
1254'41	89	1207'25	83
1454'14	119	1406'37	113
1653'47	149	1605'48	143
1853'21	179	1805'0	173
2052'54	209	2004'11	203
2252'27	239	2203'23	233

MART. 31 DIC. 1985 (365)			
UTC(R55)LNG	UTC(R57)LNG	UTC(R58)LNG	
35'56	270	132'43	290
235'29	300	331'55	320
435'2	330	531'6	350
634'26	0	730'18	20
834'9	30	929'30	50
1033'42	60	1128'41	80
1232'15	90	1327'53	110
1432'48	120	1527'4	140
1632'20	150	1726'16	170
1831'55	180	1925'28	200
2031'28	210	2124'39	230
2231'1	240	2323'51	259

SAB. 28 DIC. 1985 (362)			
UTC(R55)LNG	UTC(R57)LNG	UTC(R58)LNG	
52'0	269	2'35	263
251'33	299	201'46	293
451'7	329	400'58	323
650'40	359	600'9	353
850'13	39	759'21	29
1049'46	59	958'33	53
1249'19	89	1157'44	83
1448'53	119	1356'56	113
1648'26	149	1556'7	143
1847'59	179	1755'19	173
2047'32	209	1954'30	203
2247'6	239	2153'42	233
		2352'54	262

MIER. 1 ENE. 1986 (1)			
UTC(R55)LNG	UTC(R57)LNG	UTC(R58)LNG	
30'35	270	123'2	269
230'8	300	322'14	319
429'41	330	521'26	349
629'14	0	720'37	19
828'47	30	919'49	49
1028'21	60	1119'0	79
1227'54	90	1318'12	109
1427'27	120	1517'23	139
1627'0	150	1716'35	169
1826'34	180	1915'47	199
2026'7	210	2114'58	229
2225'40	240	2314'10	259

DOM. 29 DIC. 1985 (363)			
UTC(R55)LNG	UTC(R57)LNG	UTC(R58)LNG	
46'39	269	152'8	292
246'12	299	351'17	322
445'45	329	550'28	352
645'18	359	749'40	22
844'52	39	948'52	52
1044'25	59	1148'3	82
1243'58	89	1347'15	112
1443'31	119	1546'26	142
1643'5	149	1745'38	172
1842'38	179	1944'50	202
2042'11	209	2144'1	232
2241'44	240	2343'13	262

JUV. 2 ENE. 1986 (2)			
UTC(R55)LNG	UTC(R57)LNG	UTC(R58)LNG	
35'13	270	112'21	288
234'46	300	312'33	318
434'20	330	511'45	348
633'53	0	710'56	18
833'26	30	910'8	48
1032'59	60	1109'19	78
1232'32	90	1308'31	108
1432'6	120	1507'42	138
1631'39	150	1706'54	168
1831'12	180	1906'6	198
2030'45	210	2105'17	228
2229'18	240	2304'29	258

LUN. 30 DIC. 1985 (364)			
UTC(R55)LNG	UTC(R57)LNG	UTC(R58)LNG	
41'17	270	142'24	291
240'51	300	341'36	321
440'24	330	540'47	351
639'57	0	739'59	21
839'30	30	939'11	51
1039'3	60	1138'22	81
1238'37	90	1337'34	111
1438'10	120	1536'45	141
1637'43	150	1735'57	171
1837'16	180	1935'9	201
2036'50	210	2134'20	231
2236'23	240	2333'32	261

VIER. 3 ENE. 1986 (3)			
UTC(R55)LNG	UTC(R57)LNG	UTC(R58)LNG	
19'52	270	109'40	288
219'25	300	302'52	317
418'58	330	502'4	347
618'31	0	701'15	17
818'5	30	900'27	47
1017'38	60	1099'38	77
1217'11	90	1298'50	107
1416'44	120	1498'1	137
1616'17	150	1697'13	167
1815'51	180	1896'25	197
2015'24	210	2095'38	227
2214'57	240	2294'48	257

El dibujo de las telarañas siempre ha sido difícil cultoso, ya que significa pasar punto a punto un círculo en el globo terrestre a un mapa plano. Existen telarañas hechas para estaciones en las latitudes de  $30^{\circ}\text{N}$  y  $46^{\circ}\text{N}$  para cada satélite de la fase II, que trabajan con una buena aproximación para latitudes entre  $0^{\circ}$  y  $60^{\circ}$ , escogiendo de las dos, la telaraña más próxima a la latitud de nuestra estación terrena.

Una estación terrena localizada en Guayaquil, cuyas coordenadas son aproximadamente  $0^{\circ}\text{N}$  de latitud y  $80^{\circ}\text{W}$  de longitud, podría utilizar con cierta aproximación la telaraña para la latitud de  $30^{\circ}\text{N}$ . Para estaciones terrenas próximas al polo, existe un método llamado de los "dos minutos", y que consiste en ignorar la distorsión de los círculos de adquisición y de elevación y aproximarlos a círculos reales en el mapa plano, y las curvas reales de acimut aproximarlas a líneas rectas. Esta técnica no es conveniente utilizarla para una estación en Guayaquil, ya que los errores son peores mientras más lejos está la estación del polo, pero para ilustrar su uso, consideremos una estación en esta ciu-

dad.

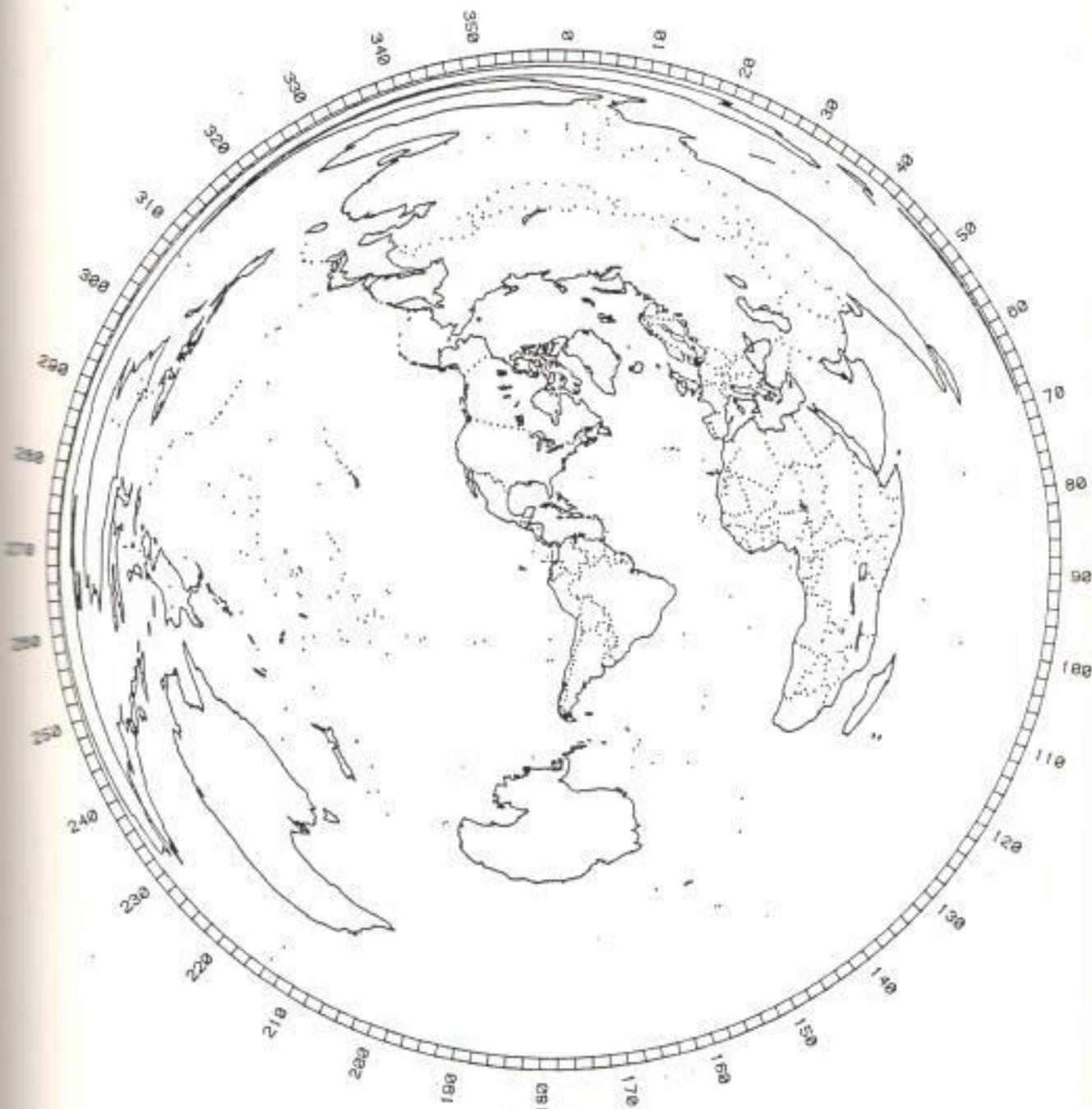
Tomemos, el satélite RS-8 para el ejemplo. De la Tabla II, vemos que la distancia de adquisición es de 4.200 Km., la que corresponde a un arco de  $37,8^\circ$  medidos a lo largo de la línea de longitud, sumado a la latitud de nuestra estación nos da un punto perteneciente al círculo de adquisición igual a  $37,8^\circ\text{N}$  de latitud y  $80^\circ\text{W}$  de longitud. Una vez que conocemos el centro del círculo ( $0^\circ\text{N}$ ,  $80^\circ\text{W}$ ) y un punto en la circunferencia ( $37,8^\circ\text{N}$ ,  $80^\circ\text{W}$ ) con un compás, podemos trazar un círculo, en este caso, el de adquisición de señal. Igual tratamiento se le da a los círculos de elevación. Las curvas de acimut pueden ser dibujadas como líneas rectas, dividiendo el círculo en ángulos con un graduador, siendo la línea que apunta hacia el Norte, la de  $0^\circ$  de acimut.

#### PROYECCION EQUIDISTANTE CENTRADA EN LA ESTACION TERRENA.

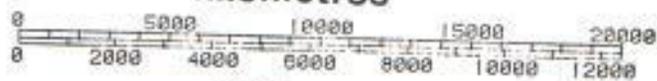
En este tipo de proyección, los círculos de adquisición y de elevación son aproximados a círculos reales y las curvas acimutales son aproximados a líneas rectas.

La proyección equidistante centrada en la estación terrena, es apropiada sólo para satélites de órbitas circulares y de baja altitud. Cuando se utiliza este tipo de proyección la construcción de la telaraña, se vuelve trivial, pero se complica un poco la pista terrestre. A diferencia del OSCARLOCATOR, la forma de la pista terrestre depende de la longitud del nodo as cedente.

Por lo anterior, no se puede dibujar una pista terrestre simple sobre una lámina transparente y reposicionarla para cada paso del satélite, sino que se dibuja pistas terrestres representa tivas para cada  $20^\circ$  de longitud para nodos as cedentes que entran en nuestros círculos de ad quisición. Las líneas de latitud pueden ser eti quetadas con el tiempo al más cercano nodo as cedente o descendente. El mapa debe ser cu bierto con una lámina plástica transparente para sobre ella dibujar la pista terrestre de una órbita particular con respecto a las pistas te restres representativas; una vez que dichas ór bitas dejan de sernos útiles, pueden ser borradas.



escala de distancias desde el centro  
kilometros



millas

Fig. 6 MAPA EQUIDISTANTE ACIMUTAL N5KR CENTRADO EN J. SANTORO

## 2.4 ANTENAS DE LA ESTACION TERRENA

Un elemento muy importante en todo sistema de comunicación es la antena. Antes de analizar sus características hagamos la diferencia entre antenas isotrópicas y antenas direccionales. Las antenas isotrópicas, son a aquellas que radian igual potencia en todas las direcciones, su concepto es muy útil como un patrón con el cual comparar otras antenas, a diferencia de las antenas direccionales, que radian mayor potencia en una dirección específica. Ahora sí, analicemos las características de las antenas :

### 2.4.1 CARACTERISTICAS

Las principales características de una antena son :

#### 2.4.1.1 GANANCIA Y EIRP

Un radio enlace imaginario entre dos estaciones A y B nos servirá para analizar estas características de transmisión, ya que estas son más fáciles de comprender y luego veremos como están relacionadas con las de recepción. Como el tipo de antena en la estación B

ra la comparación (con antena isotrópica), asumamos que usa un dipolo. La estación A (estación transmisora) puede escoger entre dos antenas, una direccional, cuyas propiedades deseamos determinar y una isotrópica. La estación A comienza utilizando la antena direccional y una potencia conveniente (P), tal que, ajustando la orientación de la antena, la estación B recibe una señal fuerte. La estación A entonces cambia a la antena isotrópica y ajusta la potencia  $P_i$  hasta que B recibe el mismo nivel de señal anterior. La ganancia G de la antena direccional está dada por la fórmula:  $G = \frac{P_i}{P}$

Si una potencia de 25 vatios con la antena direccional produce el mismo nivel de señal recibido en B que cuando se utiliza la antena isotrópica con una potencia de 500 vatios, la ganancia de la antena direccional es 20. Ahora supongamos que B es el satélite y A nuestra estación terrena. El satélite recibirá el mismo nivel de señal, si nosotros utilizamos una antena isotrópica con 500 vatios de potencia o una antena direccional con 25 vatios de potencia. En ambos casos la poten-

cia efectiva radiada isotrópicamente  
EIRP "potencia efectiva radiada isotró-  
picamente" (effective isotropic radia-  
ted power) es 500 vatios. La fórmula  
anterior puede escribirse como :

$$P_i = GP$$

El EIRP es igual al producto de la ga-  
nancia y la potencia de alimentación a  
la antena direccional.

Un EIRP de 500 vatios también puede  
ser producido por una antena direccio-  
nal con una ganancia de 4 y alimentado  
con 125 vatios o una antena direccio-  
nal con ganancia de 10 y alimentada  
con 50 vatios y así. La definición de  
EIRP que hemos usado, sólo depende de  
la potencia de alimentación y la ganan-  
cia de la antena.

En algunas ocasiones es utilizado como  
patrón de comparación al dipolo de me-  
dia longitud de onda, cuya ganancia es  
1,64 (2,14 dB) superior a la de un ra-  
diador isotrópico, obteniéndose por re

sultado que la ganancia de una antena se la ve mayor cuando se usa como referencia una antena isotrópica que cuando es un dipolo. Entonces tenemos :

$$G_i = 1,64 G_d$$

o

$$G_i \text{ (dB)} = G_d \text{ (dB)} + 2,14 \text{ (dB)}$$

donde :

$G_i$  : ganancia de una antena teniendo como referencia un radiador isotrópico.

$G_d$  : ganancia de una antena teniendo como referencia un dipolo.

La representación gráfica de las propiedades de radiación de una antena, se conoce con el nombre de patrón de radiación de la antena. Una antena direccional con una ganancia dada puede tener un solo lóbulo relativamente ancho o varios lóbulos finos como se muestra en la Fig. 7. Una antena con un sólo lóbulo es generalmente más deseable, ya que así la antena es mucho más fá-

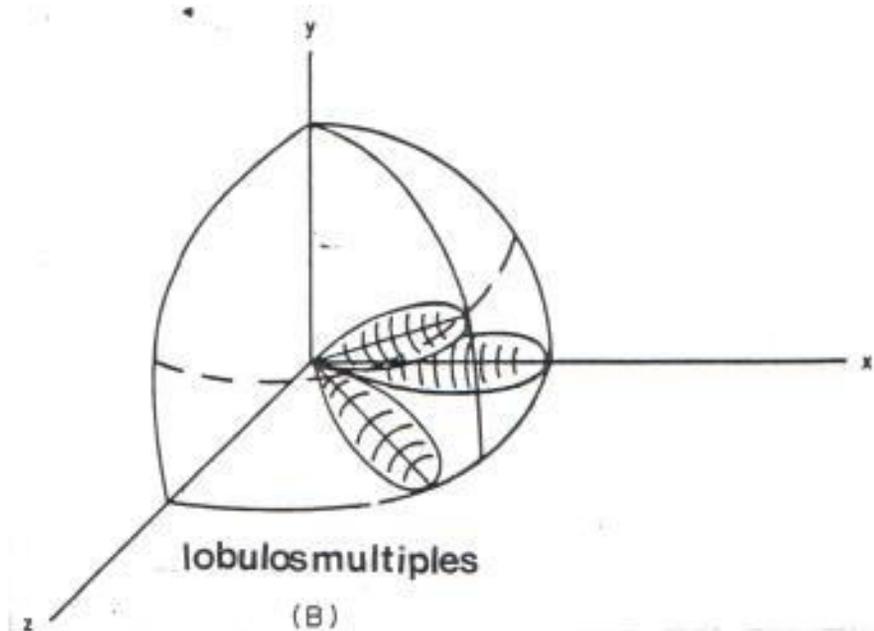
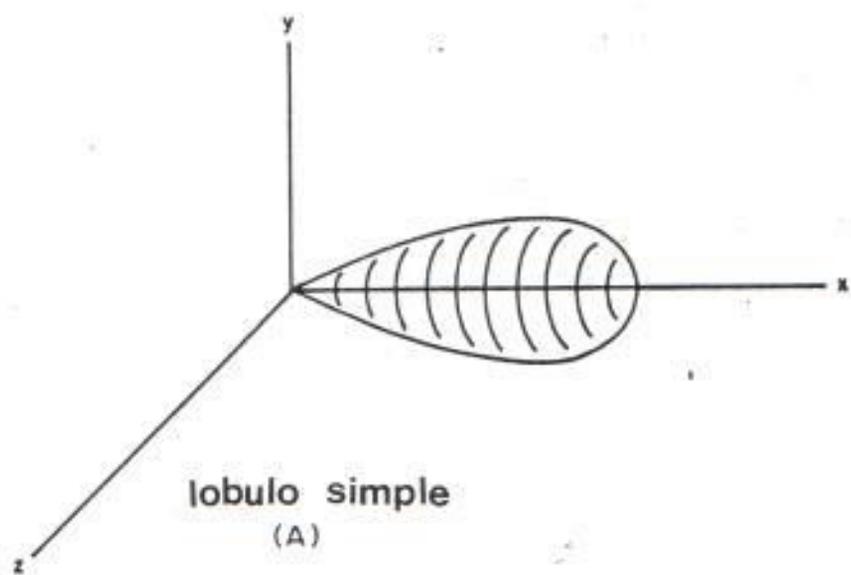


Fig. 1 ILUSTRACION DE PATRONES DE RADIACION

cil de apuntar y será menos susceptible a la interferencia de señales. Debido a que el dibujo cuantitativo en tres dimensiones de un patrón de radiación, es muy difícil, a menudo las propiedades direccionales de una antena, son dibujadas en uno o dos secciones transversales de dos dimensiones. Para comunicaciones terrestres, los planos transversales son referidos como plano horizontal (plano de acimut); y plano vertical (plano de elevación).

Una característica importante del patrón de radiación de una antena, es el ángulo de media potencia.

Antenas con ganancias elevadas son obtenidas por la concentración de la potencia radiada en una dirección específica, sacrificando el ángulo de media potencia. Muchas veces es deseable diseñar una antena cuyos patrones de radiación vertical y horizontal sean significativamente diferentes, pero sin embargo para muchas antenas direccionales

familiares, estos patrones son similares.

En los casos, en que una antena diseñada eficientemente produce patrones simétricos (independientes de la orientación de la sección transversal), el máximo ángulo de media potencia, para una ganancia dada, es aproximadamente :

$$\theta (^{\circ}) = 10 \sqrt{\frac{400}{G}}$$

Una ley básica en la teoría de antenas, conocida como el principio de reciprocidad, establece que el patrón de radiación de una antena, es el mismo para la transmisión y recepción.

Tomemos ahora la estación A, como la estación receptora. Si medimos la potencia de ruido que llega al receptor (independiente de la dirección) con ambas antenas (isotrópica y direccional) de igual eficiencia, encontraremos que dicha potencia es la misma. La antena direccional, capturará más ruido, que

la isotrópica, en la máxima dirección de su lóbulo principal y menos en las otras direcciones, pero el resultado total es que ambas capturan la misma potencia de ruido total.

Ahora veamos que pasa cuando la estación B transmite una señal de referencia a una potencia conveniente. La cantidad total de señal de potencia llegando a la estación A es fija, pero viene de una dirección particular, así una antena direccional apuntando hacia la estación B proveerá a la estación A con más señal de potencia que una antena isotrópica.

Cuando tenemos señal y ruido presentes (como en realidad ocurre), la antena direccional produce una mejor relación de S/N a la entrada del receptor de la estación A. El principio de reciprocidad no establece que una antena utilizada en recepción es también deseada como una antena de transmisión o viceversa (aunque a menudo ese es el caso).

Debemos tener claro lo siguiente :

- 1) En la transmisión el objetivo es producir el más grande nivel de señal posible en el punto receptor. Por lo tanto, alta eficiencia y ganancia son muy importantes.
- 2) En la recepción, el objetivo es obtener la mejor relación de S/N posible. Aunque alta eficiencia y ganancia pueden contribuir a este objetivo, la forma del patrón de radiación y la localización de sus nulos tienen un gran efecto en la relación de S/N por reducción del ruido y de señales de interferencia.

#### 2.4.1.2 EFICIENCIA Y POLARIZACION

Una antena transmitiendo, que es 100% eficiente, radia toda la potencia que llega a sus terminales de entrada.

Una eficiencia reducida, causa que la antena radie menor potencia en toda dirección pero sin afectar a su patrón

de radiación.

Cuando una onda de radio pasa por un punto en el espacio, el campo eléctrico en ese punto varía cíclicamente a la frecuencia de la onda. Cuando discutimos sobre la polarización de la onda de radio, estamos discutiendo las variaciones del campo eléctrico. El campo eléctrico puede variar en magnitud, en dirección o en ambos. La dirección del campo eléctrico está confinada al plano perpendicular a la dirección de propagación.

Si en un punto del espacio, la magnitud del campo eléctrico permanece constante pero en dirección cambia, tenemos polarización circular (CP). Si por el contrario, la dirección del campo permanece constante pero su magnitud cambia, tenemos polarización lineal (LP). Si tanto la magnitud y la dirección cambian, tenemos polarización elptica.

Dos de los varios enfoques para describir la polarización son de interés práctico para los radioaficionados. El primero considera a una onda polarizada elípticamente formada por una componente lineal y una componente circular. Si la magnitud del campo eléctrico varía muy levemente en el curso de cada ciclo, la componente circular domina. Si la magnitud del campo eléctrico disminuye a cerca de cero durante cada ciclo, la componente lineal domina.

Desde este punto de vista, la polarización lineal y la circular son simplemente casos de la polarización elíptica.

El segundo enfoque para describir la polarización, también considera a la onda polarizada elípticamente, formada por dos componentes, pero esta vez cada componente está polarizada linealmente con ambas en ángulo recto físicamente y  $90^\circ$  fuera de fase eléctricamente. Si los valores máximos de ambas

componentes de campo eléctrico son iguales, tenemos polarización circular, pero si un componente es siempre cero, tenemos polarización lineal.

La polarización de las ondas de radio dependen de la antena, nada tiene que ver el transmisor. Como las ondas de radio, las antenas pueden ser llamadas de acuerdo a la polarización de la onda que transmiten en la dirección de máxima ganancia.

La mayoría de las antenas más populares, tales como la helicoidal, las Vagi cruzadas, alimentadas  $90^\circ$  fuera de fase y la torniquete son antenas de polarización circular, ya que un observador en la dirección de máxima ganancia verá a la onda de radio con este tipo de polarización.

Si utilizamos una de estas antenas en nuestra estación terrena, es importante mantenerla apuntada hacia el satélite para aprovechar las ventajas de la

CP. Si una antena de este tipo es utilizada por la nave espacial, sólo veremos CP cuando la antena esté apuntando hacia nosotros. Algunas antenas producen polarización circular en la mayoría de sus lóbulos.

Nuestra descripción de una onda con polarización circular enfatizó que en un punto particular del espacio la magnitud constante del campo eléctrico rota a la frecuencia de la fuente.

Es importante especificar si el sentido de la rotación es a favor o en contra de las manecillas del reloj.

Por razones históricas, físicos e ingenieros electrónicos especificaron el sentido de la polarización en formas opuestas, un hecho que puede traer confusión. La norma establecida por la IEEE es muy utilizada recientemente por los radioaficionado y permite determinar si una antena es de polarización circular de mano derecha (RHCP),

si el campo eléctrico rota en el sentido de las manecillas del reloj o de polarización circular de mano izquierda (LHCP), si el campo eléctrico rota en sentido contrario a las manecillas del reloj.

La manera de determinar el sentido es ubicándose en la parte de atrás de la antena, y mirar en la dirección de máxima ganancia, escoger un punto en el eje principal y observar la posición del campo eléctrico en un instante particular y hacerlo nuevamente después de una fracción de ciclo. Como nosotros obviamente no podemos ver el campo eléctrico transmitido, en la sección siguiente veremos como determinar el sentido de la CP por inspección de la antena.

Aunque el nombre de la antena haciendo referencia a su polarización depende enteramente de sus propiedades de transmisión, los mismos nombres son aplicados cuando la antena es usada pa-

ra recepción. Una antena receptora, polarizada circularmente, responderá mejor a ondas de radio de polarización circular con el mismo sentido, de manera similar una antena receptora, polarizada linealmente, responderá mejor a ondas de radio polarizadas linealmente de la misma orientación.

#### 2.4.2 TIPOS PRACTICOS DE ANTENAS PARA LA ESTACION TERRENA.

En la modalidad A, para la transmisión y recepción se hacen necesarias las siguientes antenas:

##### 2.4.2.1 YAGI

La antena Yagi está formada básicamente por tres elementos : reflector, excitador y director. Esta antena es empleada tanto para la transmisión como para recepción, debido a sus características de directividad, mayor ganancia y fácil construcción.

La polarización que brinda esta antena puede ser lineal horizontal o lineal

vertical, y polarización circular si se combinan ambas modalidades de polarización lineal. La ganancia de la antena, así como la directividad están determinadas por el número de directores que posee.

Una antena Yagi es de polarización lineal horizontal cuando sus elementos están paralelos al plano tierra, y de polarización lineal vertical cuando sus elementos están perpendiculares al mismo plano.

La polarización circular se la obtiene cuando se construye una Yagi horizontal y una vertical como un solo sistema de antena y la forma de alimentación es tal que existen  $90^\circ$  de desfase entre ellas.

Para cambiar el sentido de rotación de la onda polarizada circularmente hacia la derecha o hacia la izquierda, utilizamos la norma establecida por la IEEE, es decir nos ubicamos en la parte de a

trás de la antena de la Fig. 8, y miramos hacia la dirección de máxima ganancia, poniendo atención al punto P localizado en el centro de los elementos excitados. El campo en P resulta de la suma de la componente paralela a AA' y de la componente paralela a BB'. Debido a los  $90^\circ$  de desfase, cuando una componente sea un máximo, la otra será un cero. Supongamos que A y B están conectados al centro de la línea de alimentación, por lo tanto si tomamos el instante en que la componente en A es un máximo, un cuarto de ciclo más tarde habrá un máximo en B, y ya que el campo rotó de A a B (en el sentido de las manecillas del reloj), habrá RHCP. Podemos cambiar a LHCP, si cambiamos la conexión de la alimentación, entre A y A' ó entre B y B', pero no cambiamos el sentido de rotación si la conexión de la alimentación entre A y A' y B y B' son cambiadas a la vez.

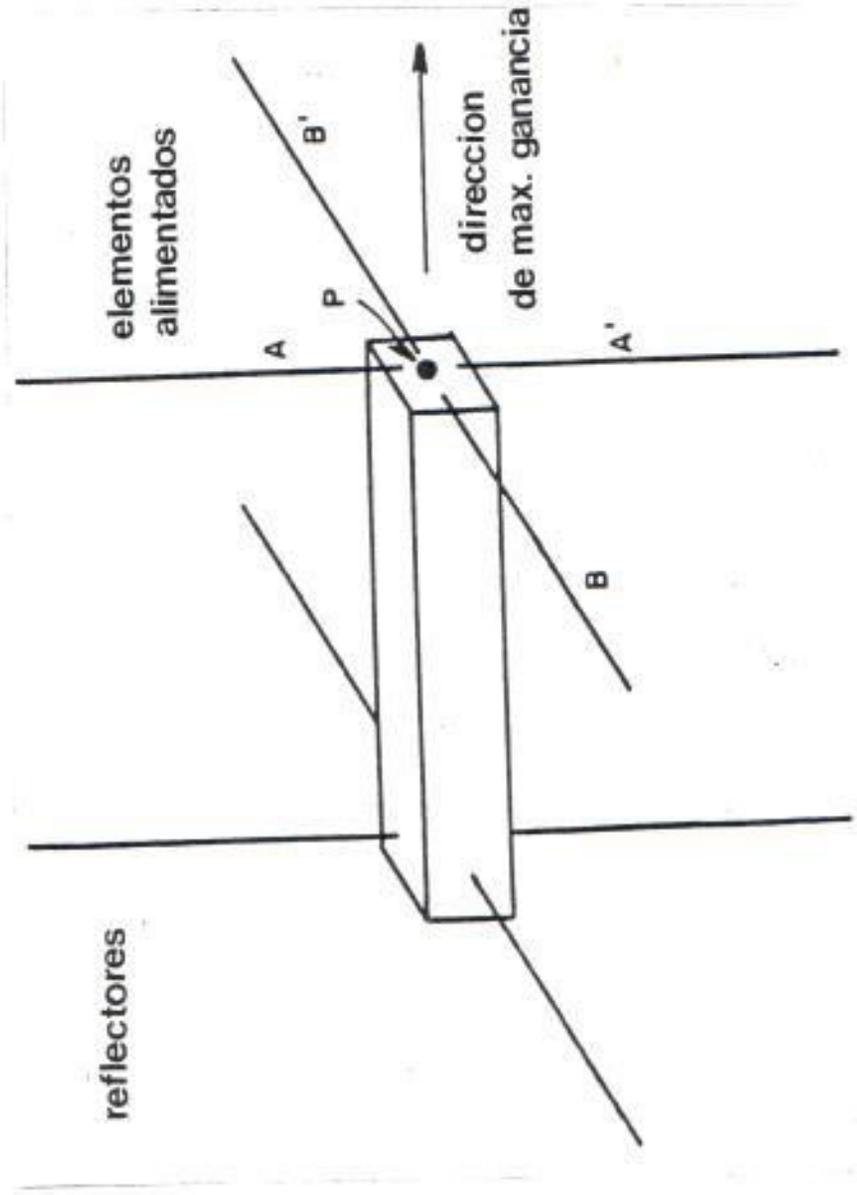


Fig. 8 PRODUCCION DE POLARIZACION CIRCULAR CON ANTENAS YAGI

#### 2.4.2.2 HELICOIDAL

La antena helicoidal es una de las más utilizadas para la transmisión en todas las modalidades de enlace. No es usada en la recepción del modo A, ya que sus dimensiones de construcción a esa frecuencia, no la hacen práctica. Esta antena es de polarización circular y su sentido queda fijo una vez construída.

Si parándose atrás del reflector, observamos que las vueltas de la espiral siguen el sentido de las manecillas del reloj, es de RHCP y viceversa. La directividad y ganancia de la antena helicoidal está dada por el número de vueltas que posee la espiral.

#### 2.4.2.3 TORNQUETE

Es una antena de CP, no directiva muy utilizada en transmisión y recepción para todos los modos, debido a su amplio lóbulo de radiación. La forma de alimentación y por ende polarización,

es idéntica a la de los Yagis con CP.

#### 2.4.2.4 LAZO

La antena Lazo es de polarización horizontal, no directiva muy utilizada en la recepción del modo A, debido a su fácil construcción.

#### 2.4.2.5 ACCESORIOS

Los accesorios más utilizados son los amplificadores y preamplificadores de radiofrecuencias, las líneas de transmisión de baja atenuación, conectores balanceados y rotores.

##### 2.4.2.5.1 ROTORES

Los rotores son herramientas indispensables para el rastreo del satélite en el espacio, ya que nos permite mover la antena en acimut y elevación. Es indispensable que el rotor de acimut tenga la cobertura de  $0^{\circ}$  a  $360^{\circ}$ ,

mientras que el de elevación requiere solamente de  $0^\circ$  a  $90^\circ$  de cobertura angular.

## 2.5 EFECTOS DEL ENLACE

Hasta aquí hemos considerado a las antenas operando en el espacio libre, lejos de objetos que afecten a su funcionamiento, pero en el mundo real, las reflexiones de las radiofrecuencias pueden tener un gran impacto en el funcionamiento de las antenas, especialmente esto es verdad para el plano vertical del patrón de radiación.

A ángulos de elevación bajos, una antena receptora verá dos señales : una señal directa y una señal reflejada por la tierra. Dependiendo de la diferencia de fase, esas señales podrán sumarse, dando hasta 3dB de ganancia a la señal, o causar interferencia destructiva produciendo nulos. El plano vertical del patrón de radiación por lo tanto a menudo consistirá de picos y nulos.

Las reflexiones de la tierra también afectan a la fase. Una onda polarizada verticalmente es reflejada sin ningún cambio de fase, pero una polarizada horizontalmen-

te experimenta un cambio de fase de  $180^\circ$ . Consideremos ahora como la polarización afecta a un enlace de comunicaciones que involucra a dos estaciones: T (la estación que transmite) y R (la estación que recibe). Cada estación puede escoger entre antenas que proveen RHCP, LHCP o LP.

La orientación de las antenas de LP puede ser variada por la rotación del campo eléctrico alrededor de la línea uniéndolo T y R. Asumamos que todas las antenas tienen la misma ganancia y cada una está apuntando hacia la otra estación.

Varias combinaciones posibles de enlaces pueden ser caracterizadas por la polarización en T, la polarización en R y la orientación relativa (en polarización lineal) o sentido (en polarización circular) de las antenas utilizadas.

Por ejemplo, (LP, CP, aleatorio) de la Tabla IV, puede significar o que T tiene una antena de LP y R una antena de CP, o viceversa, y que la orientación de la antena de LP es aleatoria.

Considerando la polarización de las antenas, es posible distinguir cinco tipos de enlaces de comunicación:

TIPO DE ENLACE	CARACTERISTICA
1	LP, LP acoplado
2	LP, LP aleatorio
3	LP, CP aleatorio
4	CP, CP igual sentido
5	CP, CP sentido opuesto

TABLA IV CINCO DISTINTOS TIPOS DE ENLACES DE COMUNICACION DE ACUERDO A LA POLARIZACION DE LAS ANTENAS.

- 1) LP, LP ACOPLADO : El nivel de la señal recibida es constante. Asumamos este enlace como referencia.
- 2) LP, LP ALEATORIO : La fuerza de la señal recibida varía desde un máximo igual al nivel de referencia cuando las dos antenas se encuentran paralelas hasta cero (teóricamente) cuando las dos antenas están perpendiculares. En la práctica, la atenuación es raramente más de 30 dB para la situación perpendicular.
- 3) LP, CP ALEATORIO : La fuerza de la señal recibida en este enlace es constante a 3dB bajo el nivel de referencia y es independiente de la orientación de la antena de LP y el sentido de la antena de CP.
- 4) CP, CP IGUAL SENTIDO : La fuerza de la señal recibida en este enlace es constante e igual a la señal de referencia.
- 5) CP, CP SENTIDO OPUESTO : Un modelo técnico simple predice atenuación infinita comparada a la señal del enlace de referencia, pero en la práctica, atenuaciones más grandes que 30dB son raras.

De acuerdo a la antena de un satélite específico, escogeremos la antena de nuestra estación terrena para rea

lizar el enlace más adecuado. Si la antena del satélite es linealmente polarizada, los tipos de enlace posible serán el 1, el 2 o el 3.

De los tres, el enlace tipo 1 es el mejor, ya que éste posee la señal más fuerte, pero desde el punto de vista práctico, éste es casi imposible, ya que la orientación de la onda que viene está continuamente cambiando debido al movimiento del satélite mientras rota.

Por lo tanto, estamos limitados a escoger entre los tipos de enlace 2 y 3. Aunque el enlace tipo 2 algunas veces proveerá una señal hasta 3dB más fuerte (en la orientación de acoplamiento) que en el enlace tipo 3, éste último algunas veces proveerá señales hasta 30dB más fuertes (en la orientación perpendicular) que en el enlace tipo 2, siendo así de los dos, el enlace tipo 3 el preferible.

Podemos hacer un análisis similar para un satélite con una antena que provee orientación circular. Escoger la antena de la estación terrena, es equivalente escoger los tipos de enlace 3, 4 o 5. El enlace tipo 4 es claramente preferible, pero notemos que el enlace tipo 3 provee señales, sólo 3dB más débiles y con ningún tipo serio de desvanecimiento como en el enlace tipo 2,

por ello en enlaces donde la relación S/N es generalmente buena, muchas estaciones terrenas prefieren la antena de LP por su simplicidad mecánica.

Las señales que llegan desde un satélite usualmente son elípticamente polarizadas y pueden ser pensadas como formadas por una componente lineal y una circular, como anteriormente vimos, además una estación terrena con antena de CP produce el mejor funcionamiento sea que la señal desde la nave espacial venga con LP o CP.

De lo anterior, podemos concluir que una estación terrena con una antena CP proveerá el mejor resultado en el caso general, donde las señales que llegan desde el satélite lo hacen con polarización elíptica.

El escoger la polarización para una antena de la estación terrena puede estar influenciado por otros factores como la rotación de Faraday y la modulación spin.

#### 2.5.1 ROTACION DE FARADAY

Cuando una onda de radio polarizada linealmente pasa a través de la ionósfera, la dirección del campo eléctrico rota lentamente alrededor de la dirección de propagación. Esta rotación conoci

da como el efecto Faraday es más notable en las frecuencias más bajas tales como 29 MHz y 146 MHz.

Sus efectos pueden ser observados por estaciones terrenas que usan antenas de LP. Ocurrirán desvanecimientos lentos cuando el ángulo entre la componente lineal de la onda que viene y la antena de la estación terrena cambia durante un paso. En el modo A este efecto es especialmente notable ya que la mayoría de los radioaficionados usan antenas de polarización lineal para la frecuencia de recepción en los 29 MHz.

El uso de una antena de CP en la estación terrena eliminaría esos efectos. Es importante notar que la polarización circular no soluciona totalmente el desvanecimiento, ya que éste también se debe al constante cambio de la orientación del patrón de radiación de las antenas a bordo de la nave espacial, debido a los giros que éste da.

#### 2.5.2 MODULACION SPIN

La posición relativa entre la estación terrena

y el patrón de radiación de la antena en el satélite cambiará momento a momento. Como sabemos, tanto la polarización, como la ganancia de la antena varían con la posición del observador. Por lo tanto, una estación terrena verá un cambio cíclico de la ganancia y polarización de la señal que recibe debido a la rotación del satélite; esos cambios son llamados modulación Spin.

La frecuencia de la modulación Spin depende de la rotación del satélite, la cual depende a la vez de la técnica empleada en la estabilización de la altitud. Los OSCAR 5, 6, 7 y 8 rotaban a frecuencias del orden 0,01 Hz (alrededor de una revolución cada cuatro minutos) después de unas pocas semanas en órbita.

La modulación Spin a 0,01 Hz suena como un desvanecimiento lento y su efecto en inteligibilidad es menor a menos que la señal caiga bajo el nivel del ruido.

Una estación terrena no puede hacer mucho para resolver el problema de verdaderas variaciones de ganancia, pero variaciones causadas por desacoplamiento de la polarización pueden ser mini-

mizados usando una antena de polarización circular.

### 2.5.3 EFECTO DOPPLER

Una estación receptora que está en reposo con respecto a la estación que transmite, recibirá a la frecuencia  $f_r$  de recepción igual a la de transmisión, mientras que si dicha estación está en movimiento relativo con respecto al transmisor o viceversa, recibirá a una frecuencia diferente  $f'_r$ . La relación entre estas frecuencias está dada por :

$$f'_r = f_r \pm \frac{v_r}{c} f_r$$

donde:

$f_r$  : frecuencia a la que recibe una estación en reposo con respecto al transmisor.

$f'_r$  : frecuencia a la que recibe una estación en movimiento con respecto al transmisor.

$v_r$  : velocidad relativa del receptor con respecto al transmisor.

$c$  : velocidad de la luz =  $3.00 \times 10^8$  m/s.

convención de signos :

Cuando la distancia entre la estación receptora y la estación transmisora está decreciendo, el signo "+" es utilizado ( $\delta'_r > \delta_r$ ) y cuando esta distancia se va incrementando, el signo "-" es el utilizado ( $\delta'_r < \delta_r$ ).

La ecuación anterior, es conocida como el desplazamiento Doppler cuando es escrita como sigue :

$$\Delta f = \delta'_r - \delta_r = \pm \frac{v_r}{c} \delta_r$$

Para poder calcular el  $\Delta f$  instantáneo necesitamos conocer la  $v_r$ , que puede ser obtenido en forma aproximada aplicando la definición de velocidad al gráfico de la Fig. 9. Así tenemos :

$$\bar{v}_r = \frac{\rho(t_b) - \rho(t_a)}{t_b - t_a}$$

donde:

- $\bar{v}_r$  : velocidad relativa aproximada
- $t_b$  : tiempo al cual el satélite pasa por el punto B.

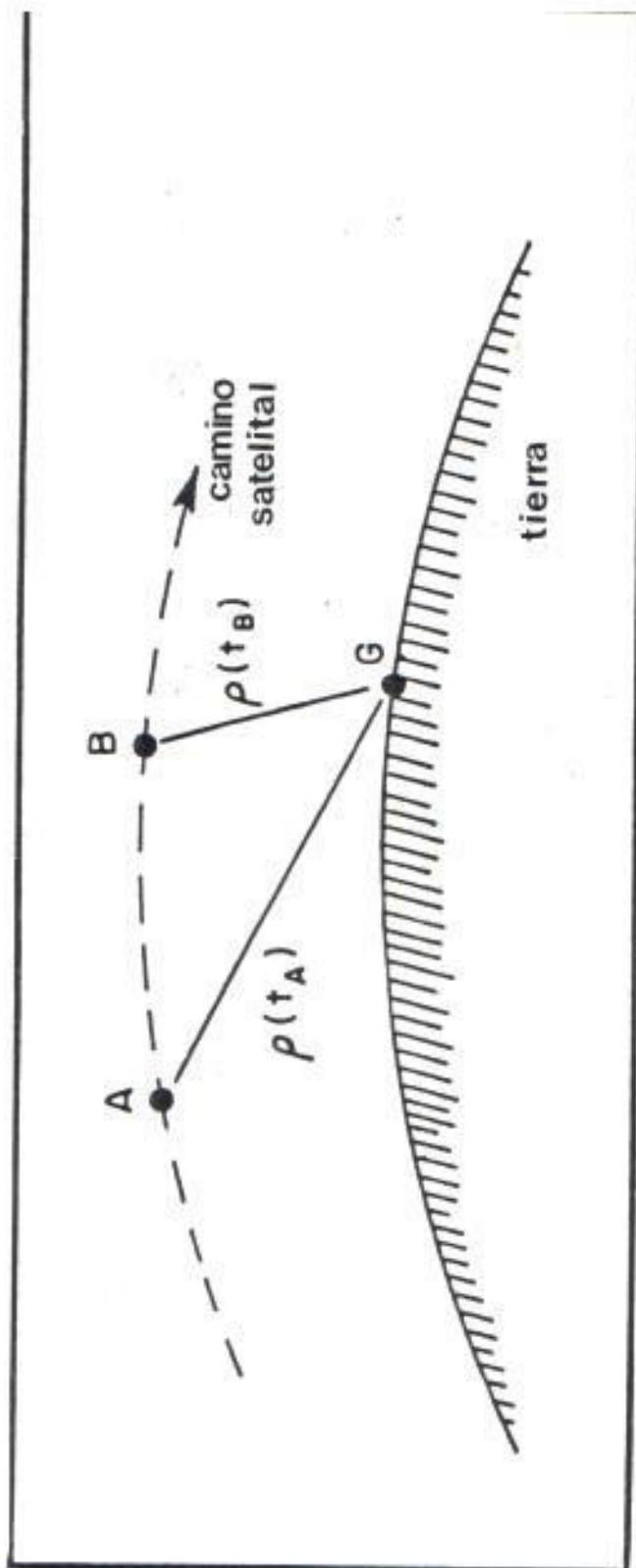


Fig. 9 EFECTO DOPPLER

$t_a$  : tiempo al cual el satélite pasa por el punto A.

$\rho(t_a)$ : rango de inclinación al tiempo  $t_a$ .

$\rho(t_b)$ : rango de inclinación al tiempo  $t_b$ .

Para calcular el rango de inclinación a los dos tiempos podemos aplicar la ecuación :

$$\rho = \{ [R+h]^2 + R^2 - 2R(R+h) \cos \{S/R\} \}^{1/2}$$

donde:

R : radio de la tierra= 6.371 Km.

h : altura del satélite

s : distancia del SSP a la estación terrena

Esta ecuación sirve tanto para órbitas circulares o elípticas ya que sólo depende de h y s. Para poder realizar un enlace y evitar que el efecto Doppler lo impida, es necesario que el radioaficionado esté monitoreando la señal corrida de la frecuencia de transmisión del satélite, es decir a una frecuencia mayor o menor ya sea que el satélite esté acercándose o alejándose respectivamente. En el TCA la estación terrena recibirá a la frecuencia de transmisión de la nave espacial.

## CAPITULO III

IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE COMUNICACION AMATEUR VIA SATELITE MODO A CON LOS SATELITES RADIO SPUTNIK RS5, RS6, RS7 Y RS8.

### 3.1 RECEPCION

Como vimos en la sección 2.2 del capítulo anterior, la frecuencia a la cual recibe la estación terrena en el modo A es de 30 MHz y específicamente para los radio Sputnik a las frecuencias que se muestran en la Tabla V.

#### 3.1.1 RECEPTOR

El receptor que utilizamos para la experiencia es un SWAN CYGNET modelo 270 que tiene las siguientes características :

RANGOS DE FRECUENCIAS:	80 m	3.5 a 4 MHz
	40 m	7.0 a 7.450 MHz
	20 m	14.0 a 14.450 MHz
	10 m	28.0 a 29.7 MHz

MODOS: SSB (A3J), CW (A1), AM

SUPRESION DE LA BANDA LATERAL NO DESEADA:

Mayor a 50 dB

SUPRESION DE LA PORTADORA :

Mayor a 60 dB

SALIDA DE AUDIO : 3 vatios con carga de 3.2 Ohms.

SENSITIVIDAD: Menor a 0.5 uV en la imped. de 50  
Ohms para una relación S/N de 10  
dB.

REQUERIMIENTOS DE POTENCIA: 12 Vdc, 25 A max.

117 Vac, 60 Hz, 3 A max.

DIMENSIONES: Altura 5 1/2 pulg.

Ancho 13 pulg.

Profundidad 11 pulg.

PESO : 24 lbs.

Este equipo transmite y recibe en los rangos de frecuencias especificado en sus características pero lo utilizamos sólo como receptor en la implementación de nuestro sistema, ya que a las frecuencias que transmite no nos es útil.

### 3.1.2 LINEAS DE TRANSMISION

La línea de transmisión que usamos es cable RG 8/U con conectores PL259 y cuyas características, entre las de otros cables, se encuentran

en las Tablas VI y VII.

### 3.1.3 ANTENAS

Antes de construir las antenas, escogemos la frecuencia media del pasabanda del enlace hacia abajo, de acuerdo a la siguiente tabla :

SATELITE	PASABANDA ENLACE HACIA ABAJO (MHz)
RS5	29.410-29.450
RS6	29.410-29.450
RS7	29.460-29.500
RS8	29.460-29.500

TABLA V FRECUENCIAS DEL ENLACE HACIA ABAJO

Entonces la frecuencia media para el enlace de bajada es 29.455 MHz.

Procedamos a la construcción de cada antena :

#### 1) TORNIQUETE :

$$f = 29.455 \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3.0 \times 10^8 \text{ m}}{29.455 \times 10^6 \text{ Hz}}$$

$$\Rightarrow \lambda = 10,185 \text{ m} \Rightarrow \lambda/2 = 5,093 \text{ m}$$

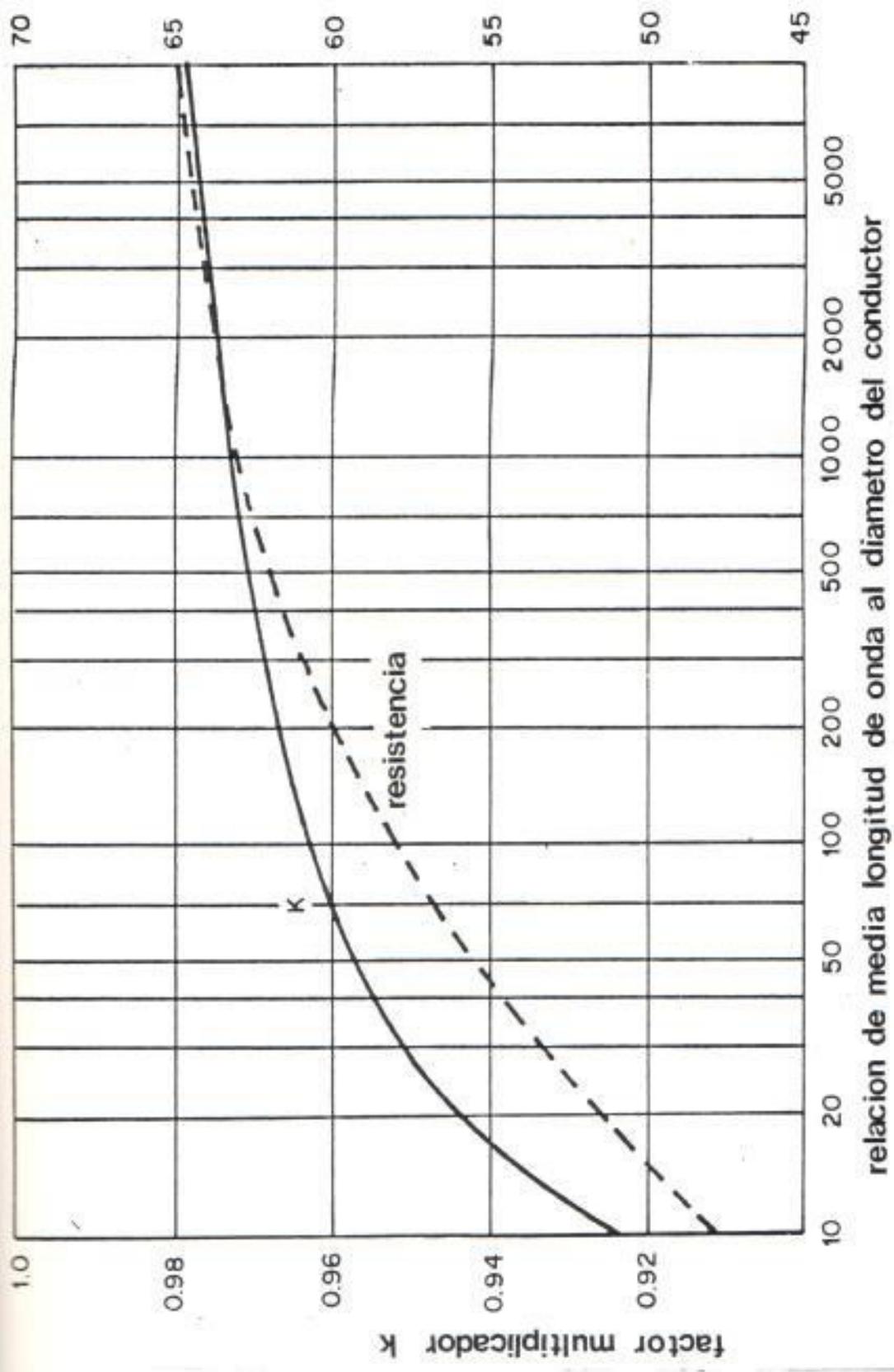


Fig. 10 CURVA QUE MUESTRA COMO EL FACTOR MULTIPLICADOR  $k$  VARIA CON LA RELACION DE  $\lambda/2$  AL DIAMETRO DEL CONDUCTOR.

dado el diámetro del material que se use para la construcción del torniquete, las medidas de  $\lambda$  se alteran por el fenómeno conocido como Efecto Terminal (END EFFECT), que no es otra cosa que la resistencia a la resonancia dada por el diámetro del material que se emplea para una frecuencia establecida.

Primero dividimos  $\lambda/2$  para el diámetro del material a usar, teniendo mucho cuidado en las unidades de medidas. El diámetro del material que usamos fue  $3/4" = 0.02$  m., por lo tanto :

$$\frac{\lambda/2}{\text{Diámetro}} = \frac{5.093 \text{ m.}}{0.02 \text{ m.}} = 254.65$$

Este valor en el gráfico anterior, nos da un valor de  $K = 0.975$  (resistencia a la resonancia) y entonces obtenemos :

$$\text{Longitud del dipolo (m)} = \frac{150 \times K}{f \text{ (MHz)}} = 4.965 \text{ (m)}$$

Esta longitud de casi cinco metros es la longitud total de los dipolos del torniquete.

Los reflectores son el 60% de la longitud del  $\lambda$  tomando en cuenta ya el factor K. Por lo tanto:

$$\lambda_K = (4.965)2 = 9.93 \text{ m.}$$

$$\Rightarrow \text{longitud del (m) reflector} = 0.6 (9.93) = 5.958 \text{ m.}$$

Así, la longitud de los reflectores es de 5.958 m. El espaciamento S entre los dipolos y los reflectores, depende del patrón de radiación que se de see obtener. El S que utilizamos para obtener una mayor cobertura del satélite fue de  $3/8\lambda$ .

Así :

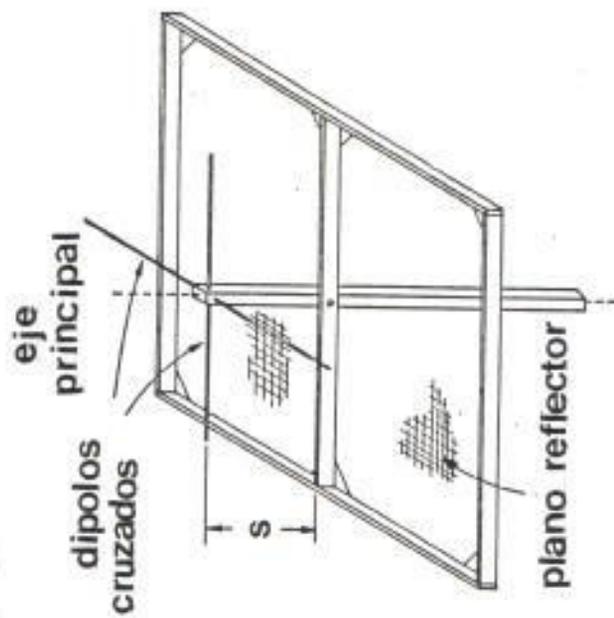
$$S = 3/8 (10.185) = 0.375 (10.185)$$

$$\Rightarrow S = 3.82 \text{ m.}$$

Debido a que necesitamos acoplar la impedancia del radioreceptor ( $50 \Omega$ ) a la antena, necesitamos de una sección de acoplamiento de  $50 \Omega$ , la misma que es obtenida como sigue :

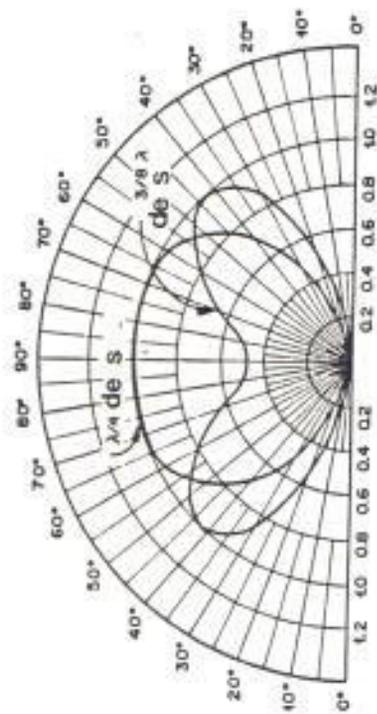
$$\text{Longitud de la sección de acoplamiento} = \frac{(\lambda) (V)}{4}$$

donde V es el factor de velocidad que es la rela ción entre la velocidad de la señal en la línea



(A)

torniquete



(B)

patron de radiacion

Fig. 11 ANTENA TORNIQUETE Y SU PATRON DE RADIACION PARA DOS VALORES DE S.

de transmisión y la velocidad de la señal en el espacio libre. Entonces tenemos :

$$\text{Longitud de la sección de acoplamiento (m)} = \frac{(10.185) (0.66)}{4} = 1.68 \text{ m.}$$

Este valor es el mismo para RG58, RG59, RG11 o RG8, todos de dieléctrico sólido, como lo podemos observar de la Tabla VI.

Si el dieléctrico es de FOAM, lo que tenemos que hacer es cambiar el factor de velocidad de 0.66 a 0.80 en la ecuación anterior y obtener la nueva longitud de sección de acoplamiento, la cual es de 2.037 m.

Para darle a la antena la polarización circular, necesitamos alimentar a uno de los dipolos con una línea de transmisión de 75 ( $\Omega$ ) de  $\lambda/4$  de longitud de onda, para lograr el desfase de  $90^\circ$  requerido entre ambos dipolos. Esto lo conseguimos usando el mismo procedimiento para la obtención de la longitud de la sección de acoplamiento. Por lo tanto, esta longitud es también de 1.68 m. para factor de velocidad de 0.66 y para FOAM de 2.037 m.

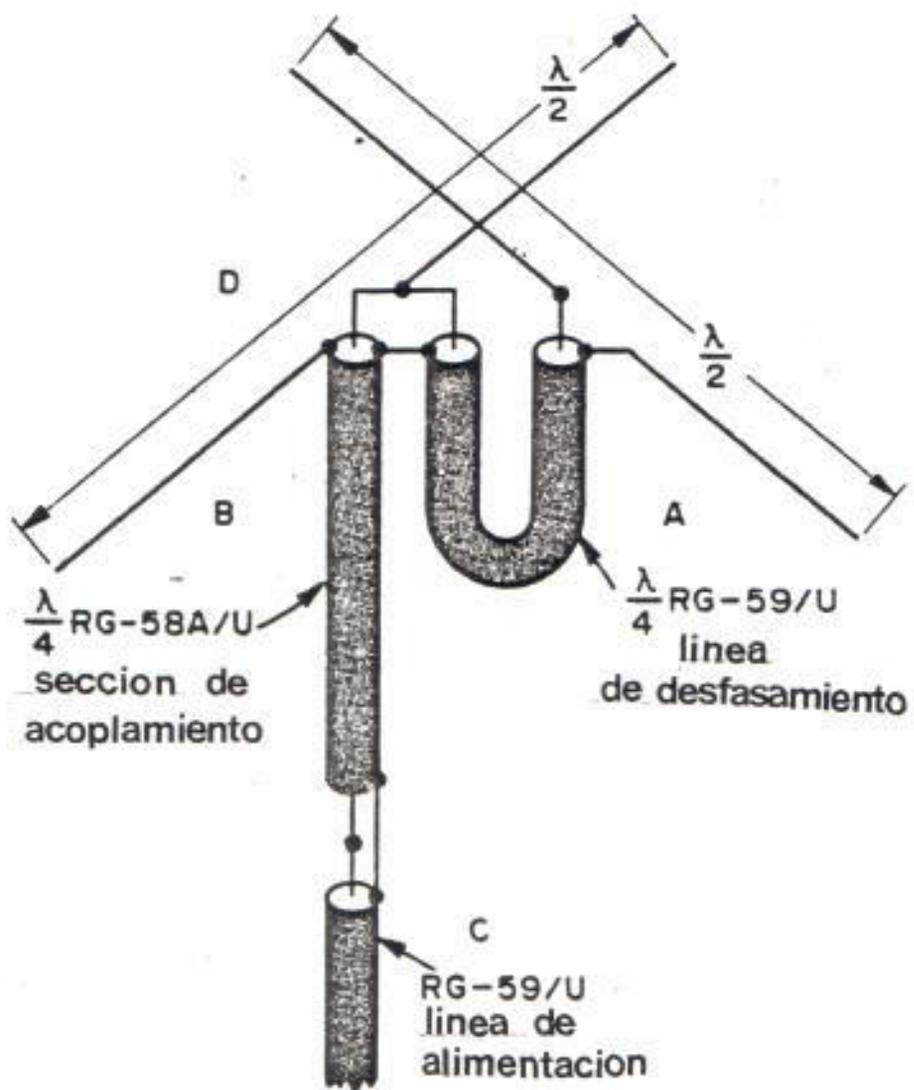


Fig. 12 DIMENSIONES Y CONEXIONES DE UNA ANTENA TORNIQUETE

TIPO DE LINEA	$Z_0$ ( $\Omega$ )	pF POR PIES	VELOCIDAD (%)	MATERIAL DIELECTRICO
RG-8/U	52.0	29.5	66	Polielileno
RG-9/U	51.0	30.0	66	Polielileno
RG-11/U	75.0	20.6	66	Polielileno
RG-58/U	53.5	28.5	66	Polielileno
RG-59/U	73.0	21.0	66	Polielileno
RG-141/U	50.0	29.4	70	Politetraflu- roetileno
RG-213/U	50.0	30.8	66	Polielileno

TABLA VI CARACTERISTICAS DE ALGUNOS TIPOS DE CABLE COAXIAL

PERDIDA DE POTENCIA CADA 100 PIES (dB)				
CABLE	29.5 MHz	146 MHz	435 MHz	1260 MHz
SERIE				
RG-58	2.5	5.5	12.0	22.0
RG-8	1.2	3.1	5.9	11.0
RG-213	1.2	3.1	5.9	11.0

TABLA VII VALORES DE ATENUACION APROXIMADA PARA ALGUNOS TIPOS DE CABLE COAXIAL

A partir de la sección de acoplamiento, puede ser utilizada cualquier longitud de cable de 75 ( $\Omega$ ) hasta el receptor.

## 2) PLANO DE TIERRA :

Este tipo de antena es de  $\lambda/4$ , polarización vertical y para el cálculo de sus dimensiones se aplican las mismas consideraciones de diseño del torniquete.

Entonces tenemos que la longitud del radiador se obtendrá en la siguiente ecuación :

$$\text{Longitud del radiador (m)} = \frac{300 \times K}{f \text{ (MHz)}} = \frac{75 \times K}{f \text{ (MHz)}}$$

$$\Rightarrow \text{Longitud del radiador (m)} = 2.48 \text{ m.}$$

Los radianes son obtenidos con la misma ecuación y agregándole al resultado el 5% de la longitud del radiador. Así :

$$\text{Longitud de los radianes (m)} = \frac{75 \times K}{f \text{ (MHz)}} \times (1.05) = 2.607 \text{ m.}$$

Para que exista acoplamiento de impedancias

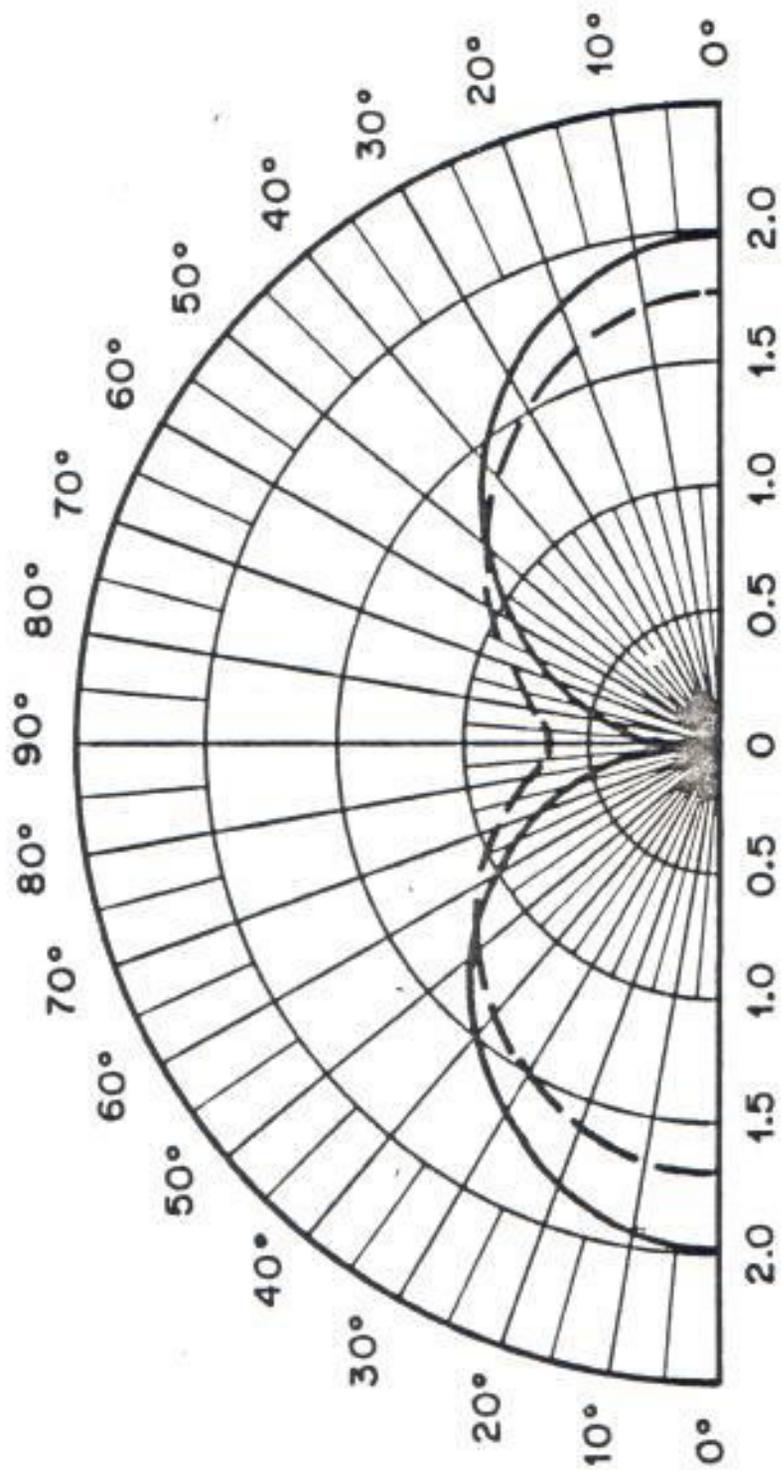


Fig. 13 PATRON DE RADIACION DE UNA ANTENA PLANO DE TIERRA

con el receptor ( $50\Omega$ ), necesitamos que exista un ángulo de  $45^\circ$  entre la Horizontal y los radianes, ya que de estar perpendiculares al radiador, su impedancia sería de  $75\Omega$ . El número mínimo de radianes que se utiliza es de tres .

#### 3.1.4 ACCESORIOS

En la recepción, un preamplificador puede ayudar a detectar señales débiles. Existen algunos diseños que utilizan el MOSFET de puerta dual RCA A0673 y muchos de ellos gozan de ser simples, pequeños, de buen funcionamiento, bajo costo y flexibilidad.

Un circuito que goza de las cualidades mencionadas es el diseñado por Gerald C. Jenkins, W4CAH, el cual una vez conectado al receptor, simplemente se sintoniza la entrada (C1) y la salida (C4).

Los valores de los elementos utilizados en el diseño, se encuentran en el gráfico y los que varían de acuerdo a la frecuencia (se puede usar este diseño para 6 y 2 metros también) en

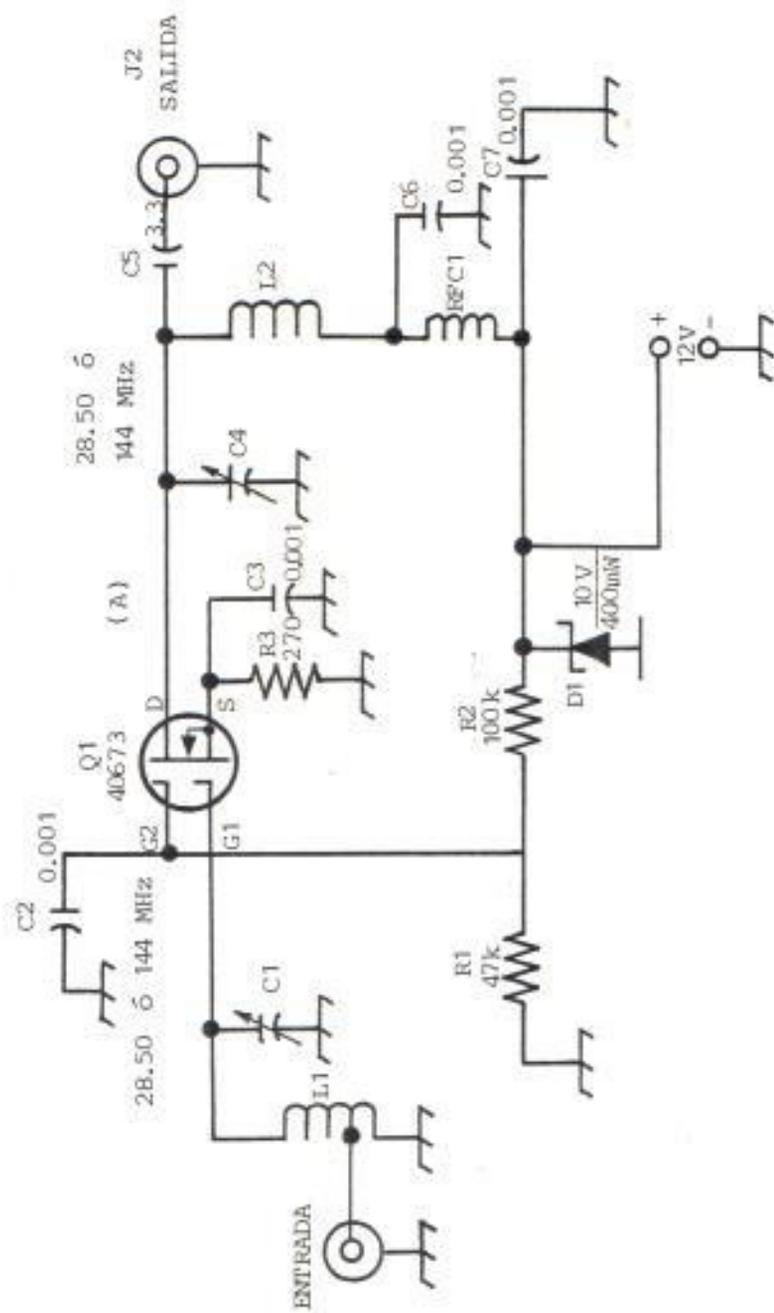


Fig. 14 PREAMPLIFICADOR UTILIZADO EN LA RECEPCION

la siguiente tabla :

ELEMENTO	$f = 28 \text{ MHz}$
L1	17 vueltas de alambre #28 sobre un núcleo Amidon T-50-6 El tap se lo hace en la sexta vuelta a partir del extremo a tierra.
L2	Igual que L1, sin Tap.
C1, C4	Condensadores cerámicos variables (Trimmers) de 15 a 60 pF (ERIE 538-002F)

TABLA VIII ELEMENTOS DEL PREAMPLIFICADOR DISEÑADO POR  
GERALD C. JENKINS, W4CAH

### 3.2 TRANSMISION

Como vimos en la sección 2.2 del capítulo anterior, la frecuencia a la cual transmite la estación terrena en el modo A es de 146 MHz y específicamente para los radio Sputnik a las frecuencias que se muestran en la Tabla VIII.

### 3.2.1 TRANSMISOR

El transmisor que utilizamos para la experiencia es un Kenwood modelo TR-9000 que tiene las siguientes características :

RANGO DE FRECUENCIA: 144.000.00 a 147.999.9 MHz

MODOS: SSB (A3J), FM (F3), CW (A1)

SUPRESION DE LA BANDA LATERAL NO DESEADA: Mayor a 40 dB.

SUPRESION DE LA PORTADORA : Mayor a 40 dB

SALIDA DE AUDIO: Más de 2.0 vatios con carga de  
8 Ohms.

SENSITIVIDAD: FM mejor a 0.5 uV para una relación S/N de 30 dB.

SSB, CW mejor a 0.25 uV para una relación S/N de 10 dB.

REQUERIMIENTOS DE POTENCIA: 13.8 Vdc  $\pm$  15%

CORRIENTE: 0.4 A en recepción sin señal de entrada

2.9 A en modo de transm. HI (aprox.)

1.3 A en modo de transm. LOW (aprox.)

Menos que 2.5 mA para el respaldo de memoria.

POTENCIA DE SALIDA: HI (SSB, FM, CW) 10 vatios

LOW (FM, CW) 1 vatio aprox.

DIMENSIONES: Altura 69 mm.

Ancho 170 mm.

Profundidad 234 mm.

PESO : 5.5 Lbs.

Este equipo transmite y recibe en el rango de frecuencia especificado en sus características, pero lo utilizamos sólo como transmisor en la implementación de nuestro sistema, ya que a las frecuencias que recibe no nos es útil.

### 3.2.2 LINEAS DE TRANSMISIÓN

Utilizamos cable coaxial RG8 y RG11 con sus respectivos conectores PL259, cable heliax de 1/2" marca CABLEWAVE con conectores balanceados CABLEWAVES Y ANDREWS.

### 3.2.3 ANTENAS

Antes de construir las antenas, escogemos la frecuencia media del pasabanda del enlace hacia arriba, de acuerdo a la siguiente Tabla :

SATELITE	PASABANDA ENLACE HACIA ARRIBA (MHz)
RS5	145.910-145.950
RS6	145.910-145.950
RS7	145.960-146.000
RS8	145.960-146.000

TABLA IX FRECUENCIAS DEL ENLACE HACIA ARRIBA

Entonces la frecuencia media para enlace de subida es 145.955 MHz.

El proceso de construcción de cada antena es igual al visto en recepción, pero en los cálculos utilizamos la frecuencia media para el enlace de subida :

1) TORNIQUETE :

$$f = 145.955 \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m}}{145.955 \times 10^6 \text{ Hz}}$$

$$\Rightarrow \lambda = 2.056 \text{ m} \Rightarrow \lambda/2 = 1.028 \text{ m.}$$

dado el diámetro del material que se use pa-



FOTO 1 Antena torniquete para 2 m perteneciente a la estación terrena de HC2CEV.

ra la construcción del torniquete, las medidas de  $\lambda$  se alteran por el fenómeno conocido como Efecto Terminal (END EFFECT), que no es otra cosa que la resistencia a la resonancia dada por el diámetro del material que se emplea para una frecuencia establecida.

Primero dividimos  $\lambda/2$  para el diámetro del material a usar, teniendo mucho cuidado en las unidades de medidas. El diámetro del material que usamos fue  $3/8" = 0.01$  m, por lo tanto :

$$\frac{\lambda/2}{\text{diámetro}} = \frac{1.028 \text{ m.}}{0.01 \text{ m.}} = 102.8$$

Este valor en el gráfico anterior, nos da un valor de  $K = 0.970$  (resistencia a la resonancia) y entonces tenemos :

$$\text{Longitud del dipolo (m)} = \frac{150 \times K}{f \text{ (MHz)}} = 0.99 \approx 1 \text{ m.}$$

Esta longitud de un metro es la longitud total de los dipolos del torniquete.

Los reflectores son el 60% de la longitud del  $\lambda$ , tomando en cuenta ya el factor K. Por lo tanto :

$$\lambda k = (0.99)^2 = 1.98 \text{ m.}$$

$$\Rightarrow \text{longitud del reflector (m)} = 0.6 (1.98) = 1.19 \text{ m.}$$

Así, la longitud de los reflectores es de 1.19 m. El espaciamiento S entre los dipolos y los reflectores, depende del patrón de radiación que se desea obtener. El S que utilizamos para obtener una mayor cobertura del satélite fue de  $3/8\lambda$ . Así :

$$S = 3/8 (2.056) = 0.375 (2.056)$$

$$\Rightarrow S = 0.77 \text{ m.}$$

Debido a que necesitamos acoplar la impedancia del radiotransmisor ( $50 \Omega$ ) a la antena, necesitamos de una sección de acoplamiento de  $50 \Omega$ , la misma que es obtenida como sigue :

$$\text{Longitud de la sección de acoplamiento} = \frac{(\lambda) (V)}{4}$$

donde  $V$  es el factor de velocidad que es la relación entre la velocidad de la señal en la línea de transmisión y la velocidad de la señal en el espacio libre. Entonces tenemos:

$$\text{Longitud de la sección de acoplamiento (m)} = \frac{(2.056) (0.66)}{4} = 0.34 \text{ m.}$$

Este valor es el mismo para RG58, RG59, RG11 o RG8, todos de dieléctrico sólido, como lo podemos observar en la Tabla VI. Si el dieléctrico es de FOAM, lo que tenemos que hacer es cambiar el factor de velocidad de 0.66 a 0.80 en la ecuación anterior y obtener la nueva longitud de sección de acoplamiento, la cual es de 0.41 m.

Para darle a la antena la polarización circular, necesitamos alimentar a uno de los dipolos con una línea de transmisión de  $75 \text{ } (\Omega)$ , de  $\lambda/4$  de longitud de onda, para lograr el desfase de  $90^\circ$  requerido entre ambos dipolos. Esto lo conseguimos usando el mismo procedimiento para la obtención de la longitud de la sección de acoplamiento.

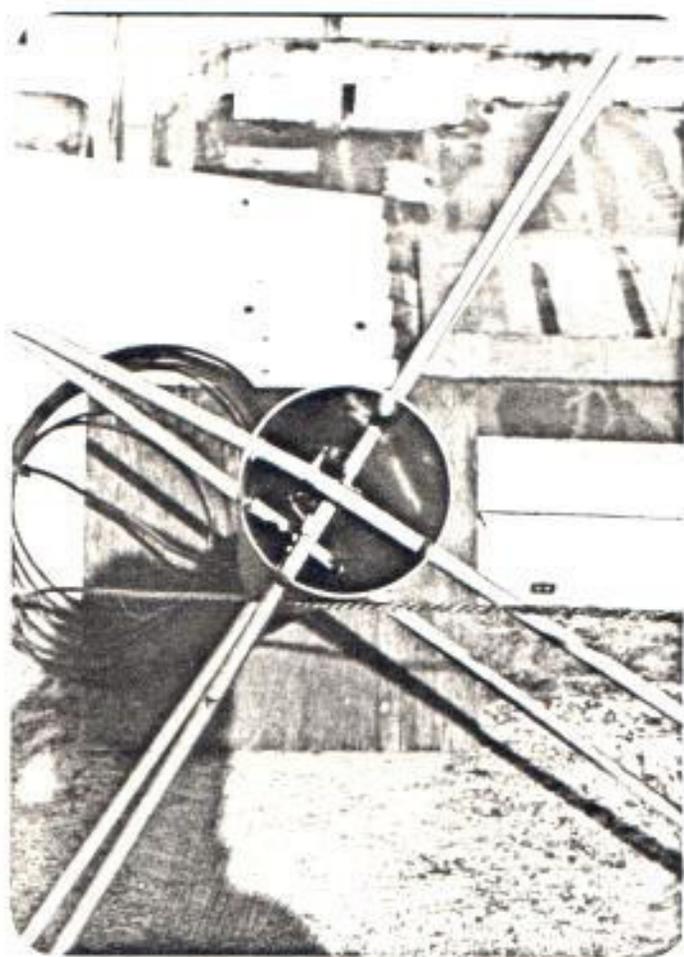


FOTO 2 Alimentación de la antena torniquete para obtener polarización RHCP.

Por lo tanto, esta longitud es también de 0.34 m. para factor de velocidad de 0.66 y para FOAM de 0.41 m. A partir de la sección de acoplamiento, puede ser utilizada cualquier longitud de cable de 75 ( $\Omega$ ) hasta el transmisor.

## 2) PLANO DE TIERRA :

Este tipo de antena es de  $\lambda/4$ , polarización vertical y para el cálculo de sus dimensiones se aplican las mismas consideraciones de diseño del torniquete. Entonces tenemos que la longitud del radiador se obtendrá con la siguiente ecuación :

$$\text{Longitud del radiador (m)} = \frac{300 \times K}{f \text{ (MHz)}} = \frac{75 \times K}{f \text{ (MHz)}}$$

$$\text{Longitud del radiador (m)} = 0.504 \text{ m.}$$

Los radianes son obtenidos con la misma ecuación y agregándole al resultado el 5% de la longitud del radiador. Así :

$$\text{Longitud de los radianes (m)} = \frac{75 \times K}{f \text{ (MHz)}} \times (1.05) = 0.529 \text{ m.}$$

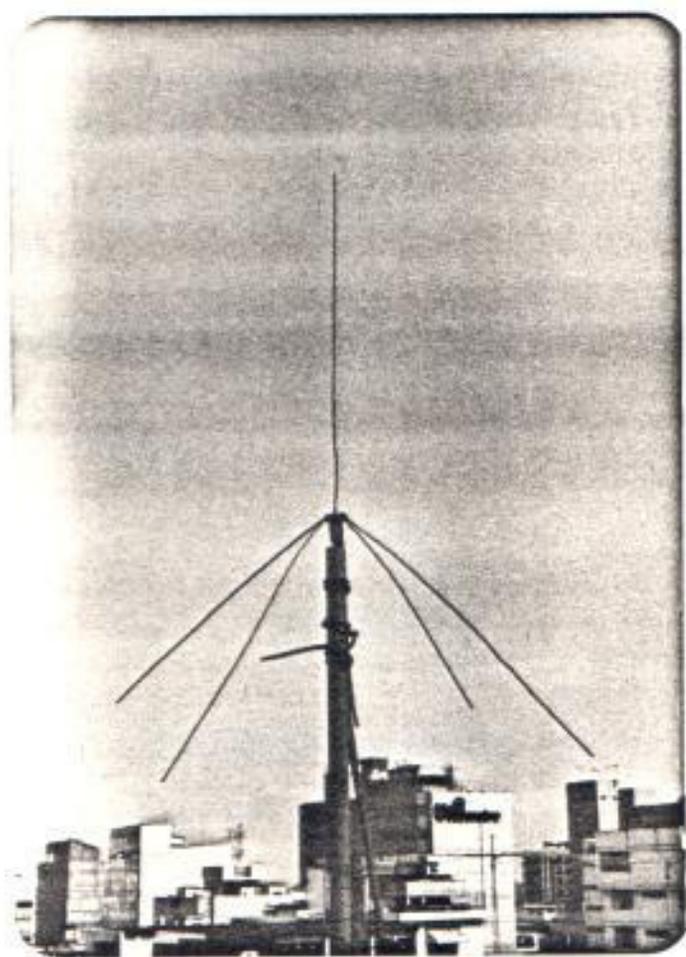


FOTO 3 Antena plano de tierra para 2 m perteneciente a la estación terrena de HC2CEV.

Para que exista acoplamiento de impedancias con el transmisor ( $50 \Omega$ ), necesitamos que exista un ángulo de  $45^\circ$  entre la horizontal y los radianes, ya que de estar perpendiculares al radiador, su impedancia sería de  $75 \Omega$ . El número mínimo de radianes que se utiliza es de tres.

### 3) HELICOIDAL :

Sabemos que :

$$f = 145.955 \text{ MHz}$$

$$\Rightarrow \lambda = 2.0554 \text{ m.}$$

La longitud del reflector es del 60% de la longitud de onda. Por lo tanto :

$$\text{Longitud del reflector (m)} = 0,60 (\lambda) = 0,60 (2.0554)$$

$$\Rightarrow \text{Longitud del reflector (m)} = 1,23 \text{ m.}$$

La circunferencia de la helicoidal es igual a  $\lambda = 2.0554 \text{ m.}$  y el diámetro será igual a la circunferencia  $C$  dividida para  $\pi$ . Entonces :

$$C = \lambda \quad \text{y} \quad D = \frac{C}{\pi} = \frac{2.0554}{3,1416}$$



FOTO 4 El Sr. Jaime Alfaro, HC2CEV, junto a la antena helicoidal para 2 m implementada para la estación terrena de su propiedad.

$$\Rightarrow D = 0.65 \text{ m.}$$

El espacio  $S$  entre vuelta y vuelta está dado por :

$$S = C (\text{Tg } \alpha)$$

donde  $\alpha = \text{ángulo de inclinación} = 12.5^\circ$

$$\Rightarrow S = 0.456 \text{ m.}$$

La longitud de cable por vuelta es igual a :

$$L = \frac{C}{\text{Cos } \alpha} = 2.105 \text{ m.}$$

Ahora si podemos calcular la longitud total del radiador de acuerdo al número de vueltas que utilicemos.

$$\text{Longitud total del radiador (m)} = \ell = nL + 1/2 \sqrt{S^2 + D^2}$$

donde  $n$  es el número de vueltas.

Si llamamos  $J = 1/2 \sqrt{S^2 + D^2}$  tendremos :

$$\ell = nL + J$$

donde  $J = 0.3969$

Nosotros escogimos  $n=6$  , por lo tanto:

$$l = (6) (2.105) + 0.3969 = 13.03 \text{ m.}$$

Para el radiador se recomienda cañería de co  
bre de 3/8" ó 1/4" o cable coaxial (de cu  
al  
quier impedancia) cortocircuitado los conduc  
tores internos y externos.

#### 3.2.4 ACCESORIOS

Cuando no se utilizan antenas de mucha ganancia, como la torniquete, por ejemplo, se hace impres  
cindible el uso de amplificadores de RF. Como la antena que utilizamos para establecer este tipo de comunicación es una antena helicoidal (direccional) de seis vueltas, no utilizamos un amplificador lineal de RF.

Entre los accesorios tanto para transmisión como para recepción, están los rotores de elevación y de acimut, de los cuales se habla en la sección 2.4.2.5.1; así como los interruptores para la conmutación de las antenas.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el Ecuador el sistema especializado de comunicación amateur vía satélite no se encuentra difundido ni desarrollado plenamente aún. Por lo cual, esta tesis fue desarrollada con el ánimo de facilitar a los radioaficionados la realización de este tipo de enlace.

Un énfasis especial se ha dado a la sección 2.3 concerniente al rastreo del satélite, que constituye la parte principal para establecer este tipo de comunicación, por lo cual recomiendo una especial atención a esta sección.

El costo aproximado de este sistema, el cual ha sido implementado en esta ciudad, para modalidad A y órbitas circulares, es de S/. 150.000,00 (Ciento cincuenta mil 00/100 sucres), pero hay que tomar en cuenta que las antenas han sido de fabricación casera y además no se ha monetarizado la mano de obra, recargándose por lo tanto la mayor parte del costo en los radios, aún cuando en nuestro caso específico fueron conseguidos a bajo costo.

Espero que este manual, influya en el incremento de sistemas de este tipo en nuestro país.

## BIBLIOGRAFIA

1. ARRL, The ARRL Antenna Book (14a. edición; The American Radio Relay League, Inc., 1983), pp. 3-19/3-23, 11-23/11-24, 12-1/12-3, 12-7/12-12.
2. Head Quarters Staff of the American Radio Relay League, The Radio Amateur's handbook (48ava. edición; The American Radio Relay League, Inc. 1971), pp. 484-485.
3. Radio Society of Great Britain, Radio Communications Handbook (5a. edición; The Radio Society of Great Britain, 1982), pp. 20.1-20.12.
4. G. R. Jessop, GGJP, VHF-UHF Manual (4a. edición; The Radio Society of Great Britain, 1983), pp. 8.1-8.25.
5. The American Radio Relay League, "Circular Polarization and Oscar Communications", Revista QST, Vol. 64, No. 5 (Mayo 1980), pp. 11-15.
6. The American Radio Relay League, "Easy 50 $\Omega$  feed for a Helix", Revista QST, Vol. 65, No. 6 (Junio 1981), pp. 28-29.

7. The American Radio Relay League, "A Helical Antenna for Space - Shuttle Communications", Revista QST, Vol. 68, No. 12 (Diciembre 1984), pp. 14-18.

A P E N D I C E S

## APENDICE A

### TERMINOS UTILIZADOS EN APLICACIONES ESPACIALES

RANGO DE ACCESO (Access range): Máxima distancia de acceso

CIRCULO DE ADQUISICION (Acquisition circle): Sobre un mapa del globo, un círculo dibujado sobre una estación particular y para un satélite específico. Cuando el punto del sub satélite está dentro del círculo, el satélite está en rango.

DISTANCIA DE ADQUISICION (Acquisition distance): Máxima distancia de acceso.

ALTITUD (Altitude): La distancia entre un satélite y un punto en la tierra directamente debajo de éste. Lo mismo que altura.

AMSAT: Firma registrada de la Corporación de Satélites Radio Amateur (Radio Amateur Satellite Corporation).

PERIODO ANOMALISTICO (Anomalistic period): El tiempo de retraso entre dos perigeos sucesivos de un satélite.

A.O.S. (ADQUISICION DE SENAL) (acquisition of signal): El tiempo cuando una estación particular comienza a recibir señales de radio de un satélite. Para cálculos, AOS está asumido que ocurra en un ángulo de elevación de  $10^{\circ}$ .

APOGEO (Apogee): El punto de la órbita donde la distancia

satélite-geocentro es máxima.

ARGUMENTO DEL PERIGEO (Argument of perigee): El ángulo polar localizado en el punto de perigeo de un satélite en el plano orbital, dibujado entre el nodo de ascenso, geocentro y perigeo; y medido desde el nodo ascendente en dirección del movimiento del satélite.

ARRL (AMERICAN RADIO RELAY LEAGUE): Binacional (US y Canadá) miembros de la organización de radio amateurs.

NODO ASCENDENTE (Ascending node): Punto en la órbita del satélite o (pista terrestre) donde el punto subsatelital cruza el Ecuador, desde el Hemisferio Sur hacia el Hemisferio Norte.

PASO ASCENDENTE (Ascending pass): Cuando un satélite pasa sobre una estación en particular dirigiéndose hacia el norte.

AU (UNIDAD ASTRONÓMICA) (Astronomical unit): Significa distancia del sol a la tierra  $1,49 \times 10^{11}$  m.

AUTOTRANSPONDEDOR (Autotransponder): Una computadora como recurso a bordo de la nave espacial para recibir y responder a las señales de enlace hacia arriba directamente hacia ella. Radio-5 y Radio-7 contienen autotranspondedores. También llamados Robots.

ACIMUT (Azimuth): Angulo en el plano local horizontal en el sentido de las manecillas del reloj con respecto al norte.

ELEMENTOS CLASICOS DE LA ORBITA (Classical orbital elements): Un grupo de elementos orbitales usualmente incluyendo la longitud del nodo ascendente y época (hora y fecha), período nodal, inclinación, excentricidad, argumento del perigeo, debido a que estos elementos son tierra-referenciado y basados en propiedades geométricas, ellos son especialmente usados para dibujar intuitivamente una órbita.

ALMACENAMIENTO DE CODIGOS (Codestore): Un sistema de tablero digital con memoria que puede ser cargado con datos de estaciones para después transmitirlo en Morse y otros códigos.

CIRCULO DE COBERTURA (Coverage circle): Región de la tierra la cual está eventualmente accesible para comunicaciones con una estación terrena en particular vía un satélite específico.

DBS (SATELITE COMERCIAL DIRECTO) (Direct broadcast satellite): Satélite comercial diseñado para transmitir programas de TV directamente al hogar.

TIEMPO DE RETRASO DEL TRANSPONDEDOR (Transponder delay time): El tiempo pasado entre el instante en que la señal entra al transpondedor y el instante en que lo deja.

**CAMINO DE TIEMPO DE RETRASO (Path delay time):** El tiempo pasado entre transmitir una señal de enlace de subida a un satélite con transpondedor y recibir el enlace de bajada.

**NODO DESCENDENTE (Descending node):** Punto en la órbita satelital o (pista terrestre) donde el punto subsatelital cruza el Ecuador desde el Hemisferio Norte al Hemisferio Sur.

**PASO DESCENDENTE (Descending pass):** Cuando un satélite pasa sobre una estación en particular dirigiéndose hacia el sur.

**ENLACE DE BAJADA (Downlink):** El enlace de radio se origina en un satélite y termina en una o más estaciones terrenas.

**EXCENRICIDAD (Eccentricity):** Un parámetro usado para describir la forma de una elipse constituyendo una órbita satelital.

**EIRP (POTENCIA EFECTIVA RADIADA ISOTROPICAMENTE) (Effective isotropic radiated power).**

**ELEVACION (Elevation):** Angulo sobre el plano horizontal.

**CIRCULO DE ELEVACION (Elevation circle):** Sobre un mapa, el grupo de todos los puntos alrededor de una estación terrena donde el ángulo de elevación para un satélite específico es un valor particular.

**EME (TIERRA-LUNA-TIERRA) (Earth-moon-earth):** Usualmente se refiere a los nodos de comunicación que invo-

lucran señales de rebote en la luna.

TIEMPO EPOCA (Epoch time): Tiempo referencial en el cual los parámetros que describen el movimiento de los satélites son especificados.

PLANO ECUATORIAL (Equatorial plane): Plano imaginario que contiene la línea ecuatorial y el geocentro.

EQX:NODO ASCENDENTE (Ascending node).

ESA:AGENCIA EUROPEA DEL ESPACIO (European space agency).

GEOCENTRO (Geocenter): Centro de la tierra.

SATELITE GEOESTACIONARIO (Geostationary satellite): Un saté  
lite que se encuentra inmóvil en un punto fijo sobre el E-  
cuador.

ESTACION TERRENA (Ground station): Una estación de radio so  
bre o cerca de la superficie de la tierra, diseñada para re  
cibir señales desde, o transmitir señales hacia una nave es  
pacial.

PISTA TERRESTRE (Ground track): Camino formado por el punto subsatelital durante curso de una órbita completa.

INCLINACION (Inclination): El ángulo entre el plano orbital de el satélite y el plano ecuatorial de la tierra.

INCREMENTO (Increment): Cambio en longitud del nodo ascendente entre 2 sucesivos pasos del satélite. Medido en grados Oeste por órbita ( $^{\circ}W/Orbit$ ).

LINEA DE NODOS (Line of nodes): La línea de intersección del plano orbital del satélite y el plano ecuatorial de la tierra.

LNA (AMPLIFICADOR DE BAJO RUIDO) (Low noise amplifier): LNA es un término comercial para un aparato que los radio amateurs generalmente refieren como un preamplificador de RF de bajo ruido.

INCREMENTO LONGITUDINAL (Longitudinal increment): Incremento.

LOS (PERDIDA DE SENAL) (Loss of signal): El tiempo en el cual una estación terrena en particular pierde señales de radio de un satélite. Para cálculos, LOS está asumido que ocurra en un ángulo de elevación de  $0^{\circ}$ .

MAXIMA DISTANCIA DE ACCESO (Maximum access distance): La máxima distancia, medida a través de la superficie de la tierra, entre una estación y el punto subsatelital en el cual el satélite entra en rango. (Corresponde a un ángulo de elevación de  $0^{\circ}$ ).

NASA (ADMINISTRACION NACIONAL DE LA AERONAUTICA Y EL ESPACIO) (National Aeronautics and Space Administration): La agencia espacial de EE.UU.

PERIODO NODAL (Nodal period): El tiempo pasado entre dos su cesivos nodos ascendentes de un satélite.

NODO (Node): Punto donde la pista terrestre del satélite cruza el Ecuador.

PLANO ORBITAL (Orbital plane): Un plano imaginario, extendiéndose a través del espacio que contiene la órbita sateli tal.

OSCAR: SATELITE ORBITAL LLEVANDO UN RADIO AMATEUR (Orbital Satellite carrying Amateur Radio).

OSCARLOCATOR : Un dispositivo de rastreo diseñado para ser usado con un satélite en órbita circular.

PCA (PUNTO DE MAYOR APROXIMACION) (Point of closest approach): Punto en una pista terrestre durante una órbita específica donde el paso del satélite es el más cercano a una estación terrena en particular.

PERIGEO (Perigee): El punto en la órbita donde la distancia satélite-geocentro es mínima.

PERIODO (Period): El tiempo que le toma a un satélite en dar una revolución completa alrededor de la tierra.

CIRCULO DE RANGO (RANGLE CIRCLE): Círculos de radio específicos sobre la superficie de la tierra centrados sobre una estación terrena en particular.

ORBITA REFERENCIAL (Reference orbit): La órbita que sigue el primer nodo ascendente de un día UTC dado.

PASO DEL SATELITE (Satellite pass): Segmento de la órbita durante el cual el satélite pasa cerca y en rango de una estación terrena en particular.

S/C : Abreviación para satélite.

DIA SIDERAL (Sidereal day): La cantidad de tiempo que toma la tierra en rotar exactamente  $360^\circ$  alrededor de sus ejes con respecto al sol. El día sideral contiene 1436.07 minutos (ver día solar).

RANGO DE INCLINACION (Slant range): Distancia entre satélite y una estación terrena en particular.

DIA SOLAR (Solar day): El día solar por definición contiene exactamente 24 horas (1440 minutos). Durante el día solar la tierra rota un poco más de  $360^\circ$  alrededor de sus ejes con respecto al sol (ver día sideral).

TELARANA (Spiderweb): Grupo de curvas acimut radiando hacia afuera de una localización en particular y círculos concéntricos de elevación o rango alrededor de la localización, todos dibujados sobre un mapa o globo.

SSP (PUNTO SUBSATELITAL) (Subsatellite point): Punto sobre la superficie de la tierra directamente bajo el satélite.

CAMINO SUBSATELITAL (Subsatellite path) : Pista terrestre

TELEMETRIA (Telemetry): Señales de radio originadas en el satélite, que llevan información sobre el funcionamiento o estado de los sistemas a bordo del satélite.

TLM : Abreviación para telemetría

TRANSPONDEDOR (Transponder): Un dispositivo que recibe señales de radio en un segmento del espectro, las amplifica, traslada (desplaza) su frecuencia a otro segmento del espectro y las retransmite.

ENLACE DE SUBIDA (Uplink): Un enlace de radio originado en una estación terrena y dirigido hacia el satélite.

VENTANA (Window): Región común entre círculos de adquisición de dos estaciones terrenas referenciadas a un satélite específico. Comunicación entre las dos estaciones es posible cuando el punto del subsatélite está dentro de la ventana.

RASTREADOR  $\phi 3$  ( $\phi 3$  tracker): Un dispositivo de rastreo diseñado para ser usado con un satélite con una órbita elíptica.

APENDICE B

TERMINOS UTILIZADOS EN COMUNICACION AMATEUR

COD. TELEGRAFICO	COD. FONETICO (INGLES)	COD. FONETICO (ESPAÑOL)	COD. "Q" (LOS MAS EMPLEADOS TANTO EN INGLES COMO EN ESPAÑOL)
A .-	Alfa	América	QAP: En sintonía
B -...	Bravo	Brasil	QRA: Nombre
C -..	Charlie	Canadá	QRG: Frecuencia
D -..	Delta	Dinamarca	QRM: Interferencia otras emisoras.
E .	Eco	España	
F ...	Fox-Trot	Francia	QRN: Interferencia ruido atmosférico.
G --.	Gulf	Guatemala	
H ....	Hotel	Hotel	QRT: Fuera de transmisión
I ..	India	Italia	QRV: Atento, listo, a la orden.
J ....	Juliet	Japón	
K -.-	Kilo	Kilo	QRX: Espera
L ...	Lima	Londres	QRZ: ¿Quién es? ¿Nombre?
M --	Mike	México	QSL: Afirmativo, cambio, tarjeta.
N -.	November	Nicaragua	
O ---	Oscar	Ontario	QSO: Comunicado
P ...	Papa	Panamá	QSY: Cambio de frecuencia
Q ---	Quebec	Quito	QTC: Mensaje, recado
R ..	Romeo	Radio	QYH: Lugar, posición, ubi- cación.
S ...	Sierra	Santiago	
T -	Tango	Toronto	QTR: Hora
U ...	Uniform	Uruguay	
V ...-	Víctor	Victoria	
W ..-	Whiskey	Washington	
X ...-	X-Ray	Xilófono	
Y -..-	Yankee	Yucatán	
Z -..	Zulu	Zanzíbar	

TABLA X CODIGOS TELEGRAFICO, FONETICO EN INGLES, FONETICO EN ESPAÑOL Y Q

## MODISMOS (EN INGLES Y ESPAÑOL)

CQ : Llamado general

73 : Saludos

BRAKE : Permiso para transmitir

BRAKE, BRAKE, BRAKE : Llamada de emergencia

DX : Contactos

HANDIE : Radio portátil

## MODISMOS (EN ESPAÑOL)

DOS METROS PLANOS : Cama

CARGA DE BATERIA : Comer

PRIMERISIMO (A) : Esposo (a)

QRMITOS : Hijos

CRISTALITOS : Hijos

FAMILIAR : Casa

CAJA DE FOSFOROS : Radio

LQ : Teléfono

LINEA BAJA : Teléfono

FL : Licor

FRECUENCIA LIQUIDA : Licor

TURISTAS : Vigilantes

TURISTAS FOTOGRAFIANDO : Vigilantes con radar

MATINEE : Bulla, pleito

ZAPATO : Amplificador de RF

SECRETARIA : Amplificador de RF

## APENDICE C

### CARACTERISTICAS DE LOS SATELITES RADIO SPUTNIK

NOMBRE DE LOS SATELITES :

Radio 3	Radio 5	Radio 7
Radio 4	Radio 6	Radio 8

NOTA: Estos seis satélites Radio Amateur Soviéticos fueron lanzados juntos en un simple vehículo de lanzamiento. Todos los seis son perfilados en esta sección.

DATOS GENERALES :

a) IDENTIFICACION

SATELITE	DESIGNACION INTERNACIONAL	IDENTIFICACION TELEMETRICA
Radio 3	81-120A	RS-3
Radio 4	81-120D	RS-4
Radio 5	81-120C	RS-5
Radio 6	81-120F	RS-6
Radio 7	81-120E	RS-7
Radio 8	81-120B	RS-8

TABLA XI DESIGNACION INTERNACIONAL E IDENTIFICACION TELEMETRICA DE LOS SATELITES RS.

## b) LANZAMIENTO :

Fecha : Diciembre 1981

Sitio : Pletsetsk; USSR

## c) PARAMETROS ORBITALES :

Designación general : altitud-baja

Inclinación :  $82,95^\circ \pm 0.05^\circ$  (casi polar)

Máxima distancia de acceso : 4.200 Km.

SATELITE	PERIODO (minutos)	ALTITUD DEL APOGEO (Km)	ALTITUD DEL PERIGEO (Km)	EXCENTRICIDAD
Radio 3	118.46	1688	1577	0,007
Radio 4	119.34	1692	1641	0,003
Radio 5	119.50	1690	1653	0,002
Radio 6	118.66	1691	1593	0,006
Radio 7	119.14	1689	1634	0,003
Radio 8	119.71	1693	1657	0,002
INCREMENTO ( $^\circ$ W/orbita)				
29,76				
29,98				
30,02				
29,81				
29,93				
30,07				

TABLA XII CARACTERISTICAS DE LOS SATELITES RS

## DESCRIPCION DEL SISTEMA :

## a) Descripción del sistema

GENERAL.- Cada satélite contiene dos radiofaros de propósitos generales más equipos adicionales.

RADIO 3 & RADIO 4: Estos satélites contienen un transpondador y un autotranspondador.

RADIO 6 & RADIO 8: Cada satélite contiene un transpondador. De éstos cada satélite no contiene autotranspondador.

## DESCRIPCION DE SUBSISTEMAS :

## a) RADIOFAROS

GENERAL.- Cada satélite contiene dos radiofaros. Usualmente, sólo uno está operando en cualquier momento, pero en Radio 5 y Radio 7, ambos pueden operar simultáneamente. Las frecuencias son las siguientes :

TABLA XIII FRECUENCIAS DE LOS RADIOFAROS DE LOS SATELITES RS

SATELITE	FRECUENCIA (MHz)	
	Radiofaro #1 (0.5-1.5V)	Radiofaro #2 (0.1-0.3V)
Radio 3	29.321	29.401
Radio 4	29.360	29.403
Radio 5	29.331	29.452
Radio 6	29.411	29.453
Radio 7	29.341	29.451
Radio 8	29.461	29.502

## NOTAS:

- 1) Cada radiofaro puede ser usado para el Código Morse de telemetría.
- 2) Cada radiofaro puede ser usado por un autotranspondador, si uno está contenido en el satélite.
- 3) Cuando un transpondador está activo, el radiofaro de más alta frecuencia está generalmente en operación. La presencia del radiofaro de más alta frecuencia no implica necesariamente que el transpondador esté encendido.

## TRANSPONDEDORES

Transpondedores de comunicación :

SATELITE	PASABANDA DEL ENLACE DE SUBIDA (MHz)	PASABANDA DEL ENLACE DE BAJADA (MHz)
Radio 5	145.910-145.950	29.410-29.450
Radio 6	145.910-145.950	29.410-29.450
Radio 7	145.960-146.000	29.460-29.500
Radio 8	145.960-146.000	29.460-29.500

TABLA XIV FRECUENCIAS DE LOS ENLACES DE SUBIDA Y BAJADA DE LOS TRANSPONDEDORES DE LOS SATELITES RS.

Tipo : Modo A (2m/10m), lineal, no invertido.

Ecuación de traslación : Frecuencia de enlace de bajada (MHz)

= Frecuencia de enlace de subida (MHz) - 116.495  $\pm$  Doppler.

Potencia de salida : 1-2 vatios

Potencia de radiación isotópica de enlace de subida: 20 vatios sugeridos (no exceder 80 vatios).

Ancho de banda : 40 KHz; máximo Doppler: 3.6 KHz

#### AUTOTRANSPONEDORES :

Los autotranspondedores (también llamados Robots) a bordo del Radio 5 y Radio 7 son dispositivos los cuales permiten a usted contactar al satélite.

Si se llama al satélite usando el protocolo correcto, la computadora a bordo permitirá :

- 1) Reconocer el llamado
- 2) Asignar a usted un número de contacto serial, y
- 3) Guardar sus letras de llamado y números de contacto para después transmitirlos cuando sea requerido por una estación de comando.

#### FRECUENCIAS DE ENLACE :

SATELITES	ENLACE DE SUBIDA (MHz) + DOPPLER	ENLACE DE BAJADA PRIMARIO (MHz)	ENLACE DE BAJADA SECUNDARIO (MHz)
Radio 5	145.826	29.331	29.452
Radio 7	145.835	29.341	29.501

TABLA XV FRECUENCIAS DE LOS ENLACES DE SUBIDA Y BAJADA DE LOS AUTOTRANSPONEDORES DE LOS RS5 Y RS7.

## APENDICE D

### OTROS SISTEMAS SATELITALES

NOMBRE DEL SATELITE : UoSAT-OSCAR 9

#### DATOS GENERALES :

##### a) IDENTIFICACION

Designación internacional : 81-100B

Designación pre-lanzamiento : Uo-SAT

##### b) LANZAMIENTO

Fecha : 6 de octubre de 1981

Vehículo: Delta 2310

Agencia : NASA

Sitio : Base de las Fuerzas Aéreas de Vanderberg (California).

##### c) PARAMETROS ORBITALES

Designación General : baja-altitud, sincrónica con el sol

Período: 95.3 minutos

Altitud del apogeo : 544 Km.

Altitud del perigeo: 536 Km.

Excentricidad: 0.0006 (nominalmente circular)

Inclinación: 97.5° (casi polar)

Incremento: 23.8°W/orbita

Máxima distancia de acceso : 2545 Km.

Tiempo esperado de vida en órbita : 3 a 5 años.

## DESCRIPCION DE SUBSISTEMAS

### a) RADIOFAROS

FRECUENCIAS	POLARIZACION DE LAS ANTENAS
7 MHz	Lineal
14 MHz	Lineal
21 MHz	Lineal
28 MHz	Lineal
145 MHz	Circular de mano izquierda
435 MHz	Circular de mano izquierda
2.4 GHz	Circular de mano izquierda
10.47 GHz	Circular de mano izquierda

NOMBRE DEL SATELITE : AMSAT-OSCAR 10

### DATOS GENERALES :

#### a) IDENTIFICACION

Designación internacional : 1983 058 B

Designación Pre-lanzamiento : AMSAT Fase IIIB, φ3B

#### b) LANZAMIENTO

Fecha : 16 de junio de 1983

Vehículo : Ariane

Agencia : Agencia Espacial Europea (ESA)

Sitio : Kourou, Guyana Francesa

### c) PARAMETROS ORBITALES

Designaciones generales: Alta-altitud, elíptica, Fase III

Período : 699.4 minutos

Altitud del apogeo : 35,500 Km.

Altitud del perigeo : 3955 Km.

Excentricidad : 0.6043

Inclinación : 26°

Incremento : 175°W/órbita

Máxima distancia de acceso : 9034 Km.

### DESCRIPCION DEL SUBSISTEMA

#### a) RADIOFAROS

RADIOFAROS	FRECUENCIAS	POTENCIA DE SALIDA	MAX. DOPPLER (en el perigeo)
Modo B (General)	145.810 MHz	≈ 2 W	3.9 KHz
Modo B (Ingeniería)	145.987 MHz	≈ 4 W	3.9 KHz
Modo L (General)	436.04 MHz	≈ 2 W	11.6 KHz
Modo L (Ingeniería)	436.02 MHz	≈ 2 W	11.6 KHz

TABLA XVI CARACTERISTICAS DE LOS RADIOFAROS DEL SATELITE UoSAT-OSCAR 9

NOTA: Las potencias especificadas para los radiofaros modo B son con los transpondadores encendidos. La

potencia se incrementa en un 200-250% cuando los transpondedores están apagados.

b) TRANSPONDEDORES :

TRANSPONDEDOR	MODO	FRECUENCIA DE SUBIDA	FRECUENCIA DE BAJADA	TIPO DE ANTENAS	POLARIZACION DE LAS ANTENAS
I	B	435 MHz	146 MHz	De ganancia	RHCP
				Omnidireccional	Líneal
II	L	1.26 GHz	435 MHz	De ganancia	RHCP
				Omnidireccional	Líneal

TABLA XVII CARACTERISTICAS DE LOS TRANSPONDEDORES DEL SATELITE UOSAT-OSCAR 9

## BIBLIOGRAFIA

1. ARRL, The ARRL Antenna Book (14a. edición; The American Radio Relay League, Inc., 1983), pp. 3-19/3-23, 11-23/11-24, 12-1/12-3, 12-7/12-12.
2. Head Quarters Staff of the American Radio Relay League, The Radio Amateur's handbook (48ava. edición; The American Radio Relay League, Inc. 1971), pp. 484-485.
3. Radio Society of Great Britain, Radio Communications Handbook (5a. edición; The Radio Society of Great Britain, 1982), pp. 20.1-20.12.
4. G. R. Jessop, GGJP, VHF-UHF Manual (4a. edición; The Radio Society of Great Britain, 1983), pp. 8.1-8.25.
5. The American Radio Relay League, "Circular Polarization and Oscar Communications", Revista QST, Vol. 64, No. 5 (Mayo 1980), pp. 11-15.
6. The American Radio Relay League, "Easy 50 $\Omega$  feed for a Helix", Revista QST, Vol. 65, No. 6 (Junio 1981), pp. 28-29.