

100-1000  
Dpto. de  
BIBLIOTECA  
Inv. No. ELEC-024

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

"CALCULO COMPUTARIZADO DE LAS PERDIDAS DE TRANSMISION  
EN LA PROPAGACION DE SEÑALES DE MUY ALTA FRECUENCIA"

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE :

INGENIERO EN ELECTRICIDAD

Especializacion : ELECTRONICA

PRESENTADA POR :

JOSE GERMAN LOPEZ MONCAYO

GUAYAQUIL - ECUADOR

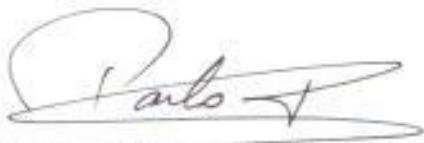
1984

## DEDICATORIA

- A MIS PADRES

- A MI ESPOSA

- A MIS HIJOS



---

ING. PEDRO CARLO PAREDES  
DIRECTOR DE TESIS

## DECLARACION EXPRESA

INSTITUTO POLITÉCNICO  
NACIONAL  
ESCUELA SUPERIOR DE  
TECNOLOGÍAS  
DEPARTAMENTO DE  
INGENIERÍA  
SISTEMAS  
E IEC-023

"LA RESPONSABILIDAD POR LOS HECHOS, IDEAS Y DOCUMENTOS EXPUESTOS EN ESTA TESIS, ME CORRESPONDEN EXCLUSIVAMENTE; Y, EL PATRIMONIO INTELLECTUAL DE LA MISMA, A LA ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(REGLAMENTO DE EXAMENES Y TITULOS PROFESIONALES  
DE LA ESPOL).

JOSE GERMAN LOPEZ MONCAYO

## RESUMEN

En el presente trabajo se realiza un estudio de los fundamentos básicos sobre la propagación de señales de muy alta frecuencia y de las causas más comunes que originan pérdidas de transmisión o atenuación de dichas señales.

Luego usando un programa de computadora se calcula la atenuación que sufre una señal en un sistema de comunicaciones línea de vista. Los cálculos que se realizan cubren todas las direcciones posibles de propagación para lo cual se consideran 72 trayectorias radiales igualmente espaciadas que parten de la estación transmisora.

Los detalles del terreno a lo largo de cada trayectoria se obtienen de un mapa topográfico, el cual ha sido subdividido por medio de una cuadrícula formando pequeños elementos , asignándosele a cada uno de dichos elementos una altura representativa de la altura real del terreno. Esta información se encuentra almacenada en una matriz altura/distancia.

El programa recorre entonces cada una de las trayectorias radiales, por turno, y reconstruyendo el perfil del terreno

no a partir de la matriz altura/distancia, evalúa la atenuación de la señal a intervalos regulares predeterminados.

Para estimar las pérdidas de transmisión se utiliza un modelo de propagación adecuado, y para simplificar un poco el problema se considera que la propagación se realiza en el espacio libre puesto que en un sistema práctico de comunicaciones línea de vista, la señal tiene valores muy cercanos a los de una señal similar que se propaga por el espacio libre.

Cuando sea el caso, el modelo adoptado equivalente a la transmisión en el espacio libre es modificado para considerar los efectos atmosféricos y/o del terreno.

El programa ofrece otras opciones de ejecución a la anteriormente descrita pudiendo ejecutarse los cálculos correspondientes a una sola trayectoria escogida de antemano obteniéndose también si se deseare gráficas del perfil topográfico y del nivel de atenuación sufrido por la señal en dicha trayectoria, o simplemente obtener un listado de las alturas representativas con indicación de su posición referente al mapa índice nacional.

## INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	VI
INDICE GENERAL.....	VIII
INTRODUCCION.....	10
I. FUNDAMENTOS BASICOS DE LAS COMUNICACIONES	
PARA VARIOS TIPOS DE PROPAGACION.....	12
1.1. Ondas del cielo y Ondas de tierra.....	13
1.2. Sistemas de Línea de vista.....	15
1.3. Sistemas sobre el Horizonte.....	19
1.4. Propagación de las ondas de radio-frecuencia en el espacio libre.....	19
1.4.1. Ecuación de Transmisión en el espacio libre.....	20
1.4.2. Atenuación entre antenas isotrópicas.....	21
1.5. Efectos atmosféricos sobre la transmisión en el espacio libre.....	24
1.5.1. Absorción Atmosférica.....	24
1.5.2. Dispersión debido a lluvia o neblina.....	26
1.5.3. Refracción Atmosférica.....	27
1.6. Efectos del terreno sobre la transmisión en el espacio libre.....	27
1.6.1. Efectos de obstáculos.....	28

	Pág.
1.6.2. Reflexión sobre el terreno.....	33
<b>II. EVALUACION DE LAS PERDIDAS DE TRANSMISION</b>	
EN UN SISTEMA DE LINEA DE VISTA.....	35
2.1. Definición.....	36
2.2. Asunciones.....	48
2.3. Algoritmos.....	50
2.3.1. Opción GRABA.....	51
2.3.2. Opción LISTA.....	53
2.3.3. Opción SOLVE.....	54
2.3.4. Opción PLOT.....	60
2.4. Programas.....	67
2.4.1. LOSSES.....	67
2.4.2. GRAFI.....	75
2.5. Corridas de prueba.....	78
2.5.1. Opción LISTA.....	78
2.5.2. Opción SOLVE.....	153
2.5.3. Opción PLOT.....	253
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>283</b>
<b>APENDICES.....</b>	<b>287</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>302</b>

## INTRODUCCION

Al diseñar un sistema de comunicaciones de microondas lfnea de vista, una de las tareas esenciales es determinar la trayectoria más apropiada que deberá seguir la señal.

De la correcta selección de dicha trayectoria dependerá , en gran medida, la eficiencia en la transmisión/recepción de la señal y el costo total del sistema.

Para lograr la solución óptima a este problema técnico / económico es menester estudiar varias rutas alternativas- para finalmente escoger la más apropiada según las características del sistema.

Sin embargo esta tarea se torna larga y tediosa cuando se la realiza manualmente.

Reconociendo este hecho, el presente trabajo pretende, en su primera parte, ofrecer una referencia teórica sencilla de los aspectos más importantes que deberán tomarse en - consideración al diseñar un sistema de comunicaciones lfnea de vista, y luego como tema central, el desarrollar - un sistema computarizado que facilite el estudio del comportamiento de una señal de microondas a lo largo de va -

rias trayectorias alternativas de propagación.

## CAPITULO I

### FUNDAMENTOS BASICOS DE LAS COMUNICACIONES PARA VARIOS TIPOS DE PROPAGACION

La mayoría de los sistemas de radiocomunicaciones por microondas en uso actualmente, caen dentro de dos categorías principales:

- 1.- sistemas de línea de vista; y,
- 2.- sistemas sobre el horizonte.

Los sistemas de línea de vista se caracterizan por usar transmisores de baja potencia sobre trayectorias que van hasta los 80 Km. de longitud por radio enlace, en sistemas de comunicaciones en tierra, aunque pueden ser también utilizados en comunicaciones por satélites sobre distancias mayores en el espacio.

Los sistemas sobre el horizonte, como su nombre lo indica, se aplican para trayectorias que van más allá del horizonte desde 80 Km. hasta 1,100 Km. por radio enlace. Requieren transmisores de mayor potencia hasta 50 Kw. o más.

Teóricamente un sistema de línea de vista puede ser exten-

dido a través de terreno favorable sin barreras naturales hasta distancias muy largas, por ejemplo 5000-6000 Km. usando varios enlaces. Sin embargo, la distancia máxima a ser cubierta por cada enlace está limitada a 80 Km. como ya se mencionó anteriormente.

Los sistemas sobre el horizonte son ampliamente utilizados en comunicaciones a larga distancia, incluso de cobertura mundial, siendo una de las principales ventajas sobre el sistema de línea de vista el hecho de que permite una comunicación confiable a través de distancias de varios cientos de kilómetros sin necesidad de estaciones repetidoras. Esto es particularmente importante cuando es preciso comunicarse a través de terreno de difícil acceso o a través del mar.

#### 1.1. ONDAS DEL CIELO Y ONDAS DE TIERRA

La energía radiada desde una antena transmisora puede alcanzar la antena receptora a través de una de las muchas trayectorias posibles de propagación, algunas de las cuales se ilustran en la Fig. 1-1.

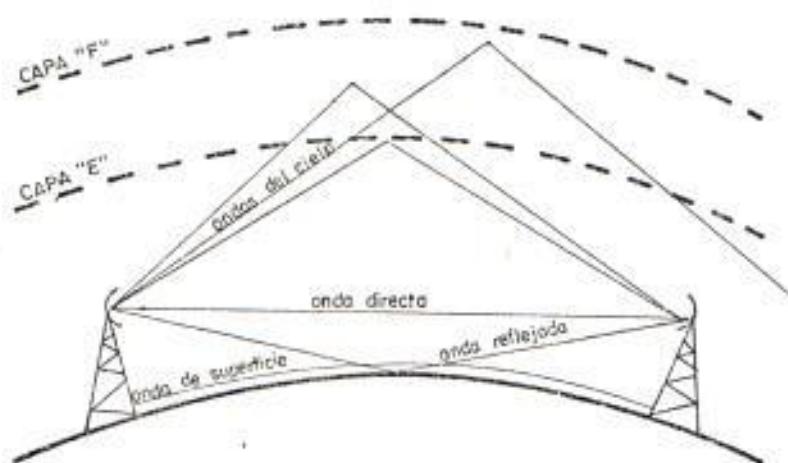


Fig. 1-1.- Algunas trayectorias posibles de propagación.

Existen ondas que llegan a la antena receptora después de reflejarse o dispersarse en las diferentes capas de la atmósfera, a estas ondas se las conoce con el nombre genérico de "ondas del cielo".

Existen otras ondas que viajan cercanas a la superficie de la tierra, las cuales son consideradas "ondas de tierra" o "terrestres".

A su vez las ondas terrestres se dividen en ondas -espaciales y ondas de superficie.

La onda espacial está compuesta de una onda directa, que es la señal que viaja en trayectoria rectilínea desde la antena transmisora hasta la antena receptor

ra; y una onda reflejada, la cual es una señal que llega a la antena receptora después de haber sido reflejada sobre la superficie de la tierra.

La onda de superficie es aquella que viaja en una trayectoria paralela a la superficie de la tierra, similar a como lo hace una onda electromagnética por una guía de onda.

Los sistemas de comunicaciones de línea de vista se valen principalmente de las ondas de tierra, y ya que la transmisión por microondas sigue esencialmente una línea recta, la trayectoria entre transmisor y receptor debe sortear cualquier obstáculo que presente el terreno. Los sistemas sobre el horizonte utilizan esencialmente las ondas del cielo, sin embargo en un sistema de línea de vista es posible encontrar componentes correspondientes a ondas del cielo, así como también en un sistema sobre el horizonte es factible que ondas de superficie se encuentren presentes.

#### 1.2. SISTEMAS DE LINEA DE VISTA

Las comunicaciones por microondas con trayectorias -

de línea de vista tienen un amplio rango de aplicaciones que se extienden desde pequeños sistemas de telefonía hasta sistemas que cuentan con varios cientos de circuitos telefónicos o varios canales de televisión y que cubren distancias de varios cientos de kilómetros con un alto grado de confiabilidad lo cual es esencial para comunicaciones nacionales e internacionales.

La amplia utilización de estos sistemas puede ser atribuida a las siguientes ventajas:

- 1.- gran capacidad y flexibilidad
- 2.- facilidad de expansión
- 3.- fácil instalación
- 4.- mejor adaptación a terrenos difíciles y barreras naturales.

Siendo los principales campos de aplicación:

- 1.- Sistemas fijos integrados para varios canales de telefonía o televisión, formando parte de redes nacionales o internacionales.
- 2.- Sistemas fijos no integrados para varios canales de telefonía o televisión, normalmente no

o sólo ocasionalmente interconectados con las -  
redes nacionales o internacionales.

3.- Sistemas transportables, generalmente sin propósito  
de teledifusión o para aplicaciones militares que pueden ser interconectados, a veces, -  
con las redes nacionales o internacionales.

Los sistemas de microondas para televisión o para algunos cientos de canales de telefonía ocupan varios megaciclos por segundo de espacio de frecuencia y para encontrar espacio suficiente se requiere frecuencias superiores a 1,000 Mhz, sin embargo existen en operación ciertos sistemas trabajando en el rango de 150 a 450 Mhz, pero únicamente con pocos canales telefónicos (24 a 72 canales).

El rango de frecuencias comprendido entre 1.000 y 10,000 Mhz, es particularmente apropiado para sistemas de microondas de línea de vista, pero frecuencias hasta 15 GHz pueden ser usadas bajo condiciones apropiadas.

Con frecuencias superiores a 10 GHz se observan considerables absorciones de energía por efectos de lluvia

vía, neblina o nieve. A frecuencias mayores, superiores a 20 GHz, la absorción por el vapor de agua y oxígeno presentes en la atmósfera se vuelve significante.

Las bandas de frecuencia asignadas para enlaces de punto a punto por la Convención Internacional de Ginebra en 1959 establece las siguientes categorías:

335	a	420	MHz
1,700	a	2,300	MHz
3,400	a	4,200	MHz
5,925	a	8,500	MHz
10,500	a	13,250	MHz

La selección de frecuencia depende de muchos factores.

Mientras más alta es la frecuencia, mayor es la directividad de antena que se puede obtener, menor es la luz de la primera zona de Fresnel y más amplio es el ancho de banda disponible para transmitir información.

Por otro lado las pérdidas de propagación, el desvanecimiento de la señal y el nivel de ruido se incrementan al aumentar la frecuencia.

### 1.3. SISTEMAS SOBRE EL HORIZONTE

Las comunicaciones por microondas con trayectorias que van más alla del horizonte utilizan modos de propagación ya sea por difracción o por dispersión atmosférica siendo este último el más utilizado.

Este tipo de comunicaciones se basa en el hecho de que las señales de radio en el rango de frecuencias de 100 a 10,000 MHz se propagan consistentemente hasta algunos cientos de kilómetros, siendo la principal ventaja del sistema de dispersión atmosférica la posibilidad que ofrece de lograr una comunicación confiable a través de distancias de hasta 1,100 Km. de longitud sin necesidad de estaciones repetidoras. Sin embargo, se requieren antenas de gran tamaño y transmisores de muy alta potencia. La propagación por dispersión generalmente involucra grandes pérdidas de transmisión lo que implica la necesidad de usar antenas de alta ganancia y receptores de gran sensibilidad.

### 1.4. PROPAGACION DE LAS ONDAS DE RADIO-FRECUENCIA EN EL ESPACIO LIBRE.

Al diseñar un sistema de comunicaciones es preciso

estimar las pérdidas de potencia sufridas por la señal en su trayectoria desde el transmisor hasta el receptor.

En cada sistema de radio existe una máxima pérdida de transmisión permisible, que al ser excedida, el sistema se vuelve de baja calidad y poco confiable. Por esta razón las pérdidas de transmisión determinan si la señal recibida será de utilidad o no.

El concepto básico para estimar las pérdidas de transmisión de una señal de radio se basa en las pérdidas esperadas en el espacio libre, esto es en una región libre de cualquier objeto que pueda absorber o reflejar radio-energía.

#### 1.4.1. Ecuación de Transmisión en el espacio libre

Las pérdidas de transmisión ( $L$ ) que experimenta una señal que se propaga en el espacio libre se define como la razón de la potencia transmitida ( $P_t$ ) a la potencia recibida ( $P_r$ ).

$$L = \frac{P_t}{P_r} \quad (\text{ec. 1-1})$$

Introducimos el concepto de área efectiva - ( $A_{ef}$ ) de una antena, que es la propiedad directiva que posee una antena receptora de captar energía de una onda plana incidente, la misma que se define como:

$$A_{ef} = \frac{P_r}{P_o} \quad (\text{ec 1-2})$$

donde  $P_r$  es la potencia recibida por la antena, y  $P_o$  es el flujo de potencia por unidad de área del campo incidente a la antena receptora.

#### 1.4.2. Atenuación entre antenas isotrópicas

Considerando un sistema de comunicaciones - que utiliza antenas isotrópicas, esto es antenas que hipotéticamente tienen igual intensidad de radiación en todas direcciones, tenemos que a una distancia ( $d$ ) de la antena transmisora el flujo de potencia por unidad de área es:

$$P_o = \frac{P_t}{4\pi d^2} \quad (\text{ec. 1-3})$$

por lo que:

$$P_t = 4\pi d^2 P_o \quad (\text{ec. 1-4})$$

reemplazando en ec. 1-1

$$L = 4\pi d^2 \frac{P_o}{P_r} \quad (\text{ec. 1-5})$$

Puede demostrarse que el área efectiva de una antena isotrópica viene dada por:

$$A_{ef} = \frac{\lambda^2}{4\pi} \quad (\text{ec. 1-6})$$

según ec. 1-2 y reemplazando en ec. 1-5 tenemos

$$L = \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \quad (\text{ec. 1-7})$$

puesto que

$$\lambda = \frac{c}{F} \quad (\text{ec. 1-8})$$

donde (c) es la velocidad de la luz y (F) la frecuencia de la señal, sustituyendo en ec. 1-7 tenemos:

$$L = \left( \frac{4 \pi d F}{c} \right)^2 \quad (\text{ec. 1-9})$$

usando  $C = 300.000 \text{ Km./s.}$ , y cambiando ligeramente la expresión para que  $F$  quede expresada en MHz obtenemos:

$$L = \left( \frac{4 \pi d F * 10^6}{3 * 10^5} \right)^2$$

$$L = \frac{1,600 \pi^2 d^2 F^2}{9}$$

$$L = 1,754.6 \text{ } d^2 \text{ } F^2 \quad (\text{ec. 1-10})$$

donde  $d$  está dada en (Km.) y  $F$  en (MHz)

Expresando esta última ecuación en decibélicos (db), obtenemos el factor de atenuación ( $\alpha$ ) para una señal que se propaga en el espacio libre y entre dos antenas isotrópicas.

$$\alpha = 10 \log (1,754.6 \text{ } d^2 \text{ } F^2)$$

$$\alpha = 32.44 + 20 \log d + 20 \log F \quad (\text{ec. 1-11})$$

## 1.5. EFECTOS ATMOSFERICOS SOBRE LA TRANSMISION EN EL ESPACIO LIBRE.

El concepto de transmisión en el espacio libre asume que la atmósfera es perfectamente uniforme y no absorbente, y que la superficie de la tierra está infinitamente lejos o que su coeficiente de reflexión es despreciable.

En un sistema práctico de comunicaciones de microondas en línea de vista, la intensidad de la señal recibida será muy cercana al valor en el espacio libre.

Cuando una onda se propaga en la atmósfera y cerca de la superficie de la tierra, el equivalente a la propagación en el espacio libre es modificado para tomar en consideración los efectos que pudieran tener la atmósfera y el terreno en la transmisión de la señal.

### 1.5.1. Absorción Atmosférica

De los gases principales que se encuentran en la atmósfera, el vapor de agua y el oxígeno absorben energía de las ondas electromagnéticas, el primero debido a su momento de -

dipolo eléctrico y el segundo debido a su momento de dipolo magnético.

Los resultados de este fenómeno pueden observarse en la Fig. 1-2.

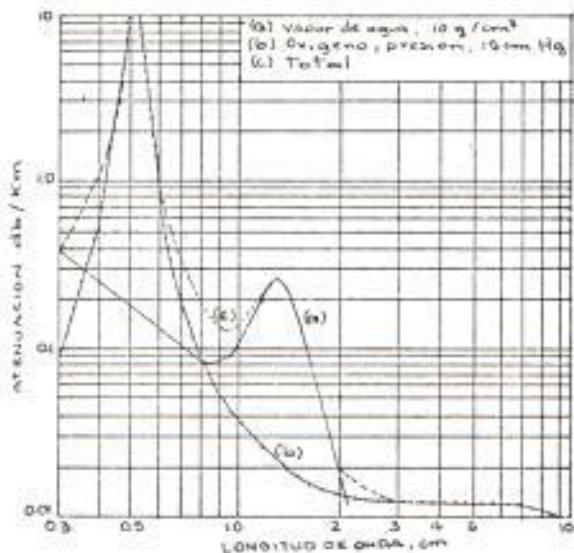


Fig. 1-2.- Absorción por vapor de agua y oxígeno.

El vapor de agua presenta máxima absorción alrededor de  $\lambda = 1.3$  cm. (23.000 MHz aproximadamente), mientras que la máxima absorción para el oxígeno ocurre alrededor de  $\lambda = 0.5$  cm. (60.000 MHz).

De la curva (c) de la Fig. 1-2 puede observarse que para longitudes de onda mayores a 3 cm. (frecuencias menores a 10.000 MHz) la atenuación es menor que 0.013 db/Km. lo que

representa 1 db aproximadamente para un tramo de 80 Km.

#### 1.5.2. Dispersión debido a lluvia o neblina

Pequeñas gotas de agua dispersan algo de la energía de una onda electromagnética.

Los resultados de este fenómeno para varias densidades de lluvia y neblina se muestran en la Fig. 1-3 de donde puede observarse - que para  $\lambda > 5$  cm. ( $F < 6.000$  MHz) la attenuación causada por lluvia o neblina deja de ser significativa.

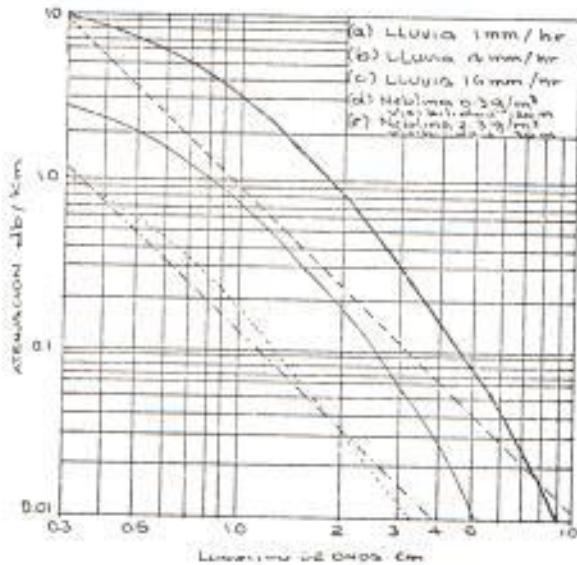


Fig. 1-3.- Pérdidas de dispersión por lluvia y neblina.

### 1.5.3. Refracción Atmosférica

El fenómeno de refracción atmosférica que se observa en la propagación de señales de radiofrecuencia, se debe a las variaciones en el índice de refracción del aire a medida que la altura aumenta.

Bajo condiciones normales este índice disminuye con la altura lo que causa que las ondas electromagnéticas sean desviadas hacia abajo.

Esta particularidad permite que una señal sea recibida en puntos más allá del horizonte.

### 1.6. EFECTOS DEL TERRENO SOBRE LA TRANSMISIÓN EN EL ESPACIO LIBRE.

Bajo condiciones atmosféricas normales el terreno ejerce dos efectos principales en la propagación de una señal de radio.

1.- Arboles, construcciones, cerros u otras irregularidades del terreno pueden bloquear una por-

ción de la señal, causando pérdidas por obstrucción.

- 2.- Una sección muy llana del terreno o una extensión de agua puede reflejar una segunda señal hacia la antena receptora. Esta señal reflejada puede llegar fuera de fase con respecto a la directa causando una cancelación parcial de la onda.

#### 1.6.1. Efectos de obstáculos

Con el fin de facilitar el análisis del fenómeno producido al existir un obstáculo que intercepta parte de la señal transmitida, debemos recurrir a la teoría de la difracción introducida por Fresnel en óptica.

La difracción es un fenómeno característico del movimiento ondulatorio, y éste se observa cuando un obstáculo impide el paso de una porción del frente de onda incidente produciendo una distorsión en la señal.

Supongamos que una serie de colinas está situada a distancias  $d_1$  y  $d_2$  de una antena -

transmisora T y otra receptora R respectivamente, y a una altura H por debajo o por encima de la línea de vista óptica, como se muestra en las figuras 1-4 (a) y (b).

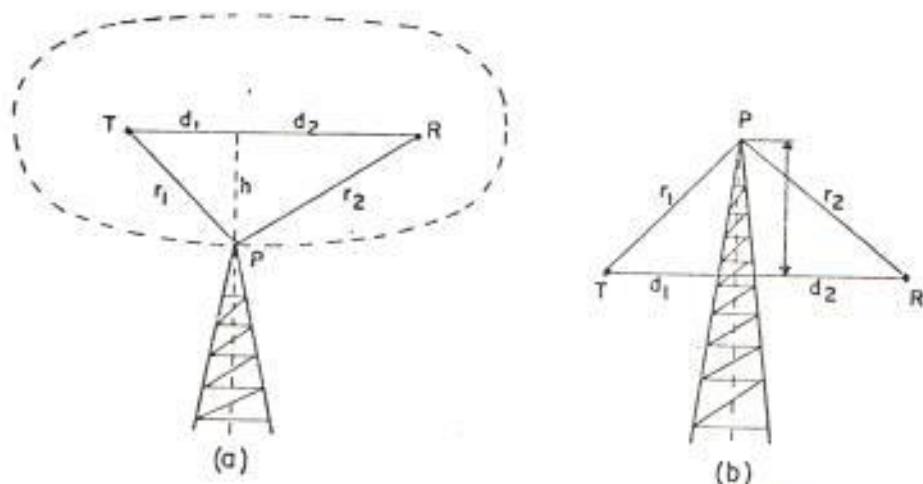


Fig. 1-4.- Efecto de obstáculos

A los lugares geométricos de los puntos correspondientes a las trayectorias que exceden en  $n\lambda/2$  ( $n = 1, 2, 3\dots$ ) con respecto a  $TR = d_1 + d_2 = d$  se los conoce como zonas de Fresnel, y tienen forma de elipsoides con focos en T y R.

$$\delta = (r_1 + r_2) - (d_1 + d_2) = \frac{n\lambda}{2} \quad (\text{ec 1-12})$$

$$r_1 = \sqrt{d_1^2 + h^2} \quad (\text{ec 1-13})$$

$$r_1 = d_1 \sqrt{1 + \left(\frac{h}{d_1}\right)^2} \quad (\text{ec 1-14})$$

para  $h/d_1 \ll 1$

$$r_1 = d_1 \left( 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{d_1}\right)^2 \right) \quad (\text{ec 1-15})$$

similarmente

$$r_2 = d_2 \left( 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{d_2}\right)^2 \right) \quad (\text{ec 1-16})$$

de aquí que

$$\frac{n\lambda}{2} = d_1 \left( 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{d_1}\right)^2 \right) + d_2 \left( 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{h}{d_2}\right)^2 \right) - d_1 - d_2$$

$$\frac{n\lambda}{2} = \frac{d_1}{2} \left(\frac{h}{d_1}\right)^2 + \frac{d_2}{2} \left(\frac{h}{d_2}\right)^2$$

$$n\lambda = \frac{h^2}{d_1} + \frac{h^2}{d_2}$$

$$n\lambda = h^2 \left( \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2} \right)$$

$$h = \left( \frac{n\lambda}{1/d_1 + 1/d_2} \right)^{1/2} \quad (\text{ec 1-17})$$

por lo que la luz requerida para la primera zona de Fresnel ( $h_1$ ) viene dada por

$$h_1 = \left( \frac{\lambda}{1/d_1 + 1/d_2} \right)^{1/2} \quad (\text{ec 1-18})$$

Usando la teoría de difracción de Fresnel puede derivarse expresiones para el factor de atenuación que experimenta una señal debido a la presencia de obstáculos en su trayectoria de propagación.

Los resultados se muestran en la Fig. 1-5 en donde se grafica el factor de atenuación en función de la variable  $h/h_1$  que es la razón de la luz ( $h$ ), existente entre la trayectoria directa en línea de vista entre las antenas y el borde superior del obstáculo, y la luz ( $h_1$ ) requerida para la 1<sup>a</sup> zona de Fresnel.

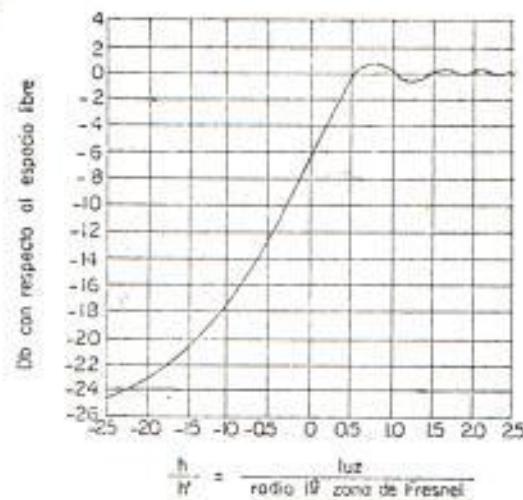


Fig. 1-5.- Atenuación vs. luz de Fresnel.

Puede observarse de la Fig. 1-5 que cuando el tope del obstáculo está en la línea de vista existe una pérdida de 6 db; al aumentar su altura por encima de la línea de vista las pérdidas aumentan rápidamente, pero al disminuir su altura por debajo de la línea de vista las pérdidas decrecen hasta cero y oscilan alrededor de  $\pm 1$  db.

- La onda recibida tendrá una magnitud muy cercana al valor en el espacio libre si cualquier obstáculo presente en la trayectoria se encuentra por debajo de la línea de vista a una altura tal que por lo menos exista una luz para la 1<sup>a</sup> zona de Fresnel.

Esta condición se cumple para  $\delta/\lambda > 0.5$

### 1.6.2. Reflexión sobre el terreno

En un sistema línea de vista, la onda recibida puede ser la resultante de una onda directa y de una reflejada sobre la superficie de la tierra, que se combinan al llegar a la antena receptora.

El caso más simple es la reflexión sobre una superficie plana de la tierra como se muestra en la Fig. 1-6.

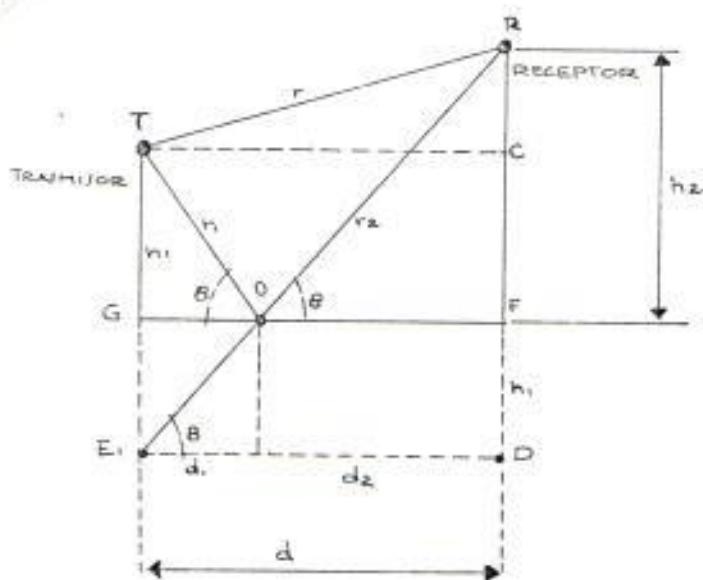


Fig. 1-6.- Reflexión en la superficie de la tierra.

La onda resultante en la antena receptora R consiste de una onda directa TR y una onda reflejada OR.

Cuando la superficie sobre la cual se realiza la reflexión es terreno llano o una extensión de agua la onda reflejada puede ser significativa y con gran influencia en la onda resultante; en cambio si el terreno es irregular la onda reflejada tiende a ser dispersada, por lo tanto será de pequeña magnitud y con poco o ninguna contribución a la onda resultante.

La onda reflejada experimenta atenuación y desfasamiento a lo largo de su trayectoria indirecta, de ahí que el hecho de que llegue en fase o fuera de fase con respecto a la onda directa determinará el tipo de interferencia a producirse, esto es, constructiva reforzando la señal en el primer caso, o destructiva en el segundo caso produciendo un debilitamiento de la señal, pudiendo llegar incluso hasta su cancelación.

(111) (29) (11) 33

## CAPITULO II

### EVALUACION DE LAS PERDIDAS DE TRANSMISION EN UN SISTEMA DE LINEA DE VISTA

Al diseñar un sistema de radiocomunicaciones gran parte del trabajo se dedica a estudiar el probable comportamiento de una trayectoria dada y a encontrar las técnicas de modulación y de procesamiento de la señal que superen los defectos del medio.

Los circuitos de radio pueden estar caracterizados por su frecuencia de portadora, que en gran parte determinan el comportamiento de la trayectoria.

En los sistemas línea de vista de comunicaciones por microondas el tipo de modulación es usualmente FM aunque últimamente se está incrementando alguna forma de modulación digital.

Las ondas de radio en los sistemas línea de vista viajan en línea recta y son limitadas por el horizonte debido a la curvatura de la tierra.

Un radio enlace de un sistema línea de vista consta de -

dos estaciones transmisoras-receptoras terminales y de una o más estaciones repetidoras intermedias. El número de estaciones requeridas depende principalmente de la configuración del terreno, y por esta razón es muy importante poder estimar la atenuación o pérdidas de transmisión que experimenta una señal a lo largo de una trayectoria determinada.

Considerando esta particularidad el principal objetivo de esta tesis es desarrollar un programa de computadora que permita analizar los contornos de niveles de intensidad de una señal para varias frecuencias y a lo largo de diferentes trayectorias con el fin de poder seleccionar la mejor alternativa posible cuando se diseñe un sistema línea de vista de comunicaciones por microondas.

## 2.1. DEFINICION

Mediante un programa de computadora se trata de evaluar la atenuación que experimenta una señal proveniente de una estación transmisora en un sistema línea de vista de comunicaciones por microondas.

El programa está escrito en lenguaje FORTRAN IV que incluye soporte para grabación de datos en archivos en disco, facilidad usada en este programa para al-

macenar permanentemente la información que representa la configuración topográfica del terreno que se estudia.

Cabe mencionar que la disponibilidad de almacenamiento en discos del centro de cómputo de la ESPOL permitiría grabar los detalles topográficos de todo el Ecuador.

Para cubrir todas las direcciones de propagación se consideran 72 trayectorias radiales que parten de la estación transmisora y están igualmente espaciadas entre si cada  $5^{\circ}$ .

Los detalles del terreno a lo largo de cada trayectoria se obtienen de un archivo de acceso directo - almacenado en un disco.

Este archivo contiene como información las alturas representativas deducidas a partir de un mapa topográfico de la zona bajo consideración, las mismas que equivalen a la altura promedio del terreno comprendido en un cuadro de 0.25 Km. por lado.

El programa entonces considera cada una de las trayectorias por turno y reconstruyendo el perfil del

terreno evalúa la atenuación de la señal a intervalos regulares de 0.25 Km. de longitud.

Para estimar las pérdidas de transmisión se utiliza como base el modelo de propagación en el espacio libre. Este modelo es luego modificado para tomar en consideración los diferentes factores que tengan efectos significativos en la propagación de la señal.

Las variables que se considerarán en el programa se muestran en la Fig. 2-1.

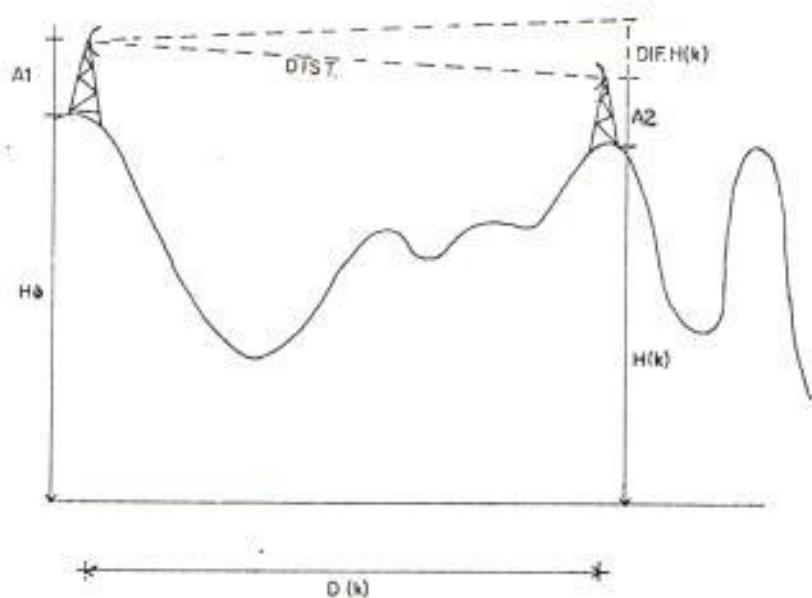


Fig. 2-1

Donde:

$H\phi$  = altura del terreno correspondiente al punto donde se encuentra la antena transmisora.

$H(K)$  = altura del terreno correspondiente al punto en que se evalúa las pérdidas sufridas por la señal, y donde eventualmente se encontraría una antena receptora.

$A_1$  = altura de la torre de la antena transmisora.

$A_2$  = altura de la torre de la antena receptora.

$D(K)$  = distancia horizontal entre antenas.

$DIFH$  = diferencia de altura entre antenas.

$DIST$  = distancia directa entre antenas.

Por lo que:

$$DIFH(K) = H\phi + A_1 - H(K) - A_2 \quad (\text{ec } 2-1)$$

$$DIST(K) = \sqrt{D(K)^2 + DIFH(K)^2} \quad (\text{ec } 2-2)$$

Puesto que en la práctica  $D(K) \gg DIFH(K)$  tenemos que  $DIST(K) \approx D(K)$ .

Por lo que el factor de atenuación (FA) según ec 1-11 para una señal que se propaga como si lo hiciera en el espacio libre estaría dado por :

$$FA = 32.44 + 20 \log(D(K)) + 20 \log(F) \quad (\text{ec } 2-3)$$

FA : expresado en [DB]

D(K) : " " [KM]

F : " " [MHz]

Para examinar la condición de línea de vista y la presencia de obstáculos es menester tomar en consideración la curvatura de la tierra. La luz (CL) existente entre un obstáculo y la trayectoria de la señal puede calcularse usando la siguiente expresión. (Véase Apéndice A)

$$CL = HT - \frac{D(L)}{D(K)} (HT - H(K) - A_2) - \frac{D(L)(D(K)-D(L))}{17} - H(L) \quad (\text{ec-2-4})$$

donde: HT = HØ + A1

CL; HT; H(K); A<sub>2</sub>; H(L) se expresan en [M]

D(L) ; D(K) se expresan en [KM]

H(L) : altura del obstáculo

Para considerar el efecto de los obstáculos presen-

tes a lo largo de la trayectoria y que interceptan parte de la señal obsérvese la Fig. 2-2

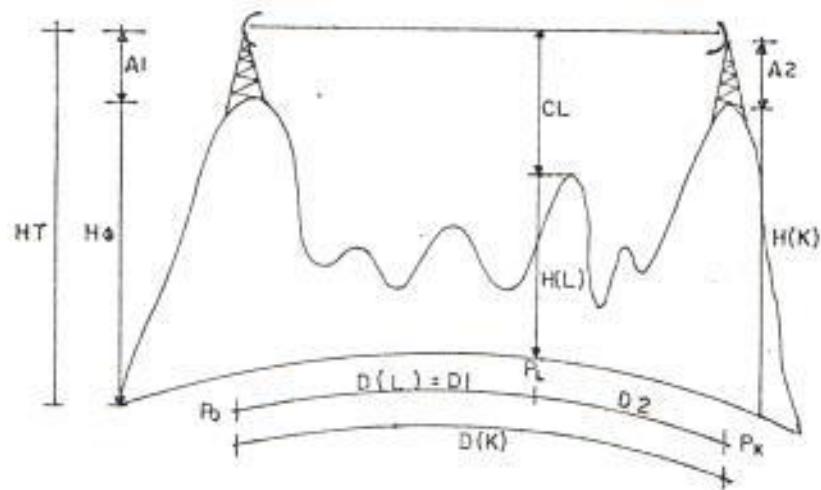


Fig. 2-2

El punto de la trayectoria que representa mayor obstáculo a la propagación de la señal es el punto  $P_L$  intermedio entre  $P_0$  y  $P_k$  al que corresponde el menor valor de  $CL$ .

$CL$  se mide como positivo (+) hacia abajo de la línea de la trayectoria directa, y como negativo (-) desde la línea de trayectoria directa hacia arriba.

CL correspondiente al punto PL se va calculando punto a punto a lo largo de la trayectoria entre  $P_0$  y  $P_k$ .

CLMIN es una variable auxiliar que toma el valor mínimo calculado de CL.

Luego de haber calculado CLMIN y determinado la posición del mayor obstáculo, calculamos la luz requerida para la 1<sup>a</sup> zona de Fresnel:

$$CL\ 1 = \sqrt{\frac{3 \times 10^5}{F/D_1 + F/D_2}} \quad [M] \quad (\text{ec } 2-5)$$

donde:

$F$  = frecuencia expresado en  $[MHz]$

$D_1; D_2$  = distancias expresadas en  $[KM]$

Teniendo CLMIN y CL 1 podemos calcular.

$$C = CLMIN / CL1 \quad (\text{ec } 2-6)$$

Con el valor de C podemos determinar la atenuación (FAF) sufrida por la señal debido a la presencia de obstáculos conforme a la Fig. 1-5.

Sin embargo para efectos prácticos del programa la curva de la Fig. 1-5 ha sido dividida en varios segmentos cada uno de los cuales se representa por una expresión matemática sencilla (ver apéndice B).

Al usar antenas no isotrópicas, esto es, con ganancias diferentes de 0 db la atenuación sufrida por la señal se ve modificada por el efecto de las ganancias  $G_1$  y  $G_2$  de las antenas transmisoras y receptor respectivamente.

Tomando en cuenta estas dos últimas consideraciones, el factor de atenuación total (FAT) que experimenta una señal al propagarse cerca de la tierra y entre antenas no isotrópicas viene dado por:

$$\text{FAT} = \text{FA} + \text{FAF} - G_1 - G_2 \quad [\text{DB}] \quad (\text{ec 2-7})$$

Como ya se mencionó las pérdidas de transmisión son calculadas a lo largo de 72 trayectorias igualmente espaciadas cada  $5^\circ$ .

La trayectoria sobre la cual se efectúan los cálculos se define mediante el índice  $N$  ( $N = 0, 1, 2, \dots, 71$ ) y la posición angular  $U$  de la trayectoria  $N$

se determina según:

$$U = N \cdot 5 \cdot \frac{\pi}{180} \quad (\text{ec } 2-8)$$

donde  $U$  viene expresado en [rad] y se mide según el sentido de las manecillas del reloj tomando como referencia el eje norte-sur. Ver Fig. 2-3

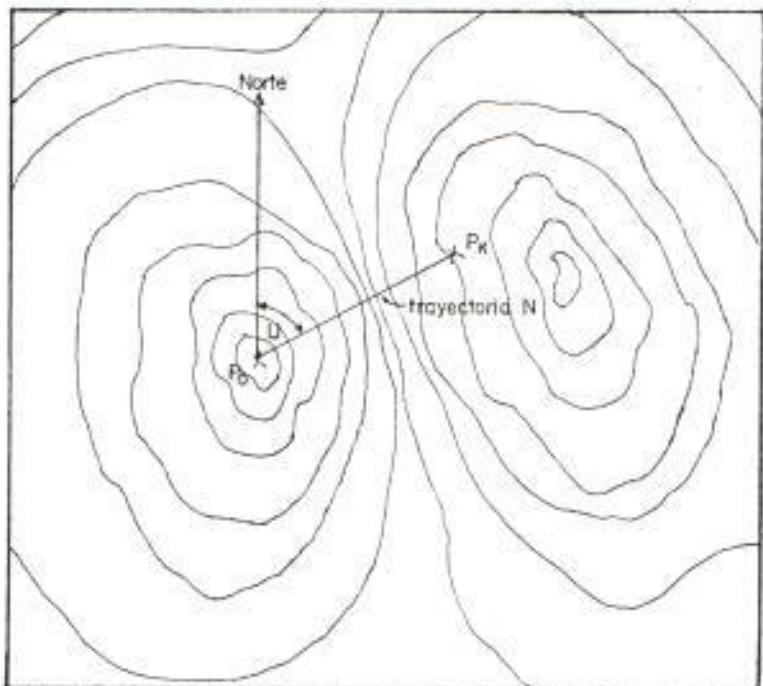


Fig. 2-3

Para determinar las coordenadas del punto  $P_k$  usamos las siguientes ecuaciones:

para  $0 \leq N \leq 17$

$$Y = Y\phi - \text{INT} \left\{ K * \cos(U) + 0.5 \right\} \quad (\text{ec 2-9})$$

$$X = X\phi + \text{INT} \left\{ K * \sin(U) + 0.5 \right\} \quad (\text{ec 2-10})$$

para  $18 \leq N \leq 35$

$$Y = Y\phi + \text{INT} \left\{ K * \cos(\pi - U) + 0.5 \right\} \quad (\text{ec 2-11})$$

$$X = X\phi + \text{INT} \left\{ K * \sin(\pi - U) + 0.5 \right\} \quad (\text{ec 2-12})$$

para  $36 \leq N \leq 53$

$$Y = Y\phi + \text{INT} \left\{ K * \cos(U - \pi) + 0.5 \right\} \quad (\text{ec 2-13})$$

$$X = X\phi - \text{INT} \left\{ K * \sin(U - \pi) + 0.5 \right\} \quad (\text{ec 2-14})$$

para  $54 \leq N \leq 71$

$$Y = Y\phi - \text{INT} \left\{ K * \cos(2\pi - U) + 0.5 \right\} \quad (\text{ec 2-15})$$

$$X = X\phi - \text{INT} \left\{ K * \sin(2\pi - U) + 0.5 \right\} \quad (\text{ec 2-16})$$

Donde :

$Y_0$ ,  $X_0$  son las coordenadas del punto donde se en cuentra localizada la antena transmiso - ra.

$Y$ ,  $X$  son las coordenadas del punto donde se eva lúan las pérdidas de transmisión.

$K$  es el índice que define el intervalo a lo largo de la trayectoria.

Puesto que el FORTRAN nos permite el acceso directo a los registros de un archivo en disco por su posición relativa, es necesario calcular dicha posición relativa.

$$\text{RELA} = (Y - 1) \text{ NC} + X \quad (\text{ec 2-17})$$

Donde :

RELA = posición relativa del registro donde está - almacenado el valor de la altura representa - tiva del punto  $P_k$ .

NC = número de columnas que posee la cuadrícula en la cual se ha subdividido el mapa.

El programa principal ha sido denominado "LOSSSES" y tiene varias opciones de ejecución determinadas por las variables GRABA, LISTA, SOLVE y PLOT.

Si la variable GRABA = Ø el programa lee los datos que contienen la información de las alturas representativas del terreno que se estudia, y luego los almacena en un archivo de un disco.

Si la variable LISTA = Ø el programa emite un listado de todas las alturas representativas del terreno determinando su posición con referencia al mapa índice nacional.

Si la variable SOLVE = Ø el programa ejecuta los cálculos para determinar las pérdidas sufridas por la señal barriendo todas las trayectorias una por una.

Los resultados parciales se almacenan en unos arre

glos creados para dicho fin que luego se imprimen mostrando los resultados obtenidos en cada una de las trayectorias.

Si uno está interesado en estudiar una sola trayectoria a la vez, podemos usar la opción de ejecución PLOT =  $\emptyset$  la cual determina la atenuación que experimenta una señal a lo largo de una trayectoria previamente seleccionada por nosotros y nos proporciona un listado con los resultados obtenidos y además dos gráficas. En la una se reproduce el perfil topográfico de la trayectoria, H(K) vs D(K) y en la otra se observa la atenuación que sufre la señal a lo largo de dicha trayectoria FAT(K) vs D(K).

## 2.2. ASUNCIIONES

Para el desarrollo del programa se ha tomado como zona de estudio la región correspondiente al sector CERRO AZUL, Provincia del Guayas-Ecuador, la referencia de la carta utilizada al mapa índice nacional es:

HOJA CT - MV - B2, 3587 I

y al estimar las pérdidas de transmisión se han hecho las siguientes asunciones:

- 1.- Que la propagación de la señal se realiza en el espacio libre. Luego este modelo se modifica para tomar en cuenta los efectos de obstáculos - del terreno.
- 2.- Que la onda reflejada tiene poca influencia sobre la onda directa que llega a la antena receptora.
- 3.- Que las condiciones atmosféricas ejercen poco o ningún efecto sobre la señal propagada. Esta consideración es válida por las razones expuestas en la sección 1-5 y tomando en cuenta el rango de frecuencias y la longitud de los tramos con los cuales estamos trabajando.
- 4.- Que la subdivisión del mapa topográfico mediante una cuadrícula con elementos de 0.25 Km. de lado, permite deducir alturas representativas del te -

rreno bastante próximas a la realidad.

En zonas de configuración topográfica más accidentada, como la región andina, el intervalo a considerarse debería ser menor con el fin de que la representación del terreno sea lo más fiel posible.

- 5.- Que 72 trayectorias radiales igualmente espaciadas cubren perfectamente todas las direcciones posibles de propagación.

### 2.3. ALGORITMOS

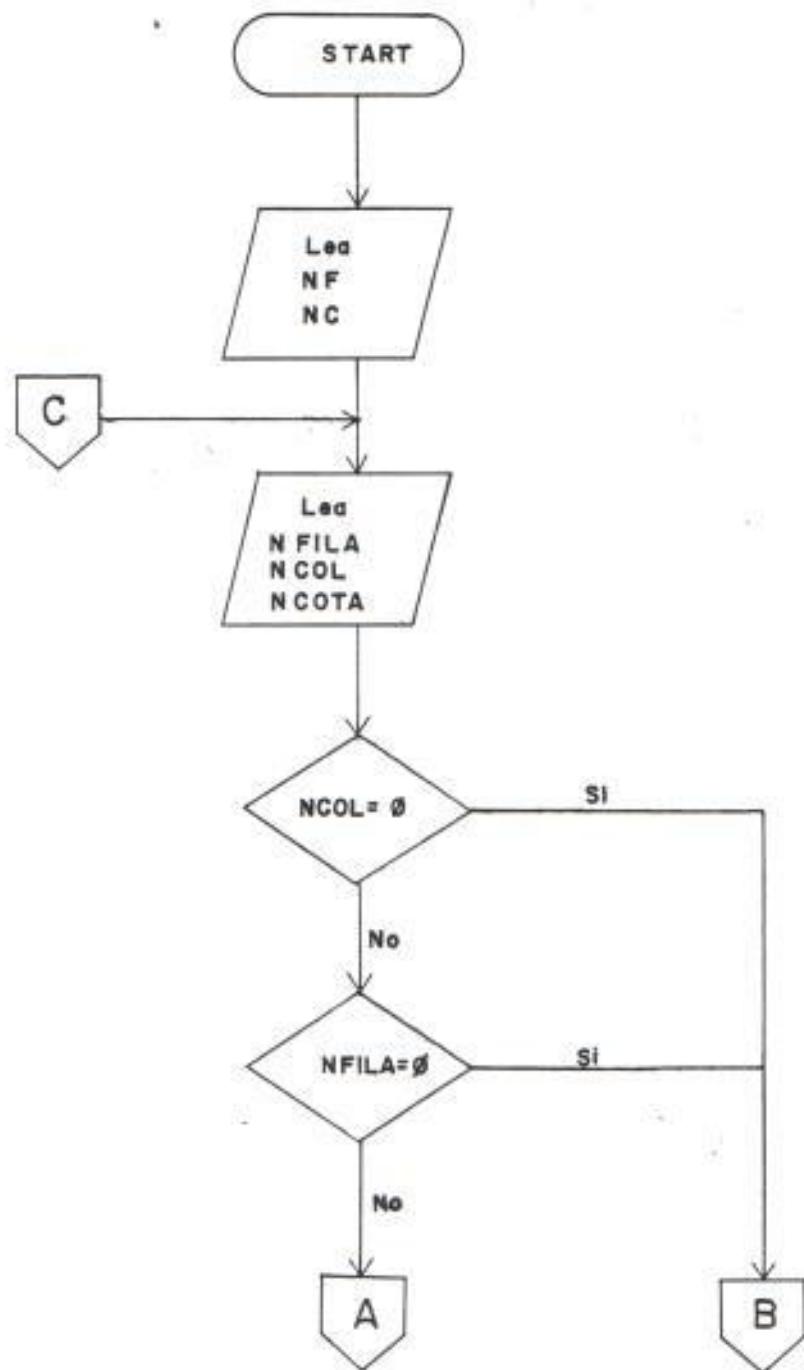
El programa principal "LOSSSES" ofrece varias opciones de ejecución que pueden seleccionarse según el valor asignado a las variables GRABA, LISTA, SOLVE y PLOT.

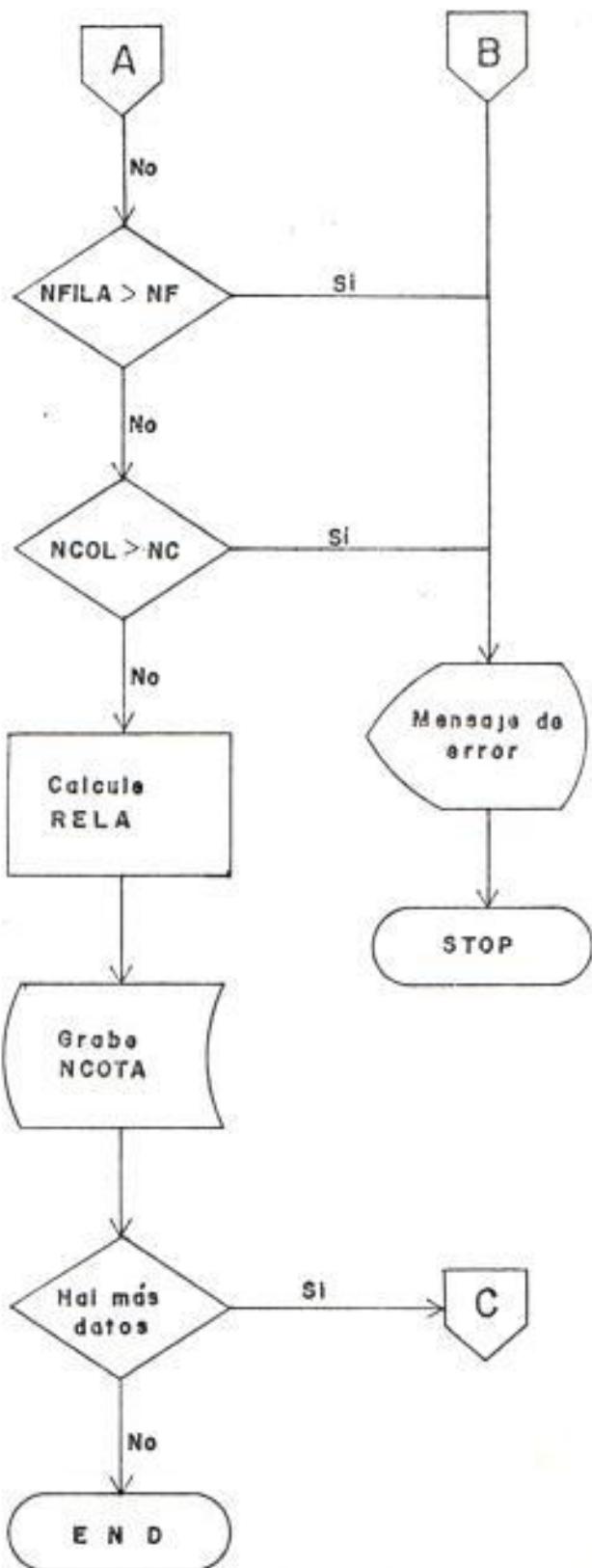
Los algoritmos utilizados para cada opción se muestran a continuación.

2.3.1. Opción GRABA

## OPCION DE EJECUCION

## GRABA

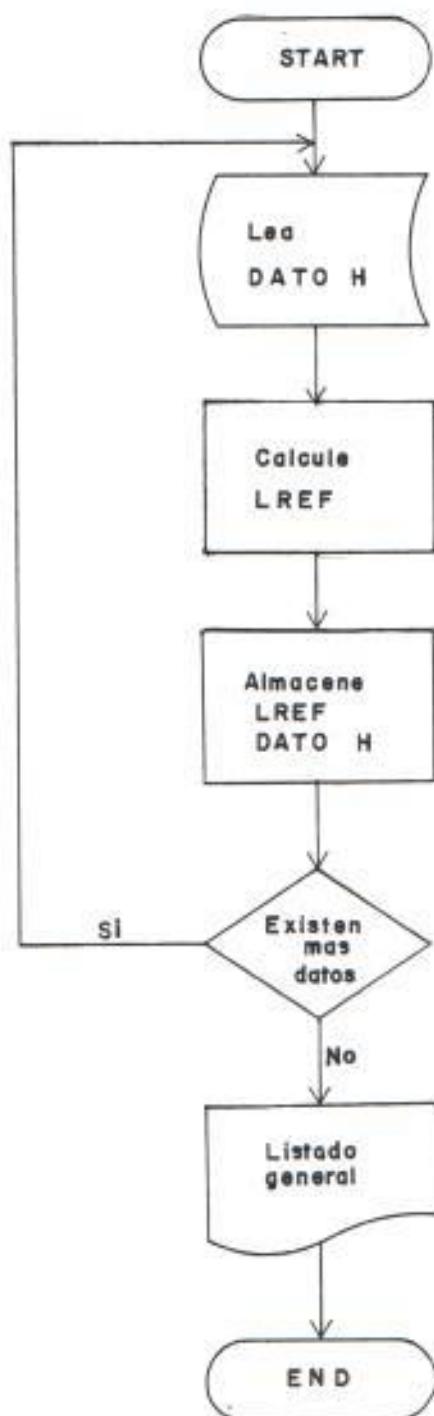




### 2.3.2. Opción LISTA

## OPCION DE EJECUCION

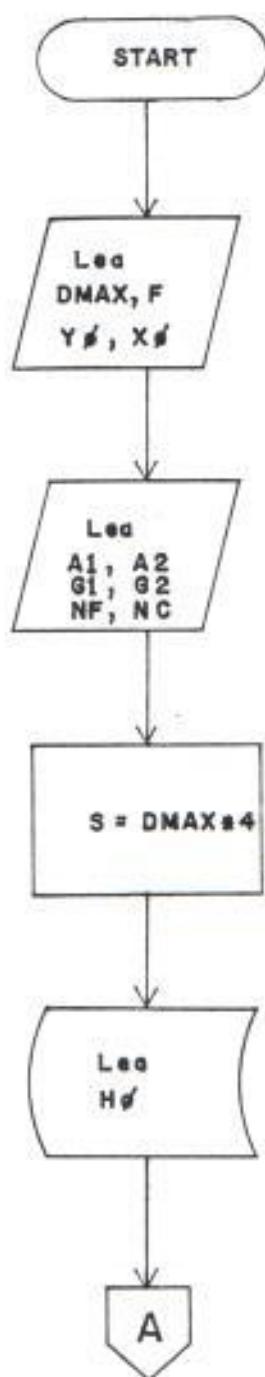
### L I S T A

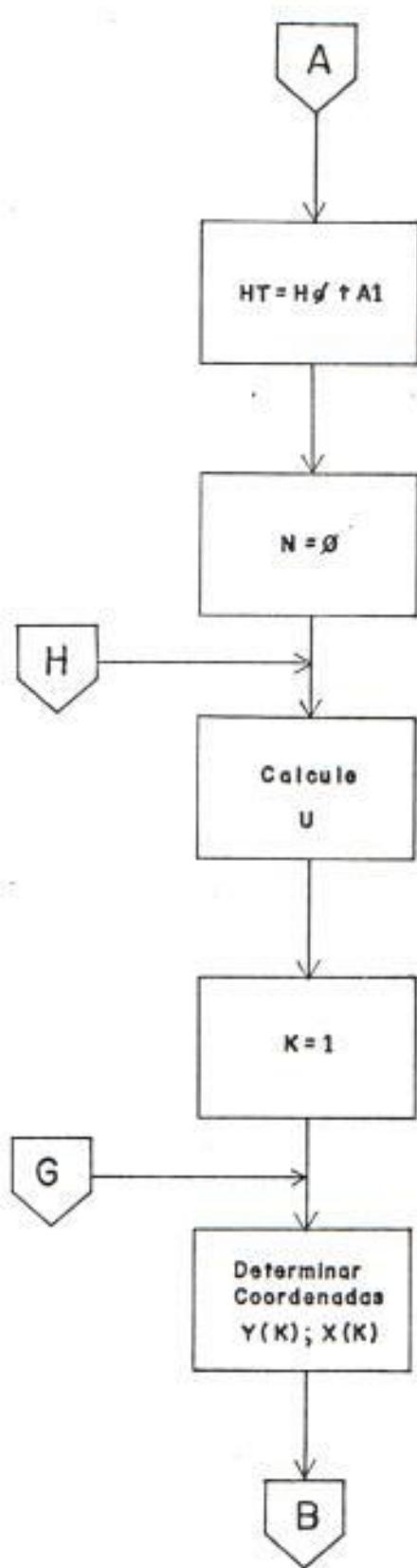


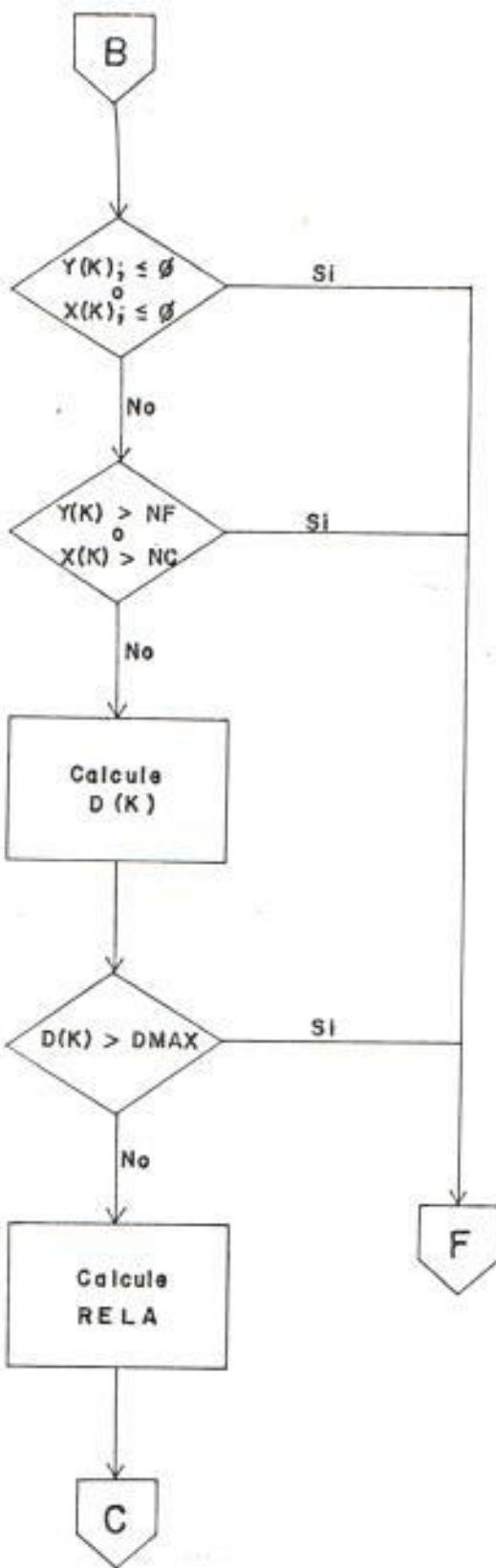
2.3.3. Opción SOLVE

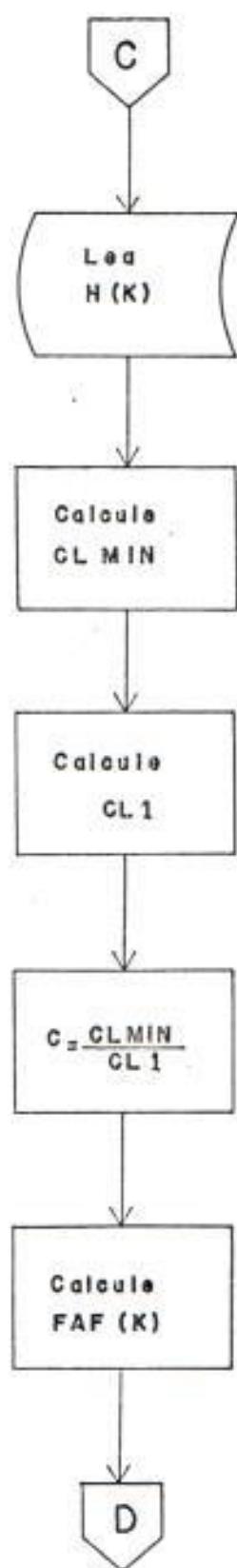
## OPCION DE EJECUCION

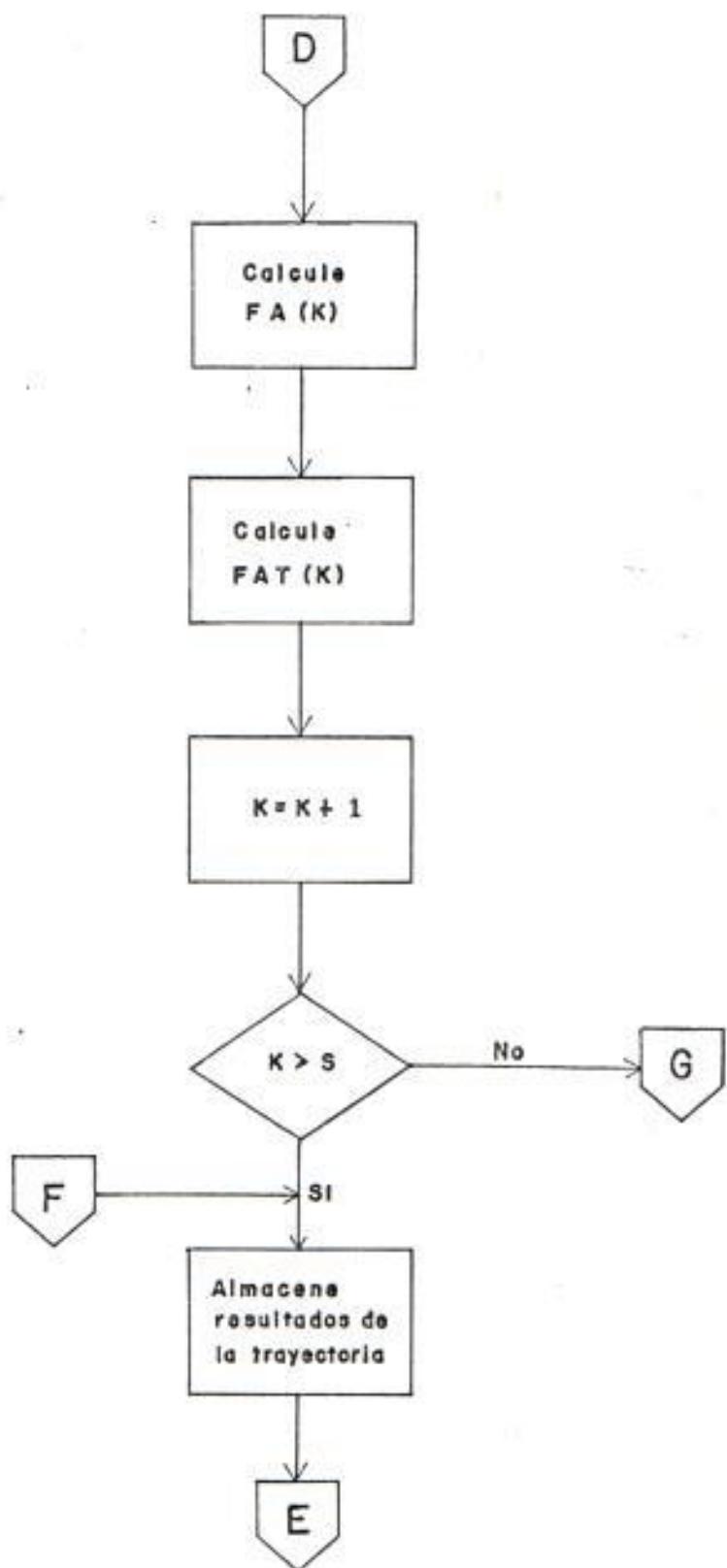
## SOLVE

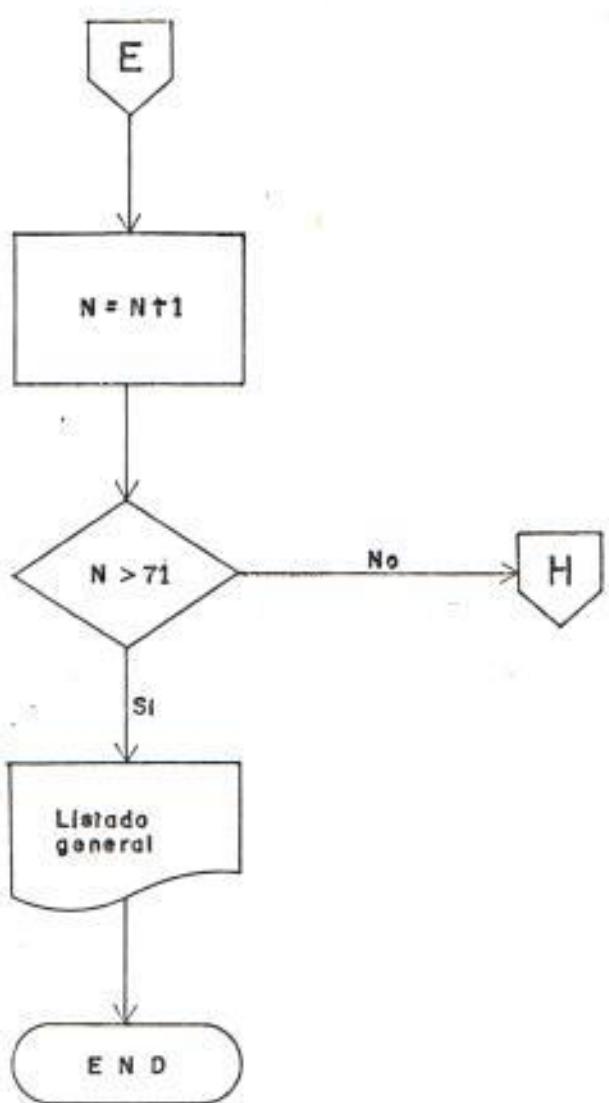


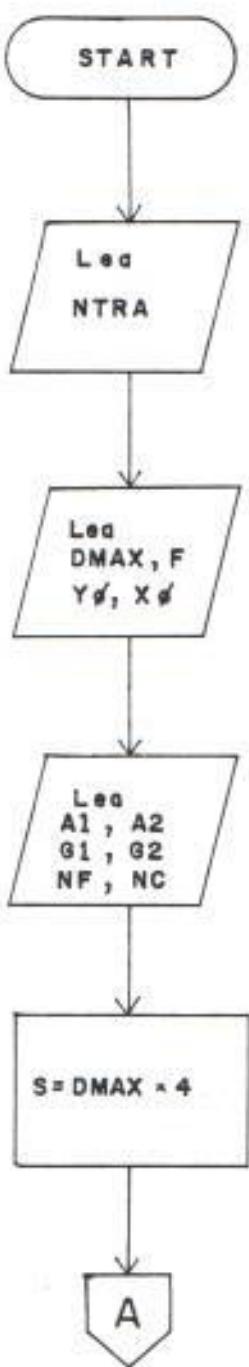




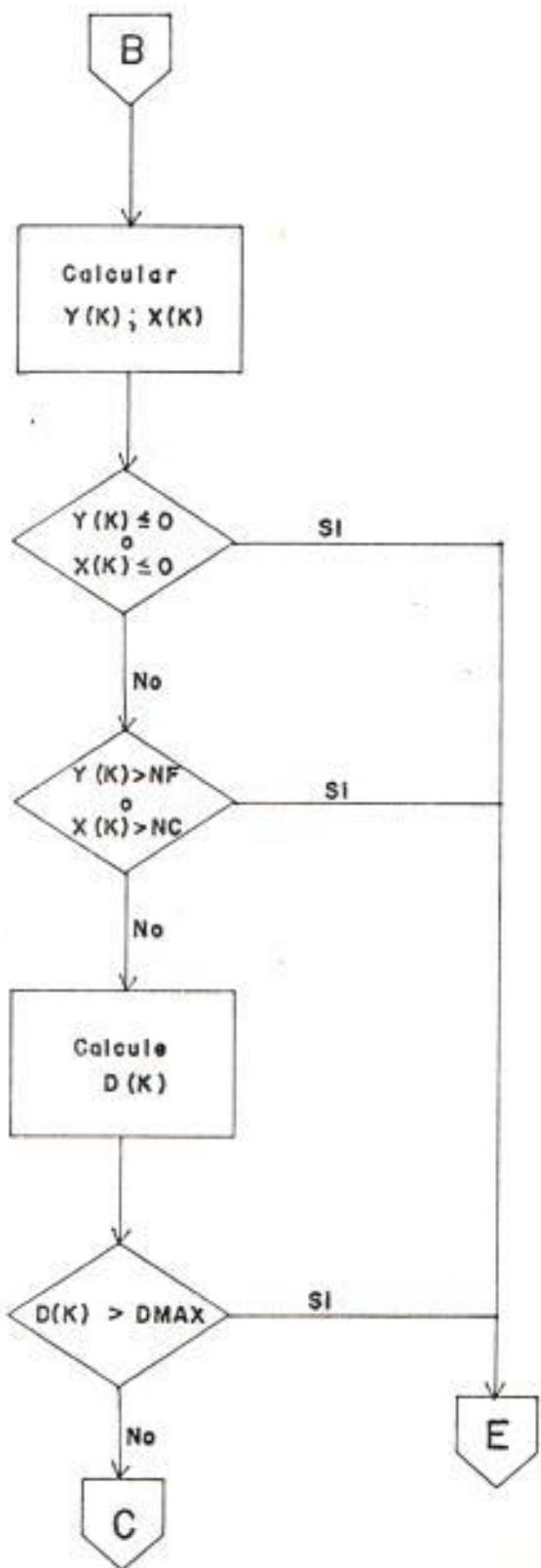


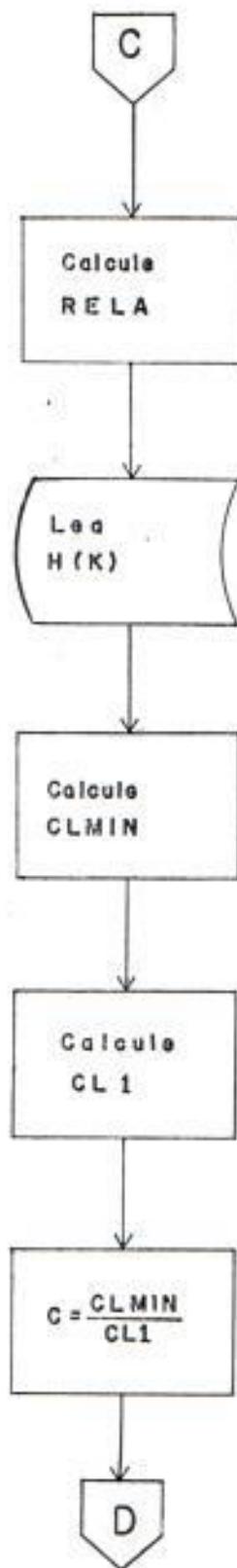


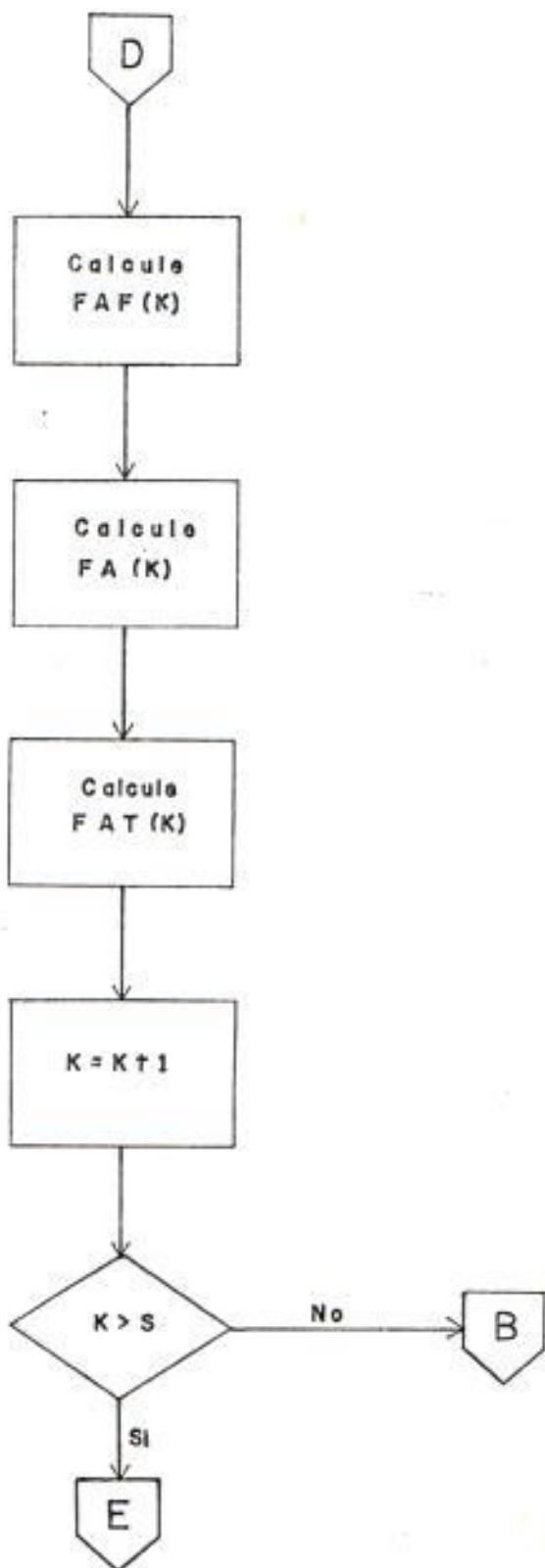


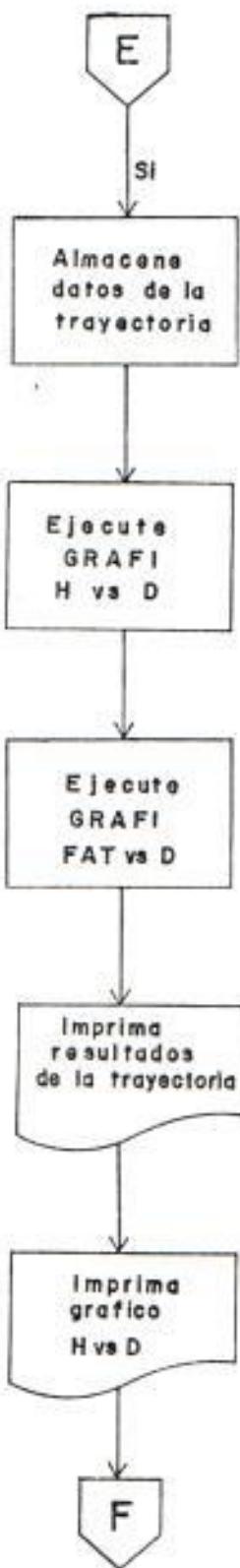
2.3.4. Opción PLOTOPCION DE EJECUCION  
PLOT

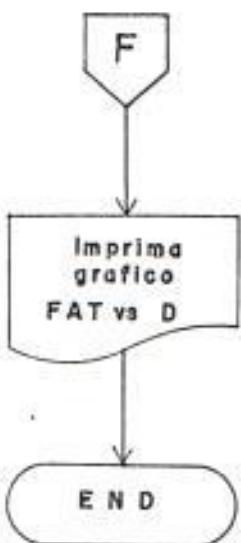












## 2.4. PROGRAMAS

Para lograr los objetivos de esta tesis se consideró conveniente separar los programas en uno principal y una subrutina.

Al primero lo denominamos "LOSSES" y a la segunda - "GRAFI".

Ambos programas se escribieron en lenguaje FORTRAN IV.

### 2.4.1. LOSSES

Por simplicidad y especialmente para lograr mayor flexibilidad este programa ofrece varias opciones de ejecución determinadas por las variables GRABA, LISTA, SOLVE y PLOT.

A continuación presentamos el listado de este programa.

## L E S S E S

PROGRAMA PARA CALCULAR LAS PERDIDAS DE TRANSMISION  
DE SEÑALES DE RADIO DE MUY ALTA FRECUENCIA

AUTOR GERMAN LÓPEZ MONGAYO

```
DIMENSION Y(134),XL(39),EL(134),R(134)
REAL(134),NCOL(11),NLTAB(11),DATOL(5),DATOU(5),
DATOH(5),DELTAG(2,400),FAL(134),FAF(134),LREF(15),D15(134)
INTEGER Y,X,H,GRABA,SOLVE,A1,A2,OMAX,RELAY,S,YG,X0,HD,
DATOL,DATOU,DATOH,REF,LREF1,DSAVE,DSAVE1,HT
DATA PI/3.141592/
OPEN UNIT=8,ACCESS='DIRECT',STATUS='NEW',RECL=41
NNPP=0
```

## LECTURA DE OPCIONES DE EJECUCION

POS	CAMPO	DESCRIPCION	CODIFICACION
1	GRABA	CREACION ARCHIVO DE COTAS	0 = SI 1 = NO
2	LISTA	LISTADO ARCHIVO DE COTAS	0 = SI 1 = NO
3	SOLVE	CALCULA PERDIDAS DE TRANSMISION DE TODAS LAS TRAYECTORIAS RADIALES	0 = SI 1 = NO
4	PLUT	CALCULA Y GRAFICA PERDIDAS DE TRANSMISION DE UNA TRAYECTORIA PRESELECCIONADA	0 = SI 1 = NO

```
READ(1,1)GRABA,LISTA,SOLVE,PLUT
FORMAT(4I1)
IF(SOLVE.NE.0)GO TO 4
```

## LECTURA DE PARAMETROS GENERALES DE CALCULUS

OMAX	DISTANCIA MAXIMA (KMTS)
Y0	ORDENADA DE LA ANTENA TRANSMISORA
X0	ABSCISA DE LA ANTENA TRANSMISORA
F	FRECUENCIA DE PORTACARGA (MHz)

A1	ALTURA DE LA ANTENA TRANSMISORA (MTS)	CESERCOMP-ESPOL
A2	ALTURA DE LA ANTENA RECEPTORA (MTS)	
G1	GANANCIA DE LA ANTENA TRANSMISORA (DBI)	
G2	GANANCIA DE LA ANTENA RECEPTORA (DBI)	
NF	NR. DE FILAS DEL MAPA	
NC	NR. DE COLUMNAS DEL MAPA	
NTRA	NR. DE TRAYECTORIAS PARA OPCION PLOT	

```
READ(1,2)DMAX,YO,XO,F,A1,A2,G1,G2,NF,NL  
FORMAT(3(13.3X),F5.0,213X,13)T2(3X,F3.0),213X,13))  
OPEN(NE,0)GG TO 10  
READ(1,1)NTRA  
FORMAT(13)  
READ(1,2)DMAX,YO,XO,F,A1,A2,G1,G2,NF,NC  
OPEN(NE,0)GG TO 7
```

LECTURA Y GRABACION DE CCTAS  
(OPCION GRABA )

NFILA	ORDENADA LLE PUNTO EN EL MAPA
NCCL	ABSCISA DEL PUNTO EN EL MAPA
NCOTA	ALTURA REPRESENTATIVA DEL PUNTO

```
NN=0  
READ(1,5,END=7)NFILA,NCUL(1),NCCL(1),I=1,11  
NN=NN+1  
FORMAT(13,11(13,14))  
DE 8 E=1,11  
OPEN(OL,0)GG TO 14  
OPEN(NE,0)GG TO 10  
NFILA=OL+NN*NCCL(I)+NCUL(I)+NN)GG TO 994  
RELA=(NFILA-I)*NC+NCCL(I)  
WRITE(8,12,REC=RELA)NCUL(I)  
FORMAT(14)  
CONTINUE  
DE TO 14
```

LISTADO GENERAL DE CCTAS  
(OPCION LISTA )

```
IF (LISTA.NE.0)GG TO 101  
READ(1,2)DMAX,YO,XO,F,A1,A2,G1,G2,NF,NC  
I=1  
RELA=1  
NCUN=0  
NCETAL=NC+N  
DE 81 I=1,NTOTAL  
READ(8,12,REC=RELA,ERR=910)ATCH(I)  
RELA=RELA+1
```

```
VARI = (RELA-2.)/NC
DATO1(J)= INT(VARI) + 1
DATOJ(J)= RELA - 1 - (DATO1(J) - 1)* NC

IF(ENCON.EQ.DATO1(J)) GO TO E61
ENCON=DATO1(J)

DSAVE=DATO1(J)
DSAVE1=DATCH(J)
GO 894 NI=J,5
DATO1(NI)=0
DATOJ(NI)=0
LREF(NI)=0
DATCH(NI)=0
NNR1=J-1
WRITE(6,871)(LREF(N),DATCH(N),N=1,JMM1)
=1
DATO1(JJ)=DSAVE
DATCH(JJ)=DSAVE1
VARI = (RELA-2.)/NC
DATO1(JJ)= INT(VARI) + 1
DATOJ(J)= RELA - 1 - (DATO1(J) - 1) + NC

NNPP=NNPP + 1

IMPRIME ENCABEZADOS DEL LISTADO *****
WRITE(6,872)
FORMAT('1',13X,'ALTURAS REPRESENTATIVAS',10X,'SECTOR CERRO AZUL',0
#872
WRITE(6,873)
FORMAT(' ',9A,'REFERENCIA AL MAPA INDICE NACIONAL HOJA UT-MV-B2',
#8587 17)
WRITE(6,875)
FORMAT(' ',74(' '))
WRITE(6,876)
FORMAT(' ',1          POS      H      POS      H      POS      H      POS
#8      PES      H')
WRITE(6,878)
FORMAT(' ',1          (H)      (P)      (P)      (H))
#881      (H)
WRITE(6,875)

CALCULA LREF   POSICION RELATIVA AL MAPA INDICE NACIONAL *****
#8=L+INT(832.5+DATOJ(J)*2.5+0.5)
#8=ELV.GE.1000)LV=LV-1000
#8=INT(790.0-DATO1(J)*2.5+0.5)
LREF(J)=1000+ELV*LH
#8(J.EQ.5)GO TO 84
J = J+1
GO TO 81
#8 WRITE(6,871)(LREF(N),DATCH(N),N=1,5)
=1
CONTINUE
#8 IF(J.EQ.5)GO TO 95
#8 94 NI=J,5
DATO1(NI)=0
DATOJ(NI)=0
LREF(NI)=0
```

```
    DATOH(N)=0
    JHMM1=J-1
    WRITE(6,87)(LREF(N),DATOH(N),N=1,JHMM1)
    FORMAT(' ',1X,5(3X,16,1X,14)/)
    IF(SOLVE.EQ.0)GO TO 101
    SE TC 999
```

```
    CALCULO DE PERDIDAS DE TRANSMISION
    PARA TODAS LAS TRAYECTORIAS RADIALES
    (OPCION SULVE )
```

```
S=OMAX+4
RELA=(Y0-1)*NC+X0
READ(8,12,REC=RELATH0
SE=HC+A1
```

```
LAZO DE TRAYECTORIAS ****
```

```
184 NX=1,72
S=NX-1
U=N#5.*PI/180.
```

```
IF(SOLVE.EQ.0)GO TO 411
```

```
U=NTRA*PI/180
N=NTRA/5
```

```
LAZO DE POSICION DENTRO DE LA TRAYECTORIA *****
```

```
154 K=1,S
IF(N.GT.17)GO TO 114
X(K)=Y0-INT(K*COS(U)+0.5)
X(K)=X0+INT(K*SIN(U)+0.5)
SE TC 124
IF(N.GT.35)GO TO 115
X(K)=Y0+INT(K*COS(PI-U)+0.5)
X(K)=X0+INT(K*SIN(PI-U)+0.5)
SE TC 124
IF(N.GT.53)GO TO 116
X(K)=Y0+INT(K*COS(U-PI)+0.5)
X(K)=X0-INT(K*SIN(U-PI)+0.5)
SE TC 124
X(K)=Y0-INT(K*COS(2*PI-U)+0.5)
X(K)=X0-INT(K*SIN(2*PI-U)+0.5)
IF(Y(K).LE.0.CR.X(K).LE.0)GC TO 101
IF(Y(K).GT.NF.DR.X(K).GT.NC)GO TO 104
K=K#0.25
RELA=4Y(K)-1)*NC+X(K)
READ(8,12,REC=RELATH(K)
SE=S-1
IF(KA.EQ.0)GO TO 201
SEMIN=9999
SUS5=1
200 L=1,KA
IF(SL)=L#0.25
```

```

CALCULA LUZ ENTRE TRAYECTORIA Y OBSTACULO *****

CL=H(L)-(DIST(L)*(H(H(K))-A2)/L(K))-((15(L)*(E(K)-DIST(L))/17)+H(L))
IF CL.GE.CLMIN(GO TO 200)
CLMIN=CL
CLBS=L
CONTINUE
A2=1000*0.25
B2=D(E(K))-0.1

CALCULA LUZ REQUERIDA PARA PRIMERA ZONA DE FRESNEL *****
CL=SQRT(300000*D*(F/31+F/D2))
CL=CLMIN/CL1
CL TO 204
FAF(K)=0
CL TO 208

CALCULA FAF FACTOR DE ATENUACION DEBIDO A *****
OBSTACULOS

IF EC.GE.0.5)FAF(K)=0
IF EC.GE.-0.5.AND.E.LT.0.5)FAF(K)=+35-12.00*(E+2.5)
IF EC.GE.-1.7.AND.E.LT.-0.5)FAF(K)=-2.21*EXP(0.94*(E+2.5))+26.
IF EC.LT.-1.7)FAF(K)=-1.26*EXP(1.05*(E+2.5))+26.

CALCULA FA FACTOR DE ATENUACION EN EL ESPACIO LIBRE *****
FA(K)=32.44*20.*#ALOG10(D(EK))+20.*#LOG10(F)

CALCULA FAT FACTOR DE ATENUACION TOTAL *****
FAT(K)=FA(K)+FAF(K)-G1-G2
CONTINUE

CALCULA REF1 POSICION RELATIVA AL MAPA INDICE NACIONAL *****
DE LA ANTENA TRANSMISORA

X=INT(832.5+YC*2.5+0.5)
IF LV.GE.1000)LV=LV-1000
LH=INT(790.0-YC*2.5+0.5)
REF1=1000*LV+LH

IMPRESION DE RESULTADOS *****
N=K=1
NPAG=K/44+1
IF K.EQ.44.OR.K.EQ.88.LR.K.EQ.132)NPAG=NPAG+1
DO 414 I=1,NPAG
NNPP=NNPP+1
WRITE(6,172)
FORMAT('1',25X,'PERIODAS DE TRANSMISION',1X//)
WRITE(6,177)F,DMAX,A1,A2
FORMAT(' ',5X,'F= ',E6.0,' MHZ',1X,'DMAX= ',13,' KM',5X,'A1= ',13,
      ' M',5X,' A2= ',13,' M')
WRITE(6,173)REF1,H0,G1,G2
FORMAT(' ',5X,'POS. TRMTR= ',16,1X,' H0= ',14,' M',5X,'GL= ',E3,
      ' DB',5X,' G2= ',E3,' DB')/
GRADOS=N*5.
WRITE(6,174)GRADOS

```

FORMAT( \*,5X,\*TRAYECTORIA A \*,F4.0,\* CRUST\*,5X,\*REF.\* MAPA IND. N  
ACIONAL CT-MV-B2,3587 1\*)  
WRITE(6,175)  
FORMAT(\* 1\*,74(\*-1))  
WRITE(6,176)  
FORMAT(\* 1\*, POS= \*,6X,F6.1,0X,F11,10X,F14= \*,7X,F14= \*,7X,  
#PAT\*)  
WRITE(6,178)  
FORMAT(\* 1\*, RCR= \*,4X,F14.1,7X,F14.1,BX,F14.1,BX,F14.1,BX)  
#\*(LCB)\*)  
WRITE(6,179)  
J1=(I-1)\*444+1  
J2=1444  
IF(J2.GE.K) J2=K  
414 J=J1,J2

CALCULA REF POSICION RELATIVA AL MAPA INDICE NACIONAL \*\*\*\*\*  
DEL RECEPTOR

LH=INT(832.5+XLJ)+2.5+0.5  
IF(LV.GE.1000) LV=LV-1000  
LM=INT(1790.0-YLJ)+2.5+0.5  
REF=1000\*LV+LH  
WRITE(6,182)(REF,DLJ),HLJ),FALJ),FAFJ),FATJ),PATJ)  
FORMAT( \*,3X,16,5X,F0.2,6X,14,7X,F5.1,7X,F5.1,7X,F5.1)

IF(SELVE.EQ.0) GO TO 184

CALCULO DE PERIODAS DE TRANSMISION  
DE UNA TRAYECTORIA PRESELECCIONADA  
(OPCION PLUT )

441 K11=1,S  
K12=K11+1  
WLTAG(1,K12)=H(K11)

DELTAD=0.25  
MAX=999  
MLEFE=K + 1  
M=1  
Q=0.0

WLTAG(1,1)=HO  
WRITE(6,484)  
FORMAT(\* 1\*,50X,\*URAPAC F VS. 0\*\*/)

WRITE(6,777)F,UMAX,A1,A2  
FORMAT(\* 1\*,28X,F= \*,F6.0,\* MHZ,F7X,F UMAX= \*,10,F KM,F6X,F1= \*,1  
#0,\* X\*,5X,F A2= \*,13,F\*)  
WRITE(6,773)REF1,H0,0,L,GZ  
FORMAT(\* 1\*,28X,FPLS, TRMR= \*,10,F1X,F HO= \*,10,F MHZ,F6X,F1= \*,F3  
#0,\* DB\*,5X,F GZ= \*,F3.0,F DB\*\*)/\*/  
WRITE(6,774)GRADUS  
FORMAT(\* 1\*,28X,\*TRAYECTORIA A \*,F4.0,\* CRUST\*,5X,\*REF.\* MAPA IND. N  
ACIONAL CT-MV-B2,3587 1\*)

LLAMADA A LA RUTINA GRAFI , PARA OBTENER EL GRAFICO DE ALTURAS (H) VS. DISTANCIA (D)

CALL GRAFI(DELTAU,M,NUEFE,MAX,DELTAO,01)

DE 444 K11=1,S

DELTAU(1,K11)=PAT(K11)

NUEFE=K

DE=0.25

WRITE(6,485)

FORMAT('1',50X,'GRAFICO FAT VS D'))

WRITE(6,777)F,CMAX,A1,A2

WRITE(6,773)WEFL,H0,G1,G2

WRITE(6,774)GRADLS

LLAMADA A LA RUTINA GRAFI , PARA OBTENER EL GRAFICO DE FACTOR DE ATENJACION TOTAL (FAT) VS. DISTANCIA (D)

CALL GRAFI(DELTAU,M,NUEFE,MAX,DELTAO,01)

DE TO 999

CONTINUE

DE TO 999

ERRORES \*\*\*\*\*

WRITE(6,995)NFILE,NCOLL,LINP

FORMAT('1','ERRORES EN VALORES LEIDOS',5X,'NEADA=',I3,I3,'NCOL=',I3,I3,I5)

NN,\*NR=\*,14)

ENDP

END

#### 2.4.2. GRAFI

Este es un programa de graficación muy ver  
sátil, y es utilizado en la opción PLOT pa  
ra graficar el perfil topográfico de una -  
trayectoria y las pérdidas de transmisión  
sufridas por una señal a lo largo de dicha  
trayectoria.

SUBROUTINE GRAFILET(AU,M,NE,MAX,DELTA,T,I)

4-----

\*-----

\*-----

## G R A F I

\*-----

\* RUTINA DE GRABACION DEL PERFIL TOPOGRAFICO Y DE LAS  
\* PERDIDAS DE TRANSMISION A LO LARGO DE UNA TRAYECTORIA

\*-----

\* AUTOR GERMAN LOPEZ MONGAYU

\*-----

\*-----

DIMENSION DELTAG(12,400),LINE(100),FILE(1),LETRAZ(2)

CHARACTER#1 LETRA,JN,JP,JL,JU,JZ,LINE

REAL L

DATA LETRA/ZET,I /

DATA JN,JP,JL,JU,JZ/-1,1+1,1+1,1+1,1+1/

NS=MAX

IF(NS.NE.999)GO TO 90

\*\*\*\*\* REESCALE DATOS PARA COBRAR TODO EL RANGO ORDINARIO \*\*\*\*\*

NS=100

YMAX=-1.E+90

YMIN= 1.E+90

DO 15 J=1,N

DO 15 I=1,NE

1F1DELTAG(J,1)=AU(J,1)/YMAX,YMAX=DELTAG(J,1)

1F1DELTAG(J,1)=LT(YMIN,YMIN=DELTAG(J,1))

15 CONTINUE

RANGE=YMAX-YMIN

TEMP=100./RANGE

DO 25 J=1,N

DO 20 I=1,NE

20 DELTAG(J,1)=AU(J,1)-YMIN+TEMP

25 CONTINUE

WRITE(6,35)

35 FORMAT(1X)

40 DO 45 I=1,101

45 LINE(I)=JB

N=1

\*\*\*\*\* IMPRIMA ESCALA ORDINARIA \*\*\*\*\*

FACT=(YMAX-YMIN)/10.0

L(1)=YMIN

DO 50 I=2,11

K=I-1

50 L(I)=L(K)+FACT

1F1T.E4.0)GO TO 455

WRITE(6,454)(L(I),I=1,11)

454 FORMAT(1X,F0.4,(K1),10(F5.0,5X),F5.0,LX,FAT(0B)) //

GO TO 65

455 WRITE(6,55)(L(I),I=1,11)

55 FORMAT(1X,F0.4,(K1),10(F5.0,5X),F5.0,LX,FH(8)) //

GO TO 65

60 IF((N-1)/10-(N-2)/10)&gt;75,75,65

\*\*\*\*\* CONSTRUYA ESCALA GRAFICA ORDINARIA \*\*\*\*\*

```
65 ND=0
  DC 70 I=1,10
  ND=ND+1
  LINE(ND)=JP
100  DC 70 J=1,9
  ND=ND+1
20  LINE(ND)=JN
  LINE(101)=JR
  GO TO 85
```

\*\*\*\*\* CONSTRUYA UNA LINEA DE ABSISA GRAFICA \*\*\*\*\*

```
25 DC 80 I=1,101,10
  80 LINE(I)=JI
```

\*\*\*\*\* CAMBIE LOS VALORES NUMERICOS A LETRAS \*\*\*\*\*

```
85 IF(N.GT.NF)GO TO 115
  DC 110 I=1,M
  ANS=NS
  JA=DELTAG(I,N)+101.499999-XNS
  IF(JA>10190,105,50
90 IF(JA>100,100,105
55 LINE(101)=JZ
  GO TO 110
100 LINE(I)=JZ
  GO TO 110
105 LINE(JA)=LETRALIJ
110 CONTINUE
```

\*\*\*\*\* IMPRIMA LINEA DE DATOS \*\*\*\*\*

```
115 IF((N-1)/10-(N-2)/10)>25,125,120
120 WRITE(6,140)T,LINE
  GO TO 125
125 WRITE(6,140)T,LINE
  GO TO 125
130 IF(N.EQ.1)GO TO 125
  IF((N-1)/10-(N-2)/10)>45,140,135
135 N1=N-1
  DELTAG(I,N)=DELTAG(I,N)/TEMP+YMIN
  WRITE(6,140)T,LINE,DELTAG(I,N)
140 FORMAT(1X,F0.2,3X,10I1,I1X,F0.1)
  GO TO 125
145 DELTAG(I,N)=DELTAG(I,N)/TEMP+YMIN
  WRITE(6,140)T,LINE,DELTAG(I,N)
```

\*\*\*\*\* COLOCUE VARIABLES DE LINEAS A LENO \*\*\*\*\*

```
155 DC 160 I=1,101
160 LINE(I)=JB
  N=N+1
  T=T+DELTAT
  IF(N-NF>60,60,160
165 RETURN
END
```

## 2.5. CORRIDAS DE PRUEBA

A continuación se presentan los resultados obtenidos de las diferentes opciones de ejecución del programa "LOSSES", a excepción de la opción GRABA ya que ésta se encarga de alimentar los datos topográficos del terreno al archivo en disco, el cual luego será utilizado en las demás opciones.

### 2.5.1. Opción Lista

Esta opción de ejecución reproduce en un listado los datos topográficos del terreno almacenados en el archivo en disco.

Para ejecutar esta opción la variable de entrada LISTA debe tener valor  $\emptyset$ .

#### **ALJURAS REPRESENTATIVAS**

## SECTOR GERRO AZUL

REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HUJA CT-KY-82,3587 1

## ALTHIAS KEPRESENTATIVAS

SECTOR CENTRO AZUL

#### REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HCJA CT-MV-52,3587 1



## OTRAS REPRESENTATIVAS

SECTOR CENTRAL AZUL

#### REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HOJA C-1-KV-B2,3587 4

## ALTRES REPRESENTACIÓNS

SECTOR CERRO AZUL

REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HOA CT-MV-B2,3587 1

## ACTUAS REPRESENTATIVAS

SECTOR CERRIL AZUL

REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HQIA CT-MV-12, 3587 1

#### ALTURAS REPRESENTATIVAS

SECTOR CERRO AZUL

#### REFERENCIAL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HCJA CT-MV-B2,3587-1



ALTURAS PRESENTES EN LAS

SECTOR CERRO AZUL

#### **REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL**

HQJA CT-MV-82, 2587 1

## ALTURAS REPRESENTATIVAS

#### SECTOR GERRI AZUL

REFERENCIA AL MAPA INDICE NACIONAL HOJA CT-MV-BZ, 3587

## ALTURAS REPRESENTATIVAS

## SECTOR CERRO AZUL

## REFERENCIA AL MAPA INDICE NACIONAL

## HUJA CI-MV-02,3587 E

PLS	H (M)											
180	838768	200	840768	220	843768	180	845768	180	847768	180	849768	180
220	850768	210	853768	200	855768	200	858768	200	860768	200	863768	200
210	863768	220	865768	220	868768	230	870768	220	873768	220	875768	220
220	875768	220	878768	240	880768	260	883768	280	885768	280	888768	280
260	888768	240	890768	270	893768	140	895768	140	898768	140	900768	140
200	900768	190	903768	170	905768	160	908768	160	910768	160	912768	160
180	913768	180	915768	160	918768	160	920768	160	922768	160	924768	160
180	925768	160	928768	160	930768	150	933768	120	935768	120	937768	120
110	938768	100	940768	80	943768	60	945768	60	947768	60	949768	60
60	950768	60	953768	60	955768	80	958768	80	960768	80	963768	80
90	963768	100	965768	110	968768	110	970768	140	973768	140	975768	140
150	975768	140	978768	140	980768	130	983768	140	985768	140	988768	140
170	988768	160	990768	120	993768	140	995768	190	998768	190	999768	190
200	768	210	3768	180	5768	170	8768	160	10768	160	13768	160
140	13768	140	15768	184	18768	160	20768	60	23768	40	25768	40
40	25768	40	28768	40	30768	10	33768	40	35768	60	38768	60
60	38768	60	40768	80	43768	80	45768	60	48768	60	51768	20
0	63768	0	65768	0	68768	0	70768	0	73768	0	75768	0
0	75768	0	78768	30	80768	40	83768	60	85768	60	88768	60
90	88768	90	90768	100	93768	100	95768	120	96768	120	97768	120
80	100768	60	103768	60	105768	80	108768	70	110768	70	112768	70
40	112768	70	115768	70	118768	70	120768	70	122768	70	125768	70

#### **ALTIAS REPRESENTATIVAS**

SECTOR CERRO AZUL

REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HUJA C1-MV-BZ,3587 1

## ALTRAS REPRESENTAÇÕES

STICK GENE AUL

REFERENCIA AL MAPA ANEXO NACIONAL

卷之三



#### ALTUROS' REPRESENTATIVES

SECTOR GERAL AZUL

REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HCJA CT-16V-162,3587 1

#### **ESTUDOS REPRESENTATIVOS**

## SECTA CERRO AZUL

#### REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HGJA CT-MV-82,3587 1

## ALTURAS REPRESENTATIVAS

SECTOR CERRO AZUL

#### REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HLDA CT-MY-02, 3587 4

### ALTIKAS REPRESENTATIVAS

SECTOR CERRO AZUL

REFERENCIAL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HUJA CT-MV-82,3587 1

POS	H (%)								
210	838753	220	840753	240	843753	220	845753	220	
220	850753	220	853753	240	855753	240	858753	240	
230	863753	240	865753	240	868753	220	870753	260	
260	875753	180	878753	210	880753	210	883753	180	
180	888753	180	890753	180	893753	180	895753	200	
210	900753	180	903753	180	905753	180	908753	180	
200	913753	180	915753	180	918753	180	920753	160	
160	925753	160	923753	150	930753	140	933753	140	
140	938753	140	940753	140	943753	140	945753	140	
100	950753	70	953753	50	955753	50	958753	80	
110	963753	80	965753	80	968753	90	970753	100	
100	975753	100	978753	100	980753	100	983753	140	
120	988753	100	990753	120	993753	140	995753	120	
160	753	160	3753	200	5753	220	8753	200	
100	13753	110	19753	120	18753	60	20753	40	
40	25753	40	28753	40	30753	40	33753	40	
40	38753	40	40753	70	43753	40	45753	30	
20	50753	0	53753	0	55753	20	58753	10	
0	63753	0	65753	0	68753	0	70753	0	
0	75753	0	78753	20	80753	40	83753	40	
50	88753	80	90753	70	93753	90	95753	60	
100	100753	40	103753	20	105753	20	108753	20	
20	20753	20	23753	20	25753	20	28753	20	

## **ALURAS REPRESENTATIVAS**

SECTOR CERRO AZUL

#### **DIFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL**

HUJA CT-NY-82, 3587 4

### ALTHIAS' REPRESENTATIVES

SECTOR CERRO AZUL

REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HOJA CT-MV-B2,3587 4

ALJUBAS REPRESENTATIVAS

SECTOR CÉRRO AZUL

REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HUJA ST-MV-043587 1

## ACTORAS REPRESENTATIVAS

SECTOR CERRO AZUL

#### **REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL**

HUJA C1-KY-22,3587 E

#### ALTRAS REPRESENTATIVAS

SECTOR GERRO AZUL

#### REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HUJA CT-NV-82-3587 1

## ALTURAS REPRESENTATIVAS

SELTEN LEBTE AZUL

REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HG-JA-CF-16V-82-3587-1

#### ALTERAS REPRESENTATIVAS

## SECTOR CERRO AZUL

#### REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

新日本語能力試験 N1-N2 教材 328 頁



## ALTURAS REPRESENTATIVAS

SECTOR LERRO AZUL

REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HOJA CT-HV-82,3587-1

#### **ALTRAS REPRESENTATIVAS**

#### SECTOR CERNU AZUL

REFERENCIAL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HUJA C 1-MV-BZ, 3587

### ALTBURG'S REPRESENTATION

SECTOR CERRO AZUL

REFERENCIAL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HUGA CT-MV-22, 3587 4



## ALTURAS REPRESENTATIVAS

SECTOR CERRO AZUL

#### REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HQJA LET-MV-BZ, 3587 1

#### **ACTUAS REPRESENTATIVAS**

SECTOR GÉNERO AZUL

MGJA ET-MV-B6-3587 E

### ALTERAS REPRESENTATIVAS

SECTOR CERRO AZUL

REFERENCIA AL MAPA ÍNDICE NACIONAL

HUJA C4-HV-02, 3587 1

## ALTURAS REPRESENTATIVAS

SECTOR CERRO AZUL

## **REFERENCIAS AL MAPA ÍNDICE NACIONAL**

HQGA CT-MV-82-3587 4

### 2.5.2. Opción SOLVE

Esta opción se ejecuta cuando la variable de entrada  $SOLVE = g$ .

Aquí se recorren todas las trayectorias radiales, se ejecutan los cálculos de las pérdidas de transmisión sufridas por la señal a lo largo de cada trayectoria y finalmente se imprimen los resultados.

Con la información obtenida sería posible dibujar sobre un mapa curvas equipotenciales de la señal, y estudiar así los contornos de la intensidad de campo de dicha señal.

### 2.5.3. Opción PLOT

Se ejecuta asignando valor  $\emptyset$  a la variable de entrada PLOT.

Esta opción realiza los mismos cálculos que la opción SOLVE, pero para una sola trayectoria predeterminada.

Además se vale de la subrutina de graficación "GRAFI" obteniendo así los gráficos - H vs. D y FAT vs. D.

El primer gráfico nos muestra el perfil topográfico de la trayectoria y el segundo nos permite visualizar las pérdidas sufridas por la señal a lo largo de la misma.

Esta opción es particularmente útil para estudiar el comportamiento de una señal a lo largo de cualquier trayectoria de interés - para nosotros.

## PERDIDAS DE TRANSMISION

F= 6000. MHZ  
POS. TRMTH=913685

DMAX= 12 KM  
HO= 425 M

A1= 20 M  
C1= 0. DB

A2= 20 M  
C2= 0. DB

TRAYECTORIA A Q. GROS REF. MAPA INC. NACIONAL CT-MV-B2,3987 1

POS RCVR	D (KM)	h (M)	F4 (DB)	FAF (DB)	FAT (DB)
913688	0.25	370	96.0	0.0	96.0
913690	0.50	320	102.0	0.0	102.0
913693	0.75	300	105.5	0.0	105.5
913695	1.00	330	108.0	0.0	108.0
913698	1.25	360	109.9	0.0	109.9
913700	1.50	350	111.5	0.0	111.5
913703	1.75	310	112.9	17.7	130.6
913705	2.00	300	114.0	2.7	116.7
913708	2.25	270	115.0	21.4	136.3
913710	2.50	240	116.0	25.4	141.3
913713	2.75	250	116.8	7.2	124.0
913715	3.00	260	117.5	0.0	117.5
913718	3.25	260	118.2	0.0	118.2
913720	3.50	220	118.9	20.8	139.7
913723	3.75	230	119.5	0.0	119.5
913725	4.00	230	120.0	0.0	120.0
913728	4.25	230	120.6	0.0	120.6
913730	4.50	240	121.1	0.0	121.1
913733	4.75	220	121.5	0.0	121.5
913735	5.00	220	122.0	0.0	122.0
913738	5.25	220	122.4	0.0	122.4
913740	5.50	220	122.8	0.0	122.8
913743	5.75	210	123.2	0.0	123.2
913745	6.00	200	123.6	0.0	123.6
913748	6.25	200	123.9	0.0	123.9
913750	6.50	200	124.3	0.0	124.3
913753	6.75	180	124.6	0.0	124.6
913755	7.00	180	124.9	0.0	124.9
913758	7.25	180	125.2	0.0	125.2
913760	7.50	180	125.5	0.0	125.5
913763	7.75	170	125.8	0.0	125.8
913765	8.00	160	126.1	0.0	126.1
913768	8.25	180	126.3	0.0	126.3
913770	8.50	160	126.6	0.0	126.6
913773	8.75	140	126.8	15.4	142.4
913775	9.00	140	127.1	0.0	127.1
913778	9.25	140	127.3	0.0	127.3
913780	9.50	130	127.6	0.0	127.6
913783	9.75	120	127.8	0.0	127.8
913785	10.00	120	128.0	0.0	128.0
913788	10.25	120	128.2	0.0	128.2

## GRÁFICO H VS. C

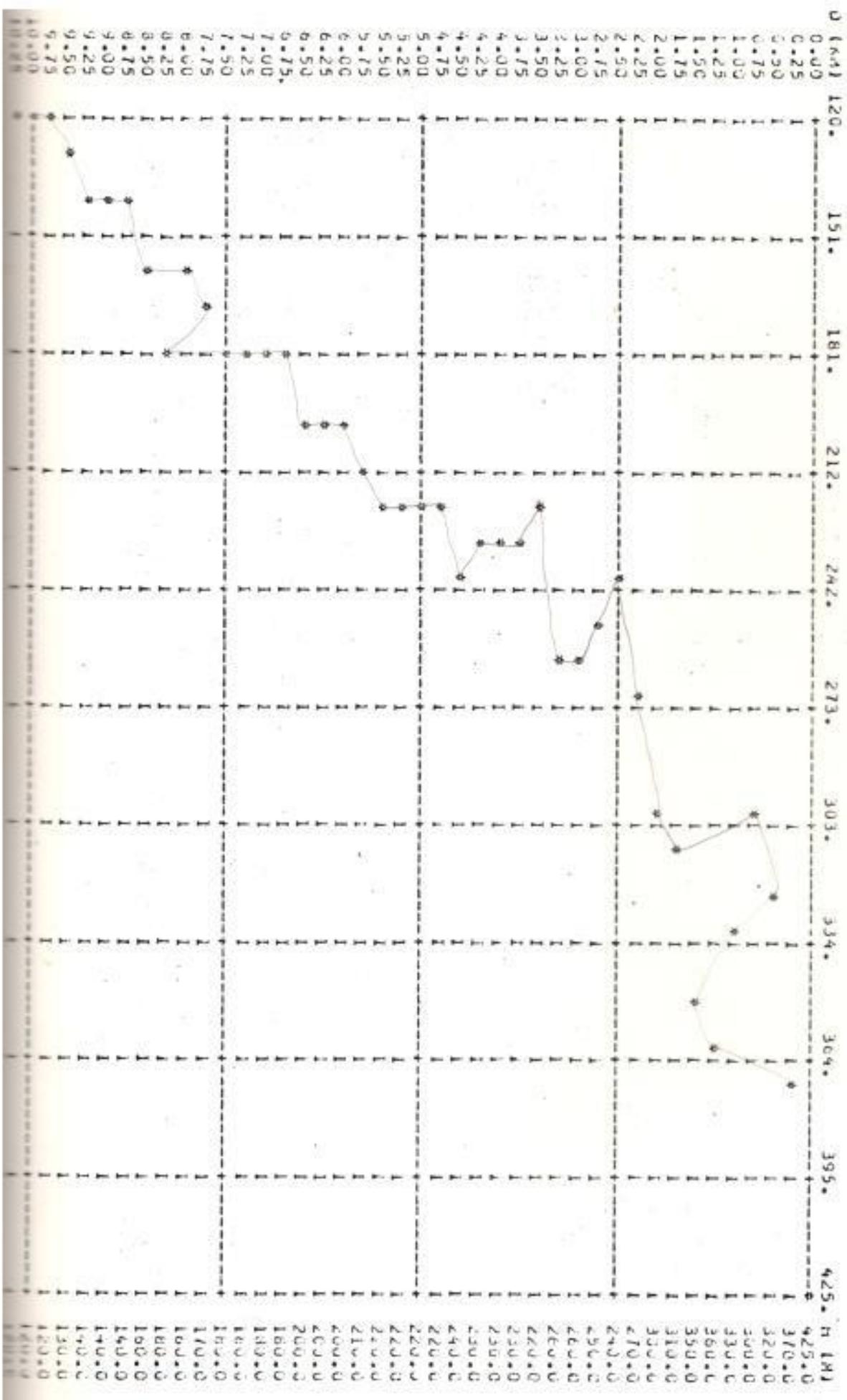
$F = 6000 \cdot R^L$   
POS. TRMTA = 913085

UMAX = 12 KPa  
HO = 425 K  
GL = 0.00

AJ = 20 N

G2 = 0.00

TRAYECTORIA A U. UNUS  
REF. MAPA INU. NACIONAL CI-AV-EL, 3567 1

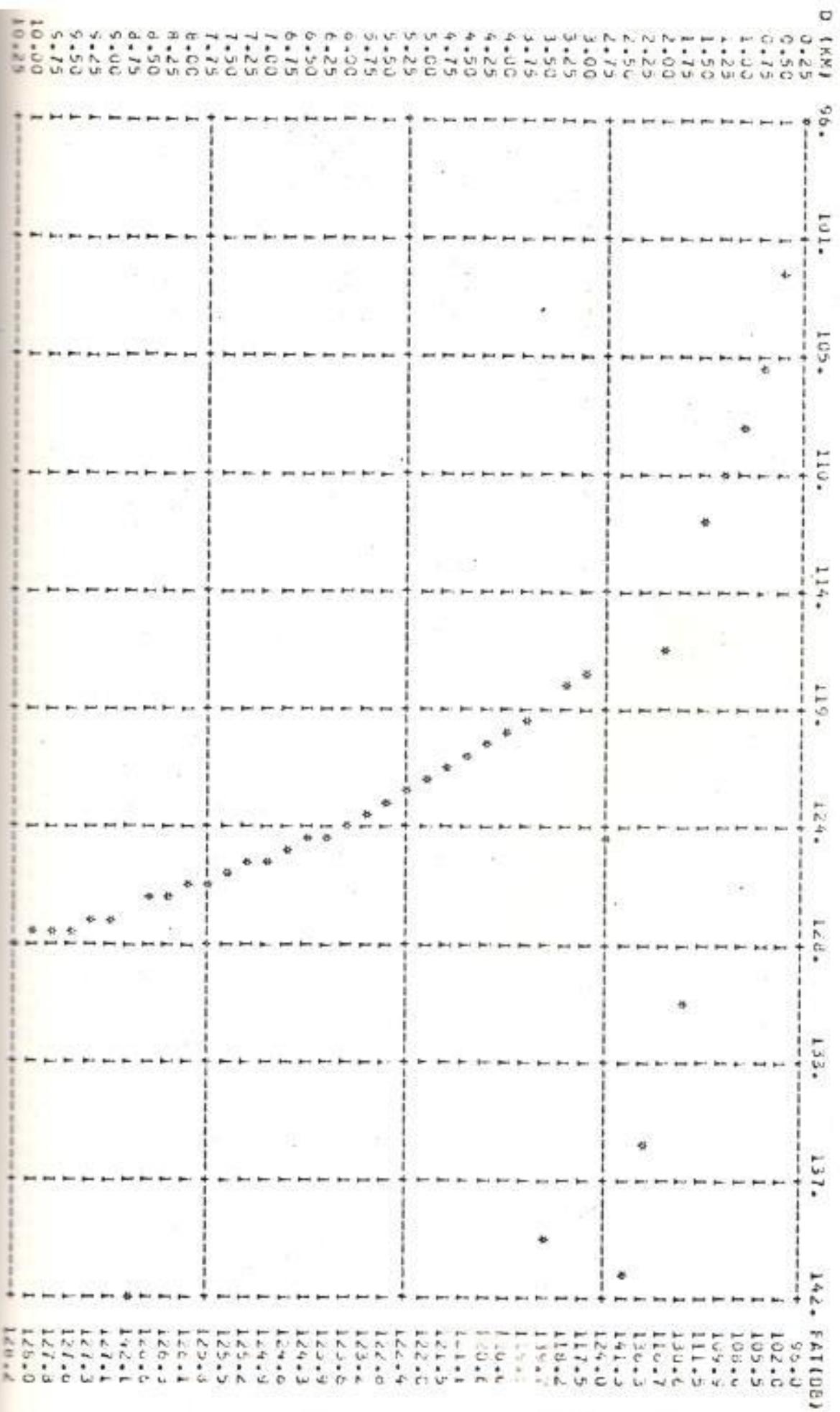


## GRAFICO FAT VS U

$F = 600L \cdot Mh^4$   
 $\rho L^2 \cdot T \cdot K \cdot T = 913685$

$U_{MAX} = 12 \text{ KN}$   
 $H_U = 425 \text{ m}$   
 $G_1 = 0.2 \text{ DB}$   
 $G_2 = 0.2 \text{ Ca}$

TRAYECTORIA A U. GRJS  
 REF. MAPA INO. NACIONAL CT-MV-32,3587 I





F= 6000. MHZ  
POS. TRMTH=913685

DMAX= 12 KM  
HD= 425 M

A1= 40 N  
a1= 0 + 00

A2= 40 N  
G2= 0 + 00

TRAYECTORIA A Q. GROS REF. MAPA INC. NACIONAL CT-MV-B2,3387 1

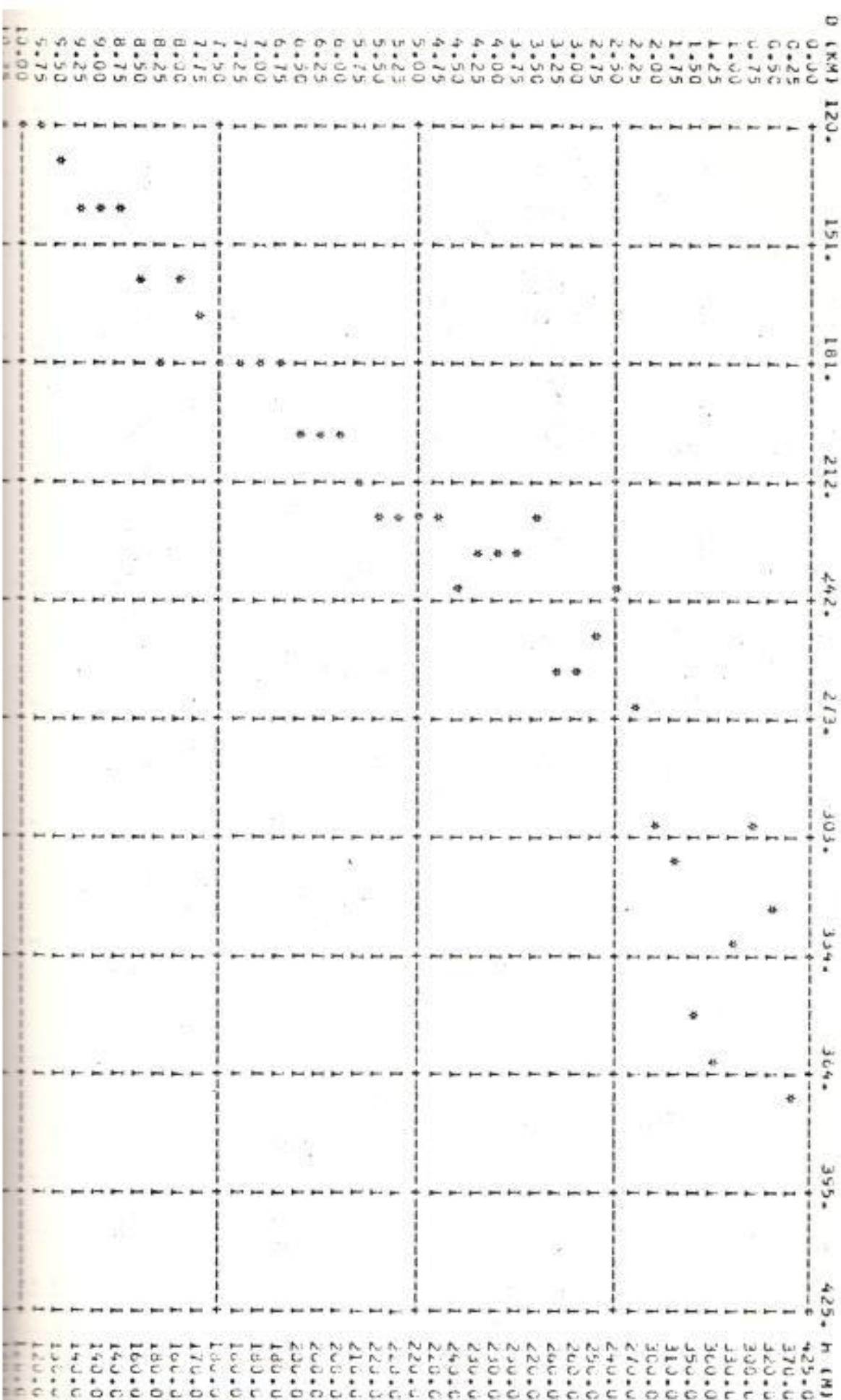
POS RCVR	G (KM)	H (M)	FA (DBI)	FAF (DBI)	FAT (DBI)
913686	0.25	370	96.0	0.0	96.0
913690	0.50	320	102.0	0.0	102.0
913693	0.75	300	105.5	0.0	105.5
913695	1.00	330	108.0	0.0	108.0
913698	1.25	360	109.9	0.0	109.9
913700	1.50	350	111.5	0.0	111.5
913703	1.75	310	114.9	0.0	114.9
913705	2.00	300	114.0	0.0	114.0
913708	2.25	270	115.0	0.0	115.0
913710	2.50	240	116.0	0.0	116.0
913713	2.75	250	116.8	0.0	116.8
913715	3.00	260	117.5	0.0	117.5
913718	3.25	260	118.2	0.0	118.2
913720	3.50	220	118.9	0.0	118.9
913723	3.75	230	119.5	0.0	119.5
913725	4.00	230	120.0	0.0	120.0
913728	4.25	230	120.6	0.0	120.6
913730	4.50	240	121.1	0.0	121.1
913733	4.75	220	121.5	0.0	121.5
913735	5.00	220	122.0	0.0	122.0
913738	5.25	220	122.4	0.0	122.4
913740	5.50	220	122.8	0.0	122.8
913743	5.75	210	123.2	0.0	123.2
913745	6.00	200	123.6	0.0	123.6
913748	6.25	200	123.9	0.0	123.9
913750	6.50	200	124.3	0.0	124.3
913753	6.75	180	124.6	0.0	124.6
913755	7.00	180	124.9	0.0	124.9
913758	7.25	180	125.2	0.0	125.2
913760	7.50	180	125.5	0.0	125.5
913763	7.75	170	125.8	0.0	125.8
913765	8.00	160	126.1	0.0	126.1
913768	8.25	160	126.4	0.0	126.4
913770	8.50	160	126.6	0.0	126.6
913773	8.75	140	126.8	0.0	126.8
913775	9.00	140	127.1	0.0	127.1
913778	9.25	140	127.3	0.0	127.3
913780	9.50	130	127.6	0.0	127.6
913783	9.75	120	127.8	0.0	127.8
913785	10.00	120	128.0	0.0	128.0
913788	10.25	120	128.2	0.0	128.2

## GRAFICO H VS. D

$F = 0.000 + Mh^2$   
 $P_{0.5} = \text{TRMTR} = 215085$

UMAX = 12 KM  
 $h_{0.5} = 425$  M  
 $G_1 = 0.0$  DEG  
 $G_2 = 0.0$  DEG

TRAJECTORIA A U. GRUS  
 REF. MAPA IND. NACIONAL CI-YV-BL-3507-1



F = 6000 - RH<sub>2</sub>  
 PUS = TMR = 513685

DMAX = 12 KM  
 H0 = 425 M  
 G1 = 0.4 DB

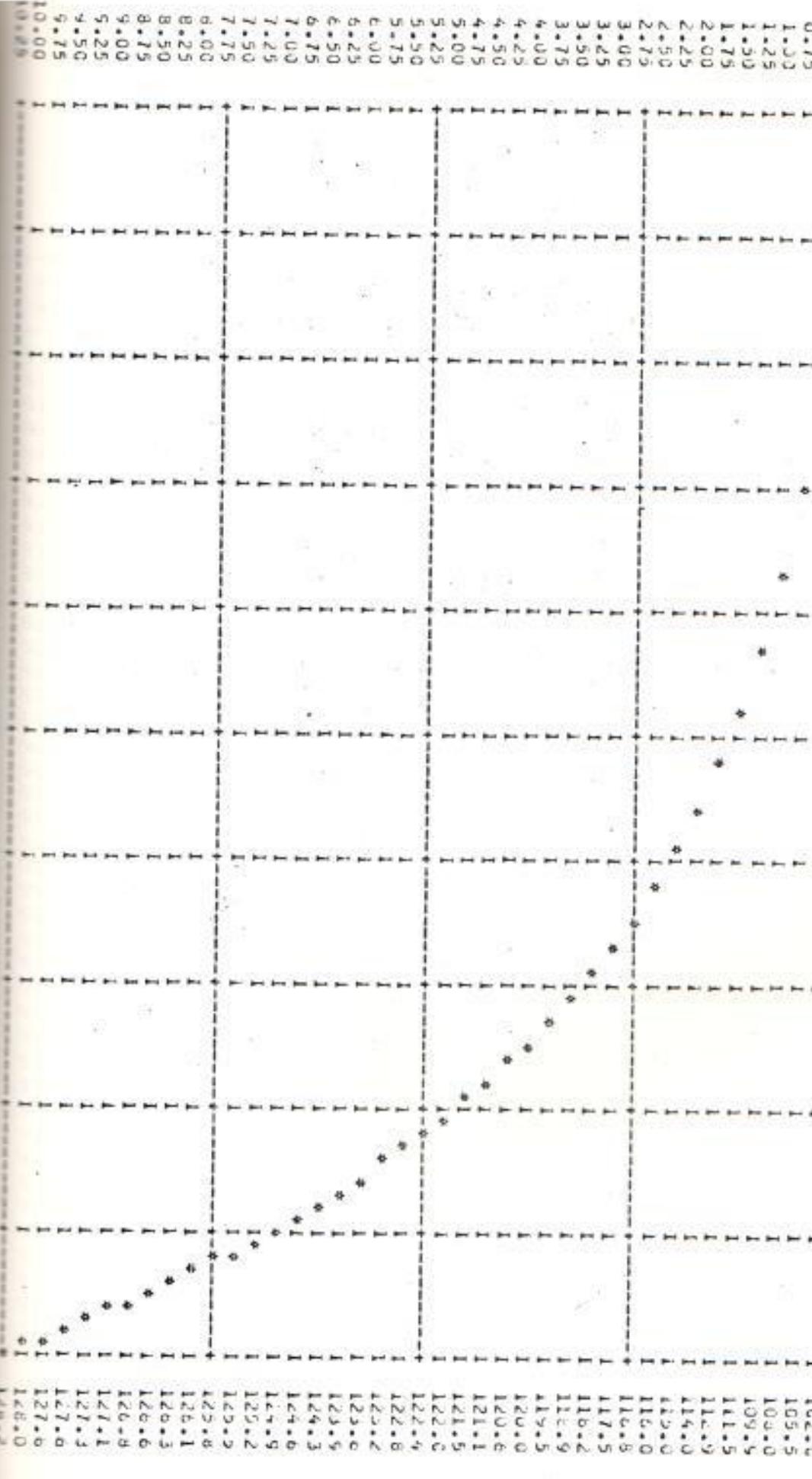
TRAYECTO RIA U. GRUS

REF. MAPA IND. NACIONAL CT-ANV-3587 1

128 = FAT(0.8)

3 (Km)

96. 99. 102. 106. 109. 112. 115. 119. 122. 125. 128. FAT(0.8)



## PERDIDAS DE TRANSMISION

F = 4000.0 MHz      DMAX = 12 KM      A1 = 40 H      AZ = 40 H  
 PUS, TRMIF=913685      HO = 425 M      U1 = 0.00      G2 = 0.00

TRAYECTORIA A      U. GRDS      REF. MAPA IND. NACIONAL CT-HV-32,3587 4

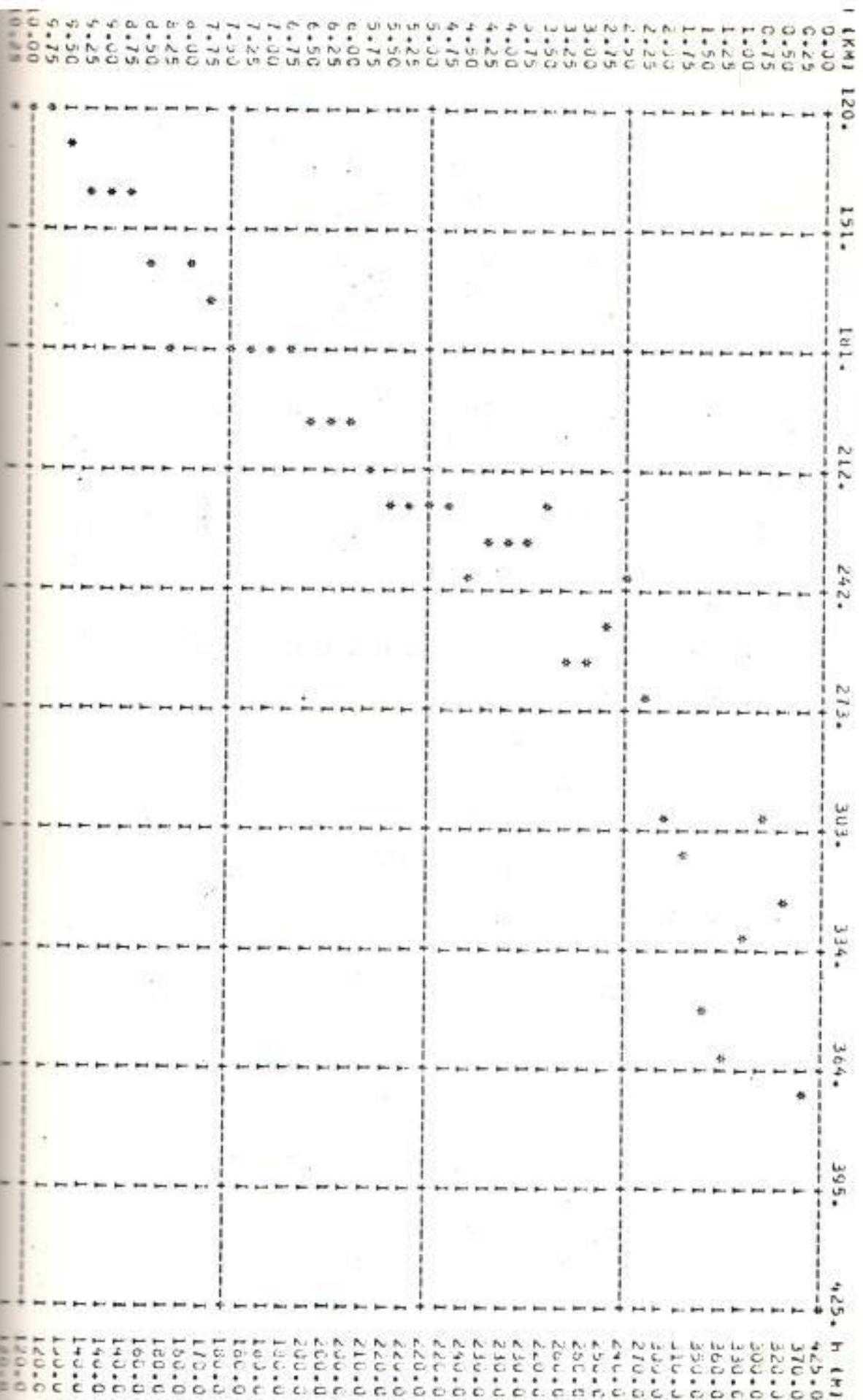
| POS<br>RCVR | D<br>(KM) | H<br>(M) | F4<br>(DB) | FAF<br>(DB) | FAT<br>(DB) |
|-------------|-----------|----------|------------|-------------|-------------|
| 913688      | 0.25      | 370      | 92.4       | 0.0         | 92.4        |
| 913690      | 0.50      | 320      | 98.5       | 0.0         | 98.5        |
| 913693      | 0.75      | 300      | 102.0      | 0.0         | 102.0       |
| 913695      | 1.00      | 330      | 104.5      | 0.0         | 104.5       |
| 913698      | 1.25      | 360      | 106.4      | 0.0         | 106.4       |
| 913700      | 1.50      | 350      | 108.0      | 0.0         | 108.0       |
| 913703      | 1.75      | 310      | 109.3      | 0.0         | 109.3       |
| 913705      | 2.00      | 300      | 110.5      | 0.0         | 110.5       |
| 913708      | 2.25      | 270      | 111.5      | 0.0         | 111.5       |
| 913710      | 2.50      | 240      | 112.4      | 0.0         | 112.4       |
| 913713      | 2.75      | 250      | 113.3      | 0.0         | 113.3       |
| 913715      | 3.00      | 260      | 114.0      | 0.0         | 114.0       |
| 913718      | 3.25      | 260      | 114.7      | 0.0         | 114.7       |
| 913720      | 3.50      | 220      | 115.4      | 0.0         | 115.4       |
| 913723      | 3.75      | 230      | 116.0      | 0.0         | 116.0       |
| 913725      | 4.00      | 230      | 116.5      | 0.0         | 116.5       |
| 913728      | 4.25      | 230      | 117.0      | 0.0         | 117.0       |
| 913730      | 4.50      | 240      | 117.5      | 0.0         | 117.5       |
| 913733      | 4.75      | 220      | 118.0      | 0.0         | 118.0       |
| 913735      | 5.00      | 220      | 118.5      | 0.0         | 118.5       |
| 913738      | 5.25      | 220      | 118.5      | 0.0         | 118.5       |
| 913740      | 5.50      | 220      | 119.3      | 0.0         | 119.3       |
| 913743      | 5.75      | 210      | 119.7      | 0.0         | 119.7       |
| 913745      | 6.00      | 200      | 120.0      | 0.0         | 120.0       |
| 913748      | 6.25      | 200      | 120.4      | 0.0         | 120.4       |
| 913750      | 6.50      | 200      | 120.7      | 0.0         | 120.7       |
| 913753      | 6.75      | 180      | 121.1      | 0.0         | 121.1       |
| 913755      | 7.00      | 180      | 121.4      | 0.0         | 121.4       |
| 913758      | 7.25      | 180      | 121.7      | 0.0         | 121.7       |
| 913760      | 7.50      | 180      | 122.0      | 0.0         | 122.0       |
| 913763      | 7.75      | 170      | 122.3      | 0.0         | 122.3       |
| 913765      | 8.00      | 160      | 122.5      | 0.0         | 122.5       |
| 913768      | 8.25      | 160      | 122.8      | 0.0         | 122.8       |
| 913770      | 8.50      | 160      | 123.1      | 0.0         | 123.1       |
| 913773      | 8.75      | 140      | 123.3      | 0.0         | 123.3       |
| 913775      | 9.00      | 140      | 123.6      | 0.0         | 123.6       |
| 913778      | 9.25      | 140      | 123.8      | 0.0         | 123.8       |
| 913780      | 9.50      | 130      | 124.0      | 0.0         | 124.0       |
| 913783      | 9.75      | 120      | 124.3      | 0.0         | 124.3       |
| 913785      | 10.00     | 120      | 124.5      | 0.0         | 124.5       |
| 913788      | 10.25     | 120      | 124.7      | 0.0         | 124.7       |

F = 43000 Mhz  
POS. IRMTR=913085

UMAX= 12 KM  
HU= 425 M  
GL= 0.00  
G2= 0.00

A2= 40 M  
G2= 0.00

TRAJECTORIA A U= 6KDS KTF= MAPA INU. NACIONAL CT-MW-B2,3587 1

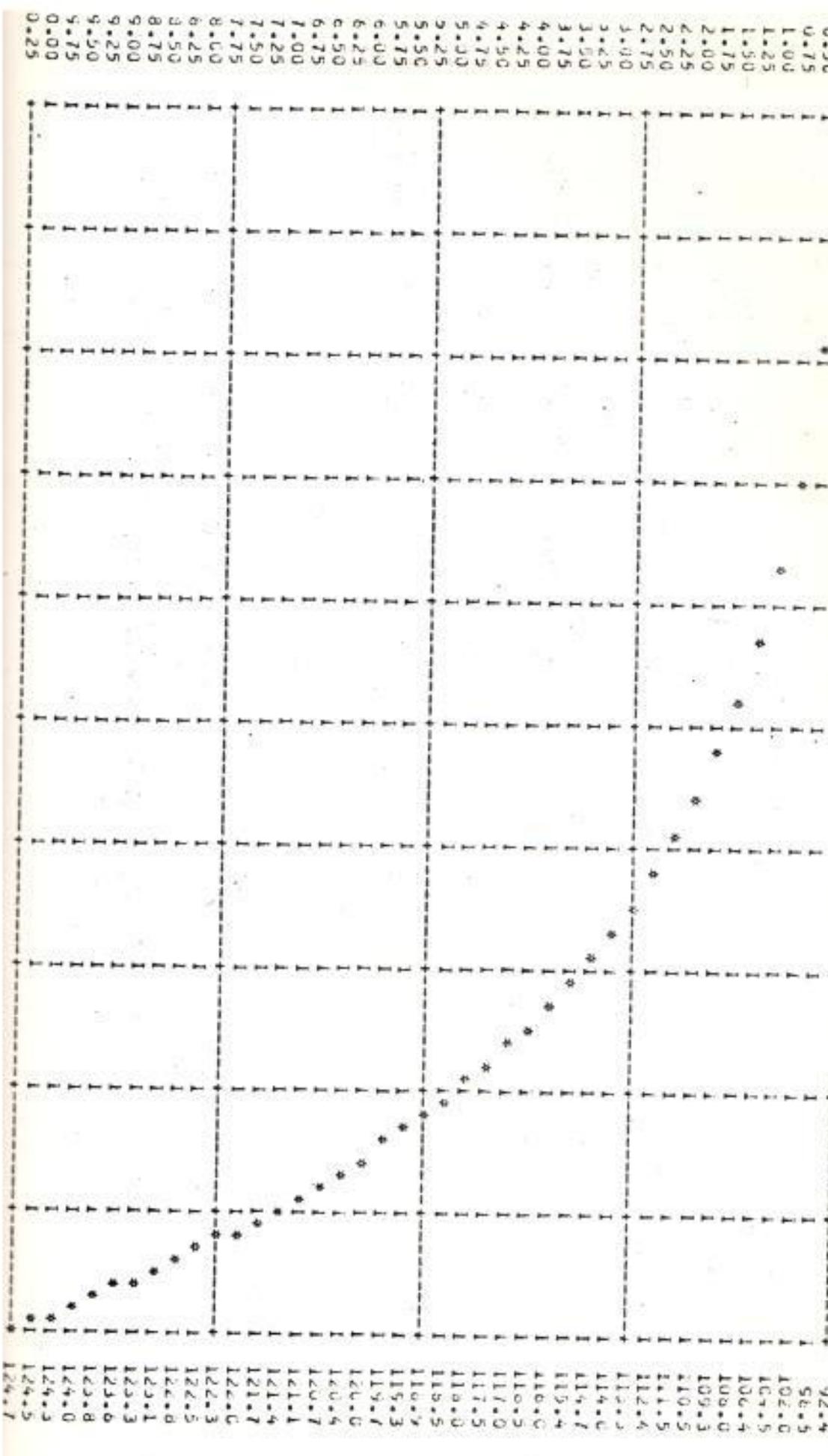


## GRAFICO FAI VS D

F = 40300 KHz PDS = 1K4TR = 513605 DMAX = 42 Km HD = 4.25 Km GL = 0.00 GZ = 0.00

TRAJECTORIA A U = 6005 KLF = MAPA IND. NACIONAL CT-AV-32,35874

I (KM) 92. 96. 99. 102. 105. 109. 112. 115. 118. 121. 125. FAI(%)





F= 6000. MHZ

POS. TRMTK=913685

DMAX= 12 KM

HGT= 425 M

A1= 20 M

G1= 0. DB

A2= 20 M

G2= 0. DB

TRAYECTORIA A 90. GRDS REF. MAPA IND. NACIONAL CT-MV-B2,3587 1

| POS<br>RGVR | D<br>(KM) | H<br>(M) | FA<br>(DB) | FAF<br>(DB) | FAT<br>(DB) |
|-------------|-----------|----------|------------|-------------|-------------|
| 915685      | 0.25      | 310      | 96.0       | 0.0         | 96.0        |
| 918685      | 0.50      | 340      | 102.0      | 0.0         | 102.0       |
| 920685      | 0.75      | 370      | 105.5      | 0.0         | 105.5       |
| 923685      | 1.00      | 340      | 108.0      | 0.0         | 108.0       |
| 925685      | 1.25      | 370      | 109.5      | 0.0         | 109.5       |
| 928685      | 1.50      | 320      | 111.5      | 25.9        | 137.4       |
| 930685      | 1.75      | 390      | 112.5      | 0.0         | 112.5       |
| 933685      | 2.00      | 380      | 114.0      | 0.0         | 114.0       |
| 935685      | 2.25      | 330      | 115.0      | 26.0        | 141.0       |
| 938685      | 2.50      | 360      | 116.0      | 0.0         | 116.0       |
| 940685      | 2.75      | 380      | 116.8      | 0.0         | 116.8       |
| 943685      | 3.00      | 350      | 117.5      | 0.0         | 117.5       |
| 945685      | 3.25      | 330      | 118.2      | 26.0        | 144.2       |
| 948685      | 3.50      | 260      | 119.5      | 26.0        | 144.9       |
| 950685      | 3.75      | 220      | 119.5      | 26.0        | 145.5       |
| 953685      | 4.00      | 190      | 120.0      | 26.0        | 146.0       |
| 955685      | 4.25      | 180      | 120.6      | 26.0        | 146.6       |
| 958685      | 4.50      | 180      | 121.1      | 26.0        | 147.1       |
| 960685      | 4.75      | 190      | 121.5      | 26.0        | 147.5       |
| 963685      | 5.00      | 200      | 122.0      | 26.0        | 148.0       |
| 965685      | 5.25      | 210      | 122.4      | 26.0        | 148.4       |
| 968685      | 5.50      | 210      | 122.8      | 26.0        | 148.8       |
| 970685      | 5.75      | 220      | 123.2      | 26.0        | 149.2       |
| 973685      | 6.00      | 220      | 123.6      | 26.0        | 149.6       |
| 975685      | 6.25      | 210      | 123.9      | 26.0        | 149.9       |
| 978685      | 6.50      | 180      | 124.3      | 26.0        | 150.3       |
| 980685      | 6.75      | 180      | 124.6      | 26.0        | 150.6       |
| 983685      | 7.00      | 180      | 124.9      | 26.0        | 150.9       |
| 985685      | 7.25      | 220      | 125.2      | 25.9        | 150.9       |
| 988685      | 7.50      | 210      | 125.5      | 25.7        | 151.2       |
| 990685      | 7.75      | 200      | 125.8      | 25.7        | 151.5       |
| 993685      | 8.00      | 190      | 126.1      | 25.8        | 151.8       |
| 995685      | 8.25      | 180      | 126.3      | 25.8        | 152.1       |
| 998685      | 8.50      | 180      | 126.6      | 25.7        | 152.3       |
|             | 8.75      | 150      | 126.8      | 25.5        | 152.7       |
|             | 9.00      | 120      | 127.1      | 26.0        | 153.1       |
|             | 9.25      | 120      | 127.3      | 26.0        | 153.1       |
|             | 9.50      | 120      | 127.6      | 25.5        | 153.5       |
| 10685       | 9.75      | 140      | 127.8      | 25.7        | 153.5       |
| 13685       | 10.00     | 170      | 128.0      | 24.0        | 152.0       |
| 15685       | 10.25     | 140      | 128.2      | 25.3        | 153.5       |
| 18685       | 10.50     | 130      | 128.4      | 25.4        | 153.8       |
| 20685       | 10.75     | 140      | 128.6      | 24.7        | 153.4       |
| 23685       | 11.00     | 150      | 128.8      | 23.9        | 152.2       |



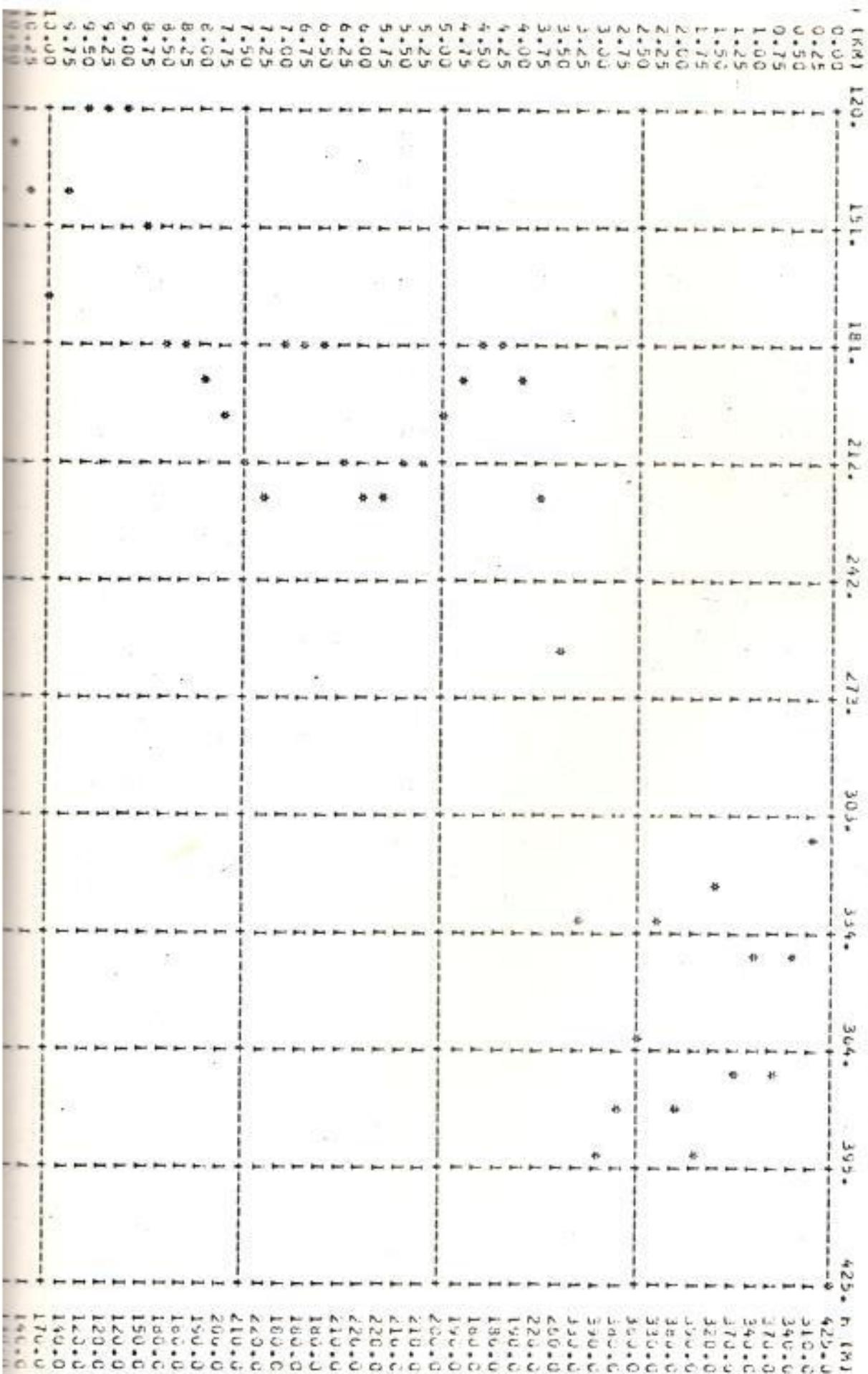
## PERIODAS DE TRANSMISION

F= 6000. KHZ      DMAX= 12 KM      A1= 20 M      AZ= 20 M  
POS. TRMTR=913685      HC= 425 M      G1= 0. 0B      G2= 0. 0B

TRAYECTORIA A 90. GRDS      REF. MAPA IND. NACIONAL CT-MV-B2,2567

| POS<br>RCVR | D<br>(KM) | H<br>(M) | F <sub>A</sub><br>(DB) | F <sub>AF</sub><br>(DB) | F <sub>AT</sub><br>(DB) |
|-------------|-----------|----------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 25685       | 11.25     | 150      | 129.6                  | 22.5                    | 151.6                   |
| 28685       | 11.50     | 150      | 129.2                  | 21.5                    | 150.7                   |
| 30685       | 11.75     | 140      | 129.4                  | 22.2                    | 151.6                   |
| 33685       | 12.00     | 160      | 129.6                  | 18.6                    | 148.2                   |

F = 6000 • MHz      DMX = 12 Km  
 POS. IRM# 913685      A1 = 20 K  
 HO = 425 N      G1 = 0 • UD  
 G2 = 0 • UD  
 TRAYECTORIA A 90° UROS      REF. MARA ING. NACIONAL UT-NW-32435871



F = 6000, MFL  
POS. TRMTK=913685

DMAX= 12 KM  
HU= 425 H  
U1= 0.08  
U2= 0.06

TRAYECTORIA A 90°, URJS

KEF - MAPA IND. NACIONAL CI-MV-DZ, 3587 1

FAIL01

96.0  
102.0  
108.0  
114.0  
120.0  
126.0  
132.0  
138.0  
144.0  
150.0  
156.0  
162.0  
168.0  
174.0  
180.0  
186.0  
192.0  
198.0  
204.0  
210.0  
216.0  
222.0  
228.0  
234.0  
240.0  
246.0  
252.0  
258.0  
264.0  
270.0  
276.0  
282.0  
288.0  
294.0  
300.0  
306.0  
312.0  
318.0  
324.0  
330.0  
336.0  
342.0  
348.0  
354.0  
360.0  
366.0  
372.0  
378.0  
384.0  
390.0  
396.0  
402.0  
408.0  
414.0  
420.0  
426.0  
432.0  
438.0  
444.0  
450.0  
456.0  
462.0  
468.0  
474.0  
480.0  
486.0  
492.0  
498.0  
504.0  
510.0  
516.0  
522.0  
528.0  
534.0  
540.0  
546.0  
552.0  
558.0  
564.0  
570.0  
576.0  
582.0  
588.0  
594.0  
600.0  
606.0  
612.0  
618.0  
624.0  
630.0  
636.0  
642.0  
648.0  
654.0  
660.0  
666.0  
672.0  
678.0  
684.0  
690.0  
696.0  
702.0  
708.0  
714.0  
720.0  
726.0  
732.0  
738.0  
744.0  
750.0  
756.0  
762.0  
768.0  
774.0  
780.0  
786.0  
792.0  
798.0  
804.0  
810.0  
816.0  
822.0  
828.0  
834.0  
840.0  
846.0  
852.0  
858.0  
864.0  
870.0  
876.0  
882.0  
888.0  
894.0  
900.0  
906.0  
912.0  
918.0  
924.0  
930.0  
936.0  
942.0  
948.0  
954.0  
960.0  
966.0  
972.0  
978.0  
984.0  
990.0  
996.0  
1002.0  
1008.0  
1014.0  
1020.0  
1026.0  
1032.0  
1038.0  
1044.0  
1050.0  
1056.0  
1062.0  
1068.0  
1074.0  
1080.0  
1086.0  
1092.0  
1098.0  
1104.0  
1110.0  
1116.0  
1122.0  
1128.0  
1134.0  
1140.0  
1146.0  
1152.0  
1158.0  
1164.0  
1170.0  
1176.0  
1182.0  
1188.0  
1194.0  
1200.0  
1206.0  
1212.0  
1218.0  
1224.0  
1230.0  
1236.0  
1242.0  
1248.0  
1254.0  
1260.0  
1266.0  
1272.0  
1278.0  
1284.0  
1290.0  
1296.0  
1302.0  
1308.0  
1314.0  
1320.0  
1326.0  
1332.0  
1338.0  
1344.0  
1350.0  
1356.0  
1362.0  
1368.0  
1374.0  
1380.0  
1386.0  
1392.0  
1398.0  
1404.0  
1410.0  
1416.0  
1422.0  
1428.0  
1434.0  
1440.0  
1446.0  
1452.0  
1458.0  
1464.0  
1470.0  
1476.0  
1482.0  
1488.0  
1494.0  
1500.0  
1506.0  
1512.0  
1518.0  
1524.0  
1530.0  
1536.0  
1542.0  
1548.0  
1554.0  
1560.0  
1566.0  
1572.0  
1578.0  
1584.0  
1590.0  
1596.0  
1602.0  
1608.0  
1614.0  
1620.0  
1626.0  
1632.0  
1638.0  
1644.0  
1650.0  
1656.0  
1662.0  
1668.0  
1674.0  
1680.0  
1686.0  
1692.0  
1698.0  
1704.0  
1710.0  
1716.0  
1722.0  
1728.0  
1734.0  
1740.0  
1746.0  
1752.0  
1758.0  
1764.0  
1770.0  
1776.0  
1782.0  
1788.0  
1794.0  
1800.0  
1806.0  
1812.0  
1818.0  
1824.0  
1830.0  
1836.0  
1842.0  
1848.0  
1854.0  
1860.0  
1866.0  
1872.0  
1878.0  
1884.0  
1890.0  
1896.0  
1902.0  
1908.0  
1914.0  
1920.0  
1926.0  
1932.0  
1938.0  
1944.0  
1950.0  
1956.0  
1962.0  
1968.0  
1974.0  
1980.0  
1986.0  
1992.0  
1998.0  
2004.0  
2010.0  
2016.0  
2022.0  
2028.0  
2034.0  
2040.0  
2046.0  
2052.0  
2058.0  
2064.0  
2070.0  
2076.0  
2082.0  
2088.0  
2094.0  
2100.0  
2106.0  
2112.0  
2118.0  
2124.0  
2130.0  
2136.0  
2142.0  
2148.0  
2154.0  
2160.0  
2166.0  
2172.0  
2178.0  
2184.0  
2190.0  
2196.0  
2202.0  
2208.0  
2214.0  
2220.0  
2226.0  
2232.0  
2238.0  
2244.0  
2250.0  
2256.0  
2262.0  
2268.0  
2274.0  
2280.0  
2286.0  
2292.0  
2298.0  
2304.0  
2310.0  
2316.0  
2322.0  
2328.0  
2334.0  
2340.0  
2346.0  
2352.0  
2358.0  
2364.0  
2370.0  
2376.0  
2382.0  
2388.0  
2394.0  
2400.0  
2406.0  
2412.0  
2418.0  
2424.0  
2430.0  
2436.0  
2442.0  
2448.0  
2454.0  
2460.0  
2466.0  
2472.0  
2478.0  
2484.0  
2490.0  
2496.0  
2502.0  
2508.0  
2514.0  
2520.0  
2526.0  
2532.0  
2538.0  
2544.0  
2550.0  
2556.0  
2562.0  
2568.0  
2574.0  
2580.0  
2586.0  
2592.0  
2598.0  
2604.0  
2610.0  
2616.0  
2622.0  
2628.0  
2634.0  
2640.0  
2646.0  
2652.0  
2658.0  
2664.0  
2670.0  
2676.0  
2682.0  
2688.0  
2694.0  
2700.0  
2706.0  
2712.0  
2718.0  
2724.0  
2730.0  
2736.0  
2742.0  
2748.0  
2754.0  
2760.0  
2766.0  
2772.0  
2778.0  
2784.0  
2790.0  
2796.0  
2802.0  
2808.0  
2814.0  
2820.0  
2826.0  
2832.0  
2838.0  
2844.0  
2850.0  
2856.0  
2862.0  
2868.0  
2874.0  
2880.0  
2886.0  
2892.0  
2898.0  
2904.0  
2910.0  
2916.0  
2922.0  
2928.0  
2934.0  
2940.0  
2946.0  
2952.0  
2958.0  
2964.0  
2970.0  
2976.0  
2982.0  
2988.0  
2994.0  
2998.0  
3004.0  
3010.0  
3016.0  
3022.0  
3028.0  
3034.0  
3040.0  
3046.0  
3052.0  
3058.0  
3064.0  
3070.0  
3076.0  
3082.0  
3088.0  
3094.0  
3098.0  
3104.0  
3110.0  
3116.0  
3122.0  
3128.0  
3134.0  
3140.0  
3146.0  
3152.0  
3158.0  
3164.0  
3170.0  
3176.0  
3182.0  
3188.0  
3194.0  
3198.0  
3204.0  
3210.0  
3216.0  
3222.0  
3228.0  
3234.0  
3240.0  
3246.0  
3252.0  
3258.0  
3264.0  
3270.0  
3276.0  
3282.0  
3288.0  
3294.0  
3298.0  
3304.0  
3310.0  
3316.0  
3322.0  
3328.0  
3334.0  
3340.0  
3346.0  
3352.0  
3358.0  
3364.0  
3370.0  
3376.0  
3382.0  
3388.0  
3394.0  
3398.0  
3404.0  
3410.0  
3416.0  
3422.0  
3428.0  
3434.0  
3440.0  
3446.0  
3452.0  
3458.0  
3464.0  
3470.0  
3476.0  
3482.0  
3488.0  
3494.0  
3498.0  
3504.0  
3510.0  
3516.0  
3522.0  
3528.0  
3534.0  
3540.0  
3546.0  
3552.0  
3558.0  
3564.0  
3570.0  
3576.0  
3582.0  
3588.0  
3594.0  
3598.0  
3604.0  
3610.0  
3616.0  
3622.0  
3628.0  
3634.0  
3640.0  
3646.0  
3652.0  
3658.0  
3664.0  
3670.0  
3676.0  
3682.0  
3688.0  
3694.0  
3698.0  
3704.0  
3710.0  
3716.0  
3722.0  
3728.0  
3734.0  
3740.0  
3746.0  
3752.0  
3758.0  
3764.0  
3770.0  
3776.0  
3782.0  
3788.0  
3794.0  
3798.0  
3804.0  
3810.0  
3816.0  
3822.0  
3828.0  
3834.0  
3840.0  
3846.0  
3852.0  
3858.0  
3864.0  
3870.0  
3876.0  
3882.0  
3888.0  
3894.0  
3898.0  
3904.0  
3910.0  
3916.0  
3922.0  
3928.0  
3934.0  
3940.0  
3946.0  
3952.0  
3958.0  
3964.0  
3970.0  
3976.0  
3982.0  
3988.0  
3994.0  
3998.0  
4004.0  
4010.0  
4016.0  
4022.0  
4028.0  
4034.0  
4040.0  
4046.0  
4052.0  
4058.0  
4064.0  
4070.0  
4076.0  
4082.0  
4088.0  
4094.0  
4098.0  
4104.0  
4110.0  
4116.0  
4122.0  
4128.0  
4134.0  
4140.0  
4146.0  
4152.0  
4158.0  
4164.0  
4170.0  
4176.0  
4182.0  
4188.0  
4194.0  
4198.0  
4204.0  
4210.0  
4216.0  
4222.0  
4228.0  
4234.0  
4240.0  
4246.0  
4252.0  
4258.0  
4264.0  
4270.0  
4276.0  
4282.0  
4288.0  
4294.0  
4298.0  
4304.0  
4310.0  
4316.0  
4322.0  
4328.0  
4334.0  
4340.0  
4346.0  
4352.0  
4358.0  
4364.0  
4370.0  
4376.0  
4382.0  
4388.0  
4394.0  
4398.0  
4404.0  
4410.0  
4416.0  
4422.0  
4428.0  
4434.0  
4440.0  
4446.0  
4452.0  
4458.0  
4464.0  
4470.0  
4476.0  
4482.0  
4488.0  
4494.0  
4498.0  
4504.0  
4510.0  
4516.0  
4522.0  
4528.0  
4534.0  
4540.0  
4546.0  
4552.0  
4558.0  
4564.0  
4570.0  
4576.0  
4582.0  
4588.0  
4594.0  
4598.0  
4604.0  
4610.0  
4616.0  
4622.0  
4628.0  
4634.0  
4640.0  
4646.0  
4652.0  
4658.0  
4664.0  
4670.0  
4676.0  
4682.0  
4688.0  
4694.0  
4698.0  
4704.0  
4710.0  
4716.0  
4722.0  
4728.0  
4734.0  
4740.0  
4746.0  
4752.0  
4758.0  
4764.0  
4770.0  
4776.0  
4782.0  
4788.0  
4794.0  
4798.0  
4804.0  
4810.0  
4816.0  
4822.0  
4828.0  
4834.0  
4840.0  
4846.0  
4852.0  
4858.0  
4864.0  
4870.0  
4876.0  
4882.0  
4888.0  
4894.0  
4898.0  
4904.0  
4910.0  
4916.0  
4922.0  
4928.0  
4934.0  
4940.0  
4946.0  
4952.0  
4958.0  
4964.0  
4970.0  
4976.0  
4982.0  
4988.0  
4994.0  
4998.0  
5004.0  
5010.0  
5016.0  
5022.0  
5028.0  
5034.0  
5040.0  
5046.0  
5052.0  
5058.0  
5064.0  
5070.0  
5076.0  
5082.0  
5088.0  
5094.0  
5098.0  
5104.0  
5110.0  
5116.0  
5122.0  
5128.0  
5134.0  
5140.0  
5146.0  
5152.0  
5158.0  
5164.0  
5170.0  
5176.0  
5182.0  
5188.0  
5194.0  
5198.0  
5204.0  
5210.0  
5216.0  
5222.0  
5228.0  
5234.0  
5240.0  
5246.0  
5252.0  
5258.0  
5264.0  
5270.0  
5276.0  
5282.0  
5288.0  
5294.0  
5298.0  
5304.0  
5310.0  
5316.0  
5322.0  
5328.0  
5334.0  
5340.0  
5346.0  
5352.0  
5358.0  
5364.0  
5370.0  
5376.0  
5382.0  
5388.0  
5394.0  
5398.0  
5404.0  
5410.0  
5416.0  
5422.0  
5428.0  
5434.0  
5440.0  
5446.0  
5452.0  
5458.0  
5464.0  
5470.0  
5476.0  
5482.0  
5488.0  
5494.0  
5498.0  
5504.0  
5510.0  
5516.0  
5522.0  
5528.0  
5534.0  
5540.0  
5546.0  
5552.0  
5558.0  
5564.0  
5570.0  
5576.0  
5582.0  
5588.0  
5594.0  
5598.0  
5604.0  
5610.0  
5616.0  
5622.0  
5628.0  
5634.0  
5640.0  
5646.0  
5652.0  
5658.0  
5664.0  
5670.0  
5676.0  
5682.0  
5688.0  
5694.0  
5698.0  
5704.0  
5710.0  
5716.0  
5722.0  
5728.0  
5734.0  
5740.0  
5746.0  
5752.0  
5758.0  
5764.0  
5770.0  
5776.0  
5782.0  
5788.0  
5794.0  
5798.0  
5804.0  
5810.0  
5816.0  
5822.0  
5828.0  
5834.0  
5840.0  
5846.0  
5852.0  
5858.0  
5864.0  
5870.0  
5876.0  
5882.0  
5888.0  
5894.0  
5898.0  
5904.0  
5910.0  
5916.0  
5922.0  
5928.0  
5934.0  
5940.0  
5946.0  
5952.0  
5958.0  
5964.0  
5970.0  
5976.0  
5982.0  
5988.0  
5994.0  
5998.0  
6004.0  
6010.0  
6016.0  
6022.0  
6028.0  
6034.0  
6040.0  
6046.0  
6052.0  
6058.0  
6064.0  
6070.0  
6076.0  
6082.0  
6088.0  
6094.0  
6098.0  
6104.0  
6110.0  
6116.0  
6122.0  
6128.0  
6134.0  
6140.0  
6146.0  
6152.0  
6158.0  
6164.0  
6170.0  
6176.0  
6182.0  
6188.0  
6194.0  
6198.0  
6204.0  
6210.0  
6216.0  
6222.0  
6228.0  
6234.0  
6240.0  
6246.0  
6252.0  
6258.0  
6264.0  
6270.0  
6276.0  
6282.0  
6288.0  
6294.0  
6298.0  
6304.0  
6310.0  
6316.0  
6322.0  
6328.0  
6334.0  
6340.0  
6346.0  
6352.0  
6358.0  
6364.0  
6370.0  
6376.0  
6382.0  
6388.0  
6394.0  
6398.0  
6404.0  
6410.0  
6416.0  
6422.0  
6428.0  
6434.0  
6440.0  
6446.0  
6452.0  
6458.0  
6464.0  
6470.0  
6476.0  
6482.0  
6488.0  
6494.0  
6498.0  
6504.0  
6510.0  
6516.0  
6522.0  
6528.0  
6534.0  
6540.0  
6546.0  
6552.0  
6558.0  
6564.0  
6570.0  
6576.0  
6582.0  
6588.0  
6594.0  
6598.0  
6604.0  
6610.0  
6616.0  
6622.0  
6628.0  
6634.0  
6640.0  
6646.0  
6652.0  
6658.0  
6664.0  
6670.0  
6676.0  
6682.0  
6688.0  
6694.0  
6698.0  
6704.0  
6710.0  
6716.0  
6722.0  
6728.0  
6734.0  
6740.0  
6746.0  
6752.0  
6758.0  
6764.0  
6770.0  
6776.0  
6782.0  
6788.0  
6794.0  
6798.0  
6804.0  
6810.0  
6816.0  
6822.0  
6828.0  
6834.0  
6840.0  
6846.0  
6852.0  
6858.0  
6864.0  
6870.0  
6876.0  
6882.0  
6888.0  
6894.0  
6898.0  
6904.0  
6910.0  
6916.0  
6922.0  
6928.0  
6934.0  
6940.0  
6946.0  
6952.0  
6958.0  
6964.0  
6970.0  
6976.0  
6982.0  
6988.0  
6994.0  
6998.0  
7004.0  
7010.0  
7016.0  
7022.0  
7028.0  
7034.0  
7040.0  
7046.0  
7052.0  
7058.0  
7064.0  
7070.0  
7076.0  
7082.0  
7088.0  
7094.0  
7098.0  
7104.0  
7110.0  
7116.0  
7122.0  
7128.0  
7134.0  
7140.0  
7146.0  
7152.0  
7158.0  
7164.0  
7170.0  
7176.0  
7182.0  
7188.0  
7194.0  
7198.0  
7204.0  
7210.0  
7216.0  
7222.0  
7228.0  
7234.0  
7240.0  
7246.0  
7252.0  
7258.0  
7264.0  
7270.0  
7276.0  
7282.0  
7288.0  
7294.0  
7298.0  
7304.0  
7310.0  
7316.0  
7322.0  
7328.0  
7334.0  
7340.0  
7346.0  
7352.0  
7358.0  
7364.0  
7370.0  
7376.0  
7382.0  
7388.0  
7394.0  
7398.0  
7404.0  
7410.0  
7416.0  
7422.0  
7428.0  
7434.0  
7440.0  
7446.0  
7452.0  
7458.0  
7464.0  
7470.0  
7476.0  
7482.0  
7488.0  
7494.0  
7498.0  
7504.0  
7510.0  
7516.0  
7522.0  
7528.0  
7534.0  
7540.0  
7546.0  
7552.0  
7558.0  
7564.0  
7570.0  
7576.0  
7582.0  
7588.0  
7594.0  
7598.0  
7604.0  
7610.0  
7616.0  
7622.0  
7628.0  
7634.0  
7640.0  
7646.0  
7652.0  
7658.0  
7664.0  
7670.0  
7676.0  
7682.0  
7688.0  
7694.0  
7698.0  
7704.0  
7710.0  
7716.0  
7722.0  
7728.0  
7734.0  
7740.0  
7746.0  
7752.0  
7758.0  
7764.0  
7770.0  
7776.0  
7782.0  
7788.0  
7794.0  
7798.0  
7804.0  
7810.0  
7816.0  
7822.0  
7828.0  
7834.0  
7840.0  
7846.0  
7852.0  
7858.0  
7864.0  
7870.0  
7876.0  
7882.0  
7888.0  
7894.0  
7898.0  
7904.0  
7910.0  
7916.0  
7922.0  
7928.0  
7934.0  
7940.0  
7946.0  
7952.0  
7958.0  
7964.0  
7970.0  
7976.0  
7982.0  
7988.0  
7994.0  
7998.0  
8004.0  
8010.0  
8016.0  
8022.0  
8028.0  
8034.0  
8040.0  
8046.0  
8052.0  
8058.0  
8064.0  
8070.0  
8076.0  
8082.0  
8088.0  
8094.0  
8098.0  
8104.0  
8110.0  
8116.0  
8122.0  
8128.0  
8134.0  
8140.0  
8146.0  
8152.0  
8158.0  
8164.0  
8170.0  
8176.0  
8182.0  
8188.0  
8194.0  
8198.0  
8204.0  
8210.0  
8216.0  
8222.0  
8228.0  
8234.0  
8240.0  
8246.0  
8252.0  
8258.0  
8264.0  
8270.0  
8276.0  
8282.0  
8288.0  
8294.0  
8298.0  
8304.0  
8310.0  
8316.0  
8322.0  
8328.0  
8334.0  
8340.0  
8346.0  
8352.0  
8358.0  
8364.0  
8370.0  
8376.0  
8382.0  
8388.0  
8394.0  
8398.0  
8404.0  
8410.0  
8416.0  
8422.0  
8428.0  
8434.0  
8440.0  
8446.0  
8452.0  
8458.0  
8464.0  
8470.0  
8476.0  
8482.0  
8488.0  
8494.0  
8498.0  
8504.0  
8510.0  
8516.0  
8522.0  
8528.0  
8534.0  
8540.0  
8546.0  
8552.0  
8558.0  
8564.0  
8570.0  
8576.0  
8582.0  
8588.0  
8594.0  
8598.0  
8604.0  
8610.0  
8616.0  
8622.0  
8628.0  
8634.0  
8640.0  
8646.0  
8652.0  
8658.0  
8664.0  
8670.0  
8676.0  
8682.0  
8688.0  
8694.0  
8698.0  
8704.0  
8710.0  
8716.0  
8722.0  
8728.0  
8734.0  
8740.0  
8746.0  
8752.0  
8758.0  
8764.0  
8770.0  
8776.0  
8782.0  
8788.0  
8794.0  
8798.0  
8804.0  
8810.0  
8816.0  
8822.0  
8828.0

## PERDIDAS DE TRANSMISIÓN

F = 6000. MHZ      DMAX = 14 KM      A1 = 60 M      A2 = 60 M  
 POS. TRMTR=513685      H0 = 425 M      C1 = 0. DB      G2 = 0. DB

TRAYECTORIA A 90. GRDS      REF. MAPA IND. NACIONAL CT-MV-B2,3587 1

| POS<br>RCVR | D<br>(KM) | H<br>(M) | EA<br>(DB) | EAF<br>(DB) | EAT<br>(DB) |
|-------------|-----------|----------|------------|-------------|-------------|
| 515685      | 0.25      | 310      | 96.0       | 0.0         | 96.0        |
| 518685      | 0.50      | 340      | 102.0      | 0.0         | 102.0       |
| 520685      | 0.75      | 370      | 105.5      | 0.0         | 105.5       |
| 523685      | 1.00      | 340      | 108.0      | 0.0         | 108.0       |
| 525685      | 1.25      | 370      | 109.9      | 0.0         | 109.9       |
| 528685      | 1.50      | 320      | 111.5      | 0.0         | 111.5       |
| 530685      | 1.75      | 390      | 112.9      | 0.0         | 112.9       |
| 533685      | 2.00      | 380      | 114.0      | 0.0         | 114.0       |
| 535685      | 2.25      | 330      | 115.0      | 0.0         | 115.0       |
| 538685      | 2.50      | 360      | 116.0      | 0.0         | 116.0       |
| 540685      | 2.75      | 380      | 116.8      | 0.0         | 116.8       |
| 543685      | 3.00      | 390      | 117.5      | 0.0         | 117.5       |
| 545685      | 3.25      | 330      | 118.2      | 0.0         | 118.2       |
| 548685      | 3.50      | 260      | 118.9      | 26.0        | 144.9       |
| 550685      | 3.75      | 220      | 119.5      | 26.0        | 145.5       |
| 553685      | 4.00      | 190      | 120.0      | 26.0        | 146.0       |
| 555685      | 4.25      | 180      | 120.6      | 26.0        | 146.6       |
| 558685      | 4.50      | 180      | 121.1      | 26.0        | 147.1       |
| 560685      | 4.75      | 190      | 121.5      | 26.0        | 147.5       |
| 563685      | 5.00      | 200      | 122.0      | 26.0        | 148.0       |
| 565685      | 5.25      | 210      | 122.4      | 25.8        | 148.2       |
| 568685      | 5.50      | 210      | 122.8      | 25.2        | 148.0       |
| 570685      | 5.75      | 220      | 123.2      | 26.2        | 149.4       |
| 573685      | 6.00      | 220      | 123.6      | 16.3        | 139.9       |
| 575685      | 6.25      | 210      | 123.9      | 16.9        | 140.6       |
| 578685      | 6.50      | 180      | 124.3      | 23.5        | 147.7       |
| 580685      | 6.75      | 180      | 124.6      | 26.8        | 149.4       |
| 583685      | 7.00      | 180      | 124.9      | 16.2        | 143.1       |
| 585685      | 7.25      | 220      | 125.2      | 0.0         | 125.2       |
| 588685      | 7.50      | 210      | 125.5      | 0.0         | 125.5       |
| 590685      | 7.75      | 200      | 125.8      | 0.0         | 125.8       |
| 593685      | 8.00      | 190      | 126.1      | 0.0         | 126.1       |
| 595685      | 8.25      | 180      | 126.3      | 0.0         | 126.3       |
| 598685      | 8.50      | 180      | 126.6      | 0.0         | 126.6       |
| 6685        | 8.75      | 150      | 126.8      | 6.9         | 133.2       |
| 3685        | 9.00      | 120      | 127.1      | 14.8        | 141.9       |
| 5685        | 9.25      | 120      | 127.1      | 16.0        | 139.3       |
| 8685        | 9.50      | 120      | 127.6      | 6.9         | 136.5       |
| 10685       | 9.75      | 140      | 127.8      | 0.0         | 127.8       |
| 13685       | 10.00     | 170      | 128.0      | 0.0         | 128.0       |
| 15685       | 10.25     | 140      | 128.2      | 0.0         | 128.2       |
| 18685       | 10.50     | 130      | 128.4      | 0.0         | 128.4       |
| 20685       | 10.75     | 140      | 128.6      | 0.0         | 128.6       |
| 23685       | 11.00     | 150      | 128.8      | 0.0         | 128.8       |



## PERIODAS DE TRANSMISION

F = 6000. MHZ      DMAX= 12 KM      A1= 60 M      A2= 60 M  
POS. TRMTR=513685      H0= 425 M      G1= 0. DB      G2= 0. DB

TRAYECTORIA A 90. GRDS      REF. MAPA INC. NACIONAL CT-MV-BZ,3587 +

| POS<br>RCVR | d<br>(KM) | h<br>(M) | FA<br>(DB) | FAF<br>(DB) | FAT<br>(DB) |
|-------------|-----------|----------|------------|-------------|-------------|
| 25685       | 11.25     | 150      | 129.0      | 0.0         | 129.0       |
| 26685       | 11.50     | 150      | 129.2      | 0.0         | 129.2       |
| 30685       | 11.75     | 140      | 129.4      | 0.0         | 129.4       |
| 33685       | 12.00     | 160      | 129.6      | 0.0         | 129.6       |

F = 6000 + MHz  
FCS. ThM = 943685

UMAK = 12 KM  
hJ = 45 H

J (K<sub>2</sub>) 120° 151° 181° 212° 242° 273° 304° 334° 365° 395° 425° h (N)

F= 4.0333, M= 513685  
PUS, TRTR=513685

TRAYECTORIA A SO. GRUS REF. MAPA IND. NACIONAL CT-MV-32,2567

| (Km)  | 96. | 101. | 106. | 112. | 117. | 122. | 127. | 133. | 138. | 143. | 148. | FATIGUE |
|-------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| 0.25  | *   | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | *    | 96.0    |
| 0.50  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 102.0   |
| 0.75  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 105.3   |
| 1.00  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 108.0   |
| 1.25  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 109.9   |
| 1.50  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 111.5   |
| 1.75  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 112.9   |
| 2.00  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 114.0   |
| 2.25  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 115.0   |
| 2.50  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 116.0   |
| 2.75  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 116.5   |
| 3.00  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 117.5   |
| 3.25  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 118.6   |
| 3.50  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 119.5   |
| 3.75  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 120.4   |
| 4.00  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 121.3   |
| 4.25  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 122.2   |
| 4.50  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 123.1   |
| 4.75  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 124.0   |
| 5.00  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 124.9   |
| 5.25  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 125.8   |
| 5.50  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 126.7   |
| 5.75  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 127.6   |
| 6.00  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 128.5   |
| 6.25  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 129.4   |
| 6.50  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 130.3   |
| 6.75  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 131.2   |
| 7.00  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 132.1   |
| 7.25  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 133.0   |
| 7.50  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 133.9   |
| 7.75  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 134.8   |
| 8.00  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 135.7   |
| 8.25  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 136.6   |
| 8.50  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 137.5   |
| 8.75  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 138.4   |
| 9.00  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 139.3   |
| 9.25  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 140.2   |
| 9.50  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 141.1   |
| 9.75  | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 142.0   |
| 10.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 142.9   |
| 10.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 143.8   |
| 10.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 144.7   |
| 10.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 145.6   |
| 11.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 146.5   |
| 11.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 147.4   |
| 11.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 148.3   |
| 11.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 149.2   |
| 12.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 150.1   |
| 12.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 151.0   |
| 12.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 151.9   |
| 12.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 152.8   |
| 13.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 153.7   |
| 13.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 154.6   |
| 13.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 155.5   |
| 13.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 156.4   |
| 14.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 157.3   |
| 14.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 158.2   |
| 14.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 159.1   |
| 14.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 159.9   |
| 15.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 160.8   |
| 15.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 161.7   |
| 15.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 162.6   |
| 15.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 163.5   |
| 16.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 164.4   |
| 16.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 165.3   |
| 16.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 166.2   |
| 16.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 167.1   |
| 17.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 168.0   |
| 17.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 168.9   |
| 17.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 169.8   |
| 17.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 170.7   |
| 18.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 171.6   |
| 18.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 172.5   |
| 18.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 173.4   |
| 18.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 174.3   |
| 19.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 175.2   |
| 19.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 176.1   |
| 19.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 177.0   |
| 19.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 177.9   |
| 20.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 178.8   |
| 20.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 179.7   |
| 20.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 180.6   |
| 20.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 181.5   |
| 21.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 182.4   |
| 21.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 183.3   |
| 21.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 184.2   |
| 21.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 185.1   |
| 22.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 186.0   |
| 22.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 186.9   |
| 22.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 187.8   |
| 22.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 188.7   |
| 23.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 189.6   |
| 23.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 190.5   |
| 23.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 191.4   |
| 23.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 192.3   |
| 24.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 193.2   |
| 24.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 194.1   |
| 24.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 195.0   |
| 24.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 195.9   |
| 25.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 196.8   |
| 25.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 197.7   |
| 25.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 198.6   |
| 25.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 199.5   |
| 26.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 200.4   |
| 26.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 201.3   |
| 26.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 202.2   |
| 26.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 203.1   |
| 27.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 204.0   |
| 27.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 204.9   |
| 27.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 205.8   |
| 27.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 206.7   |
| 28.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 207.6   |
| 28.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 208.5   |
| 28.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 209.4   |
| 28.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 210.3   |
| 29.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 211.2   |
| 29.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 212.1   |
| 29.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 213.0   |
| 29.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 213.9   |
| 30.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 214.8   |
| 30.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 215.7   |
| 30.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 216.6   |
| 30.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 217.5   |
| 31.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 218.4   |
| 31.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 219.3   |
| 31.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 219.9   |
| 31.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 220.8   |
| 32.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 221.7   |
| 32.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 222.6   |
| 32.50 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 223.5   |
| 32.75 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 224.4   |
| 33.00 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 225.3   |
| 33.25 | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 226.2   |
| 33.50 | 1   | 1    | 1    | 1</  |      |      |      |      |      |      |      |         |



## PERDIDAS DE TRANSMISION

F = 6000+ MHZ

PUS. TRMTF=913685

OMAX= 12 KM

HO= 425 M

A1= 100 M

GE= 0. 08

A2= 100 M

G2= 0. 08

TRAYECTORIA A 90° GRDS KEP. MAPA INC. NACIONAL CT-MV-82,3567 1

| POS<br>RCVR | D<br>(KM) | H<br>(M) | EA<br>(DB) | FAF<br>(DB) | FAT<br>(DB) |
|-------------|-----------|----------|------------|-------------|-------------|
| 915685      | 0.25      | 310      | 96.0       | 0.0         | 96.0        |
| 918685      | 0.50      | 340      | 102.0      | 0.0         | 102.0       |
| 920685      | 0.75      | 370      | 105.5      | 0.0         | 105.5       |
| 923685      | 1.00      | 340      | 108.0      | 0.0         | 108.0       |
| 925685      | 1.25      | 370      | 109.9      | 0.0         | 109.9       |
| 928685      | 1.50      | 320      | 111.5      | 0.0         | 111.5       |
| 930685      | 1.75      | 390      | 112.9      | 0.0         | 112.9       |
| 933685      | 2.00      | 380      | 114.0      | 0.0         | 114.0       |
| 935685      | 2.25      | 330      | 115.6      | 0.0         | 115.6       |
| 938685      | 2.50      | 360      | 116.0      | 0.0         | 116.0       |
| 940685      | 2.75      | 380      | 116.8      | 0.0         | 116.8       |
| 943685      | 3.00      | 390      | 117.5      | 0.0         | 117.5       |
| 945685      | 3.25      | 330      | 118.2      | 0.0         | 118.2       |
| 948685      | 3.50      | 260      | 118.5      | 15.0        | 133.7       |
| 950685      | 3.75      | 220      | 119.5      | 26.0        | 145.5       |
| 953685      | 4.00      | 150      | 120.0      | 26.0        | 146.0       |
| 955685      | 4.25      | 180      | 120.6      | 26.0        | 146.6       |
| 958685      | 4.50      | 180      | 121.1      | 25.9        | 147.0       |
| 960685      | 4.75      | 190      | 121.5      | 26.3        | 147.8       |
| 963685      | 5.00      | 200      | 122.0      | 6.5         | 128.5       |
| 965685      | 5.25      | 210      | 122.4      | 0.0         | 122.4       |
| 968685      | 5.50      | 210      | 122.8      | 0.0         | 122.8       |
| 970685      | 5.75      | 220      | 123.2      | 0.0         | 123.2       |
| 973685      | 6.00      | 220      | 123.6      | 0.0         | 123.6       |
| 975685      | 6.25      | 210      | 123.9      | 0.0         | 123.9       |
| 978685      | 6.50      | 180      | 124.3      | 0.0         | 124.3       |
| 980685      | 6.75      | 180      | 124.6      | 0.0         | 124.6       |
| 983685      | 7.00      | 180      | 124.9      | 0.0         | 124.9       |
| 985685      | 7.25      | 220      | 125.2      | 0.0         | 125.2       |
| 988685      | 7.50      | 210      | 125.5      | 0.0         | 125.5       |
| 990685      | 7.75      | 200      | 125.8      | 0.0         | 125.8       |
| 993685      | 8.00      | 190      | 126.1      | 0.0         | 126.1       |
| 995685      | 8.25      | 180      | 126.4      | 0.0         | 126.4       |
| 998685      | 8.50      | 180      | 126.6      | 0.0         | 126.6       |
| 685         | 8.75      | 150      | 126.8      | 0.0         | 126.8       |
| 3685        | 9.00      | 120      | 127.1      | 0.0         | 127.1       |
| 5685        | 9.25      | 120      | 127.3      | 0.0         | 127.3       |
| 8685        | 9.50      | 120      | 127.6      | 0.0         | 127.6       |
| 10685       | 9.75      | 140      | 127.8      | 0.0         | 127.8       |
| 13685       | 10.00     | 170      | 128.0      | 0.0         | 128.0       |
| 15685       | 10.25     | 140      | 128.2      | 0.0         | 128.2       |
| 18685       | 10.50     | 130      | 128.4      | 0.0         | 128.4       |
| 20685       | 10.75     | 140      | 128.6      | 0.0         | 128.6       |
| 23685       | 11.00     | 150      | 128.8      | 0.0         | 128.8       |



272

CESERCOMP-ESPOL

## PERIODAS DE TRANSMISION

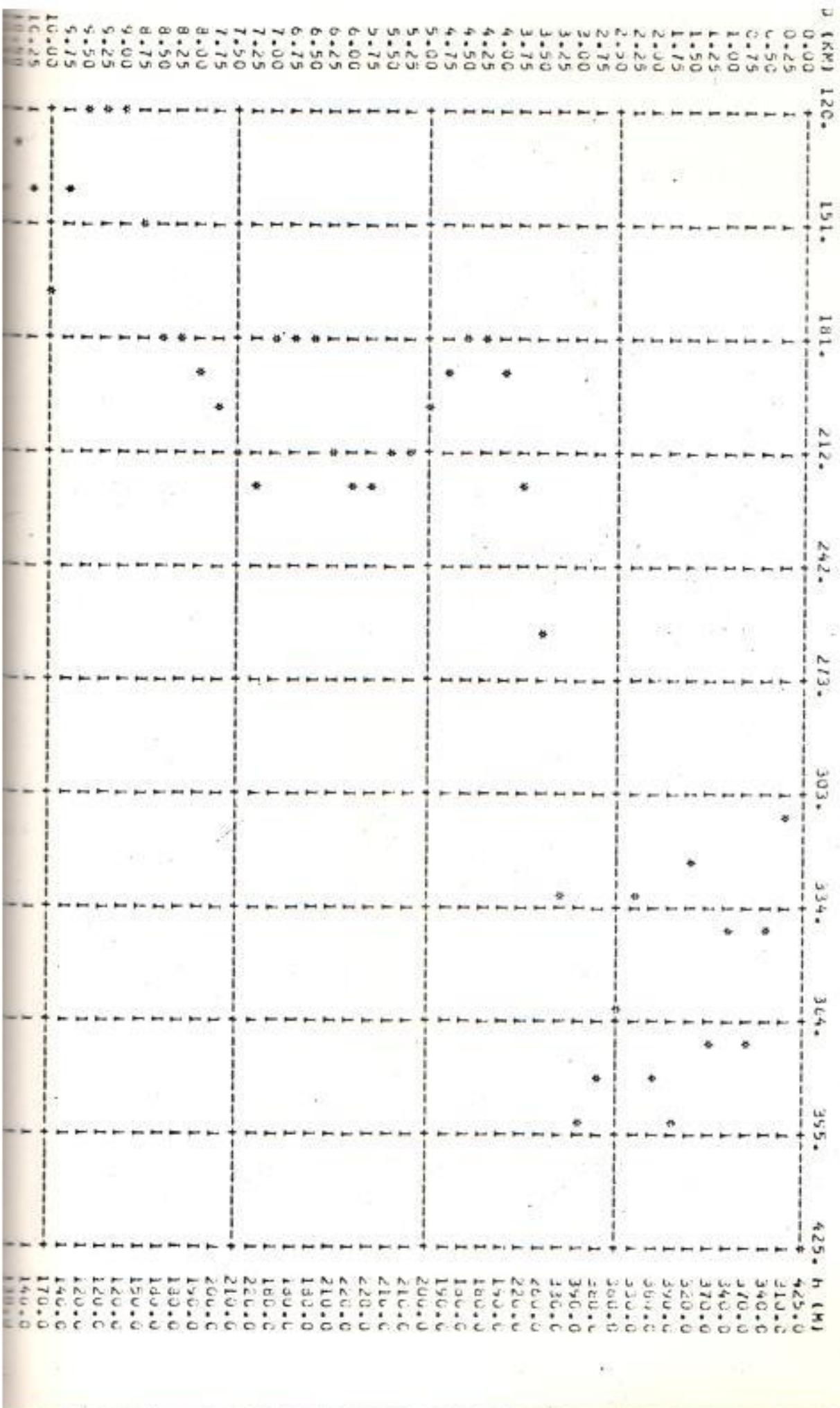
F= 6000. MHZ      DMAX= 12 KM      A1= 100 M      AZ= 100 M  
POS. TRMTH=913685      HD= 425 N      G1= 0. DB      G2= 0. DB

TRAYECTORIA A 90. GRDS.      REF. MAPA IND. NACIONAL CT-MV-52,3507 I

| POS<br>RCVR | D<br>(KM) | H<br>(M) | FA<br>(DB) | FAF<br>(DB) | FAT<br>(DB) |
|-------------|-----------|----------|------------|-------------|-------------|
| 25685       | 11.25     | 150      | 129.0      | 0.0         | 129.0       |
| 28685       | 11.50     | 150      | 129.2      | 0.0         | 129.2       |
| 30685       | 11.75     | 140      | 129.4      | 0.0         | 129.4       |
| 33685       | 12.00     | 160      | 129.6      | 0.0         | 129.6       |

F = 0.005, MHz  
 PGS. 1Km<sup>2</sup>=413605  
 TRAYECTORIA A 90°, GRIS REF. MAPA IND. NACIONAL UTM-V-52, 3507 1

U<sub>MAX</sub> = 12 KN      A<sub>1</sub> = 10 J/K      A<sub>2</sub> = 100 K  
 H<sub>0</sub> = 425 M      G<sub>1</sub> = 0 • G<sub>2</sub> = 0 • G<sub>3</sub>



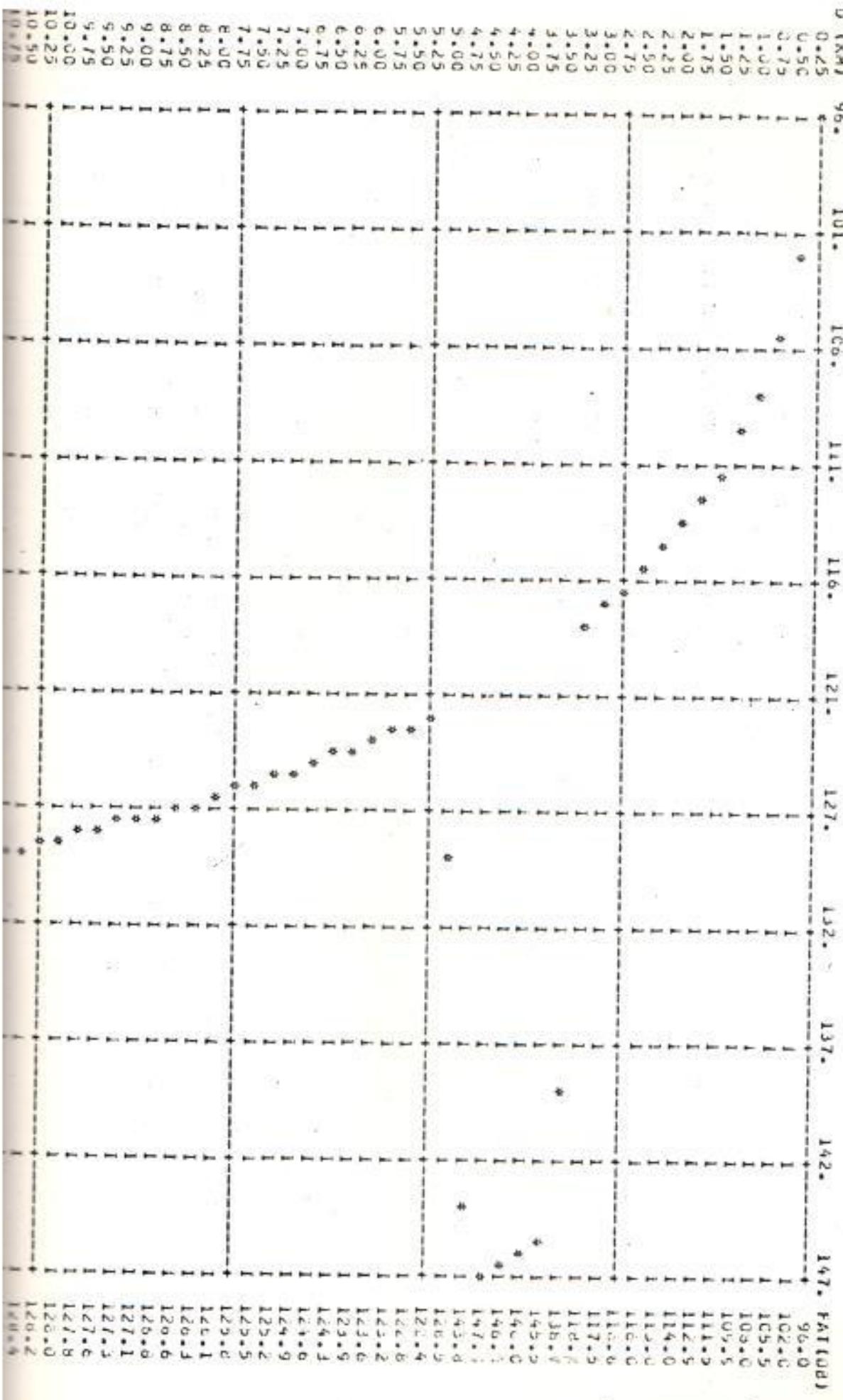
F = 60000 \* RH  
 PLS. TMRH = \$13685

DMAX = 12 KN  
 H = 425 m

A2 = 100 K  
 U2 = 0.60

TRAYECTORIA A 90°. GRAD

KEF. MAPA INU. NACIONAL CT-NIVEL 3587.1





## PERDIDAS DE TRANSMISION

F= 6000. MHZ  
POS. TRMTR=913685

DMAX= 12 KM  
HO= 425 M

A1= 150 M  
L1= 0. DB

A2= 150 M  
G2= 0. DB

TRAYECTORIA A 90. GRDS REF. MAPA IND. NACIONAL CT-MV-82,3587 1

| POS<br>KCVR | E<br>[KM] | H<br>[M] | FA<br>[DB] | FAF<br>[DB] | FAT<br>[DB] |
|-------------|-----------|----------|------------|-------------|-------------|
| 915685      | 0.25      | 310      | 96.0       | 0.0         | 96.0        |
| 918685      | 0.50      | 340      | 102.0      | 0.0         | 102.0       |
| 920685      | 0.75      | 370      | 105.5      | 0.0         | 105.5       |
| 923685      | 1.00      | 340      | 108.0      | 0.0         | 108.0       |
| 925685      | 1.25      | 370      | 109.5      | 0.0         | 109.5       |
| 928685      | 1.50      | 320      | 111.5      | 0.0         | 111.5       |
| 930685      | 1.75      | 390      | 112.5      | 0.0         | 112.5       |
| 933685      | 2.00      | 380      | 114.0      | 0.0         | 114.0       |
| 935685      | 2.25      | 330      | 115.0      | 0.0         | 115.0       |
| 938685      | 2.50      | 360      | 116.0      | 0.0         | 116.0       |
| 940685      | 2.75      | 380      | 116.8      | 0.0         | 116.8       |
| 943685      | 3.00      | 390      | 117.0      | 0.0         | 117.0       |
| 945685      | 3.25      | 330      | 118.2      | 0.0         | 118.2       |
| 948685      | 3.50      | 260      | 119.5      | 0.0         | 119.5       |
| 950685      | 3.75      | 220      | 119.5      | 0.0         | 119.5       |
| 953685      | 4.00      | 150      | 120.0      | 0.0         | 120.0       |
| 955685      | 4.25      | 180      | 120.0      | 0.0         | 120.0       |
| 958685      | 4.50      | 180      | 121.1      | 0.0         | 121.1       |
| 960685      | 4.75      | 190      | 121.2      | 0.0         | 121.2       |
| 963685      | 5.00      | 200      | 122.0      | 0.0         | 122.0       |
| 965685      | 5.25      | 210      | 122.4      | 0.0         | 122.4       |
| 968685      | 5.50      | 210      | 122.8      | 0.0         | 122.8       |
| 970685      | 5.75      | 220      | 123.2      | 0.0         | 123.2       |
| 973685      | 6.00      | 220      | 123.6      | 0.0         | 123.6       |
| 975685      | 6.25      | 210      | 123.9      | 0.0         | 123.9       |
| 978685      | 6.50      | 180      | 124.3      | 0.0         | 124.3       |
| 980685      | 6.75      | 180      | 124.6      | 0.0         | 124.6       |
| 983685      | 7.00      | 180      | 124.9      | 0.0         | 124.9       |
| 985685      | 7.25      | 220      | 125.2      | 0.0         | 125.2       |
| 988685      | 7.50      | 210      | 125.5      | 0.0         | 125.5       |
| 990685      | 7.75      | 200      | 125.8      | 0.0         | 125.8       |
| 993685      | 8.00      | 190      | 126.1      | 0.0         | 126.1       |
| 995685      | 8.25      | 180      | 126.3      | 0.0         | 126.3       |
| 998685      | 8.50      | 180      | 126.6      | 0.0         | 126.6       |
| 685         | 8.75      | 150      | 126.8      | 0.0         | 126.8       |
| 3685        | 9.00      | 120      | 127.1      | 0.0         | 127.1       |
| 5685        | 9.25      | 120      | 127.3      | 0.0         | 127.3       |
| 6685        | 9.50      | 120      | 127.6      | 0.0         | 127.6       |
| 10685       | 9.75      | 140      | 127.8      | 0.0         | 127.8       |
| 13685       | 10.00     | 170      | 128.0      | 0.0         | 128.0       |
| 15685       | 10.25     | 140      | 128.2      | 0.0         | 128.2       |
| 18685       | 10.50     | 130      | 128.4      | 0.0         | 128.4       |
| 20685       | 10.75     | 140      | 128.6      | 0.0         | 128.6       |
| 23685       | 11.00     | 150      | 128.8      | 0.0         | 128.8       |



## PERDIDAS DE TRANSMISION

276  
CESERCOMP-ESPOL

F= 6000. MHZ DMAX= 12 KM A1= 150 M A2= 150 M  
POS. TRMTR=913685 H0= 423 M G1= 0. DB G2= 0. DB

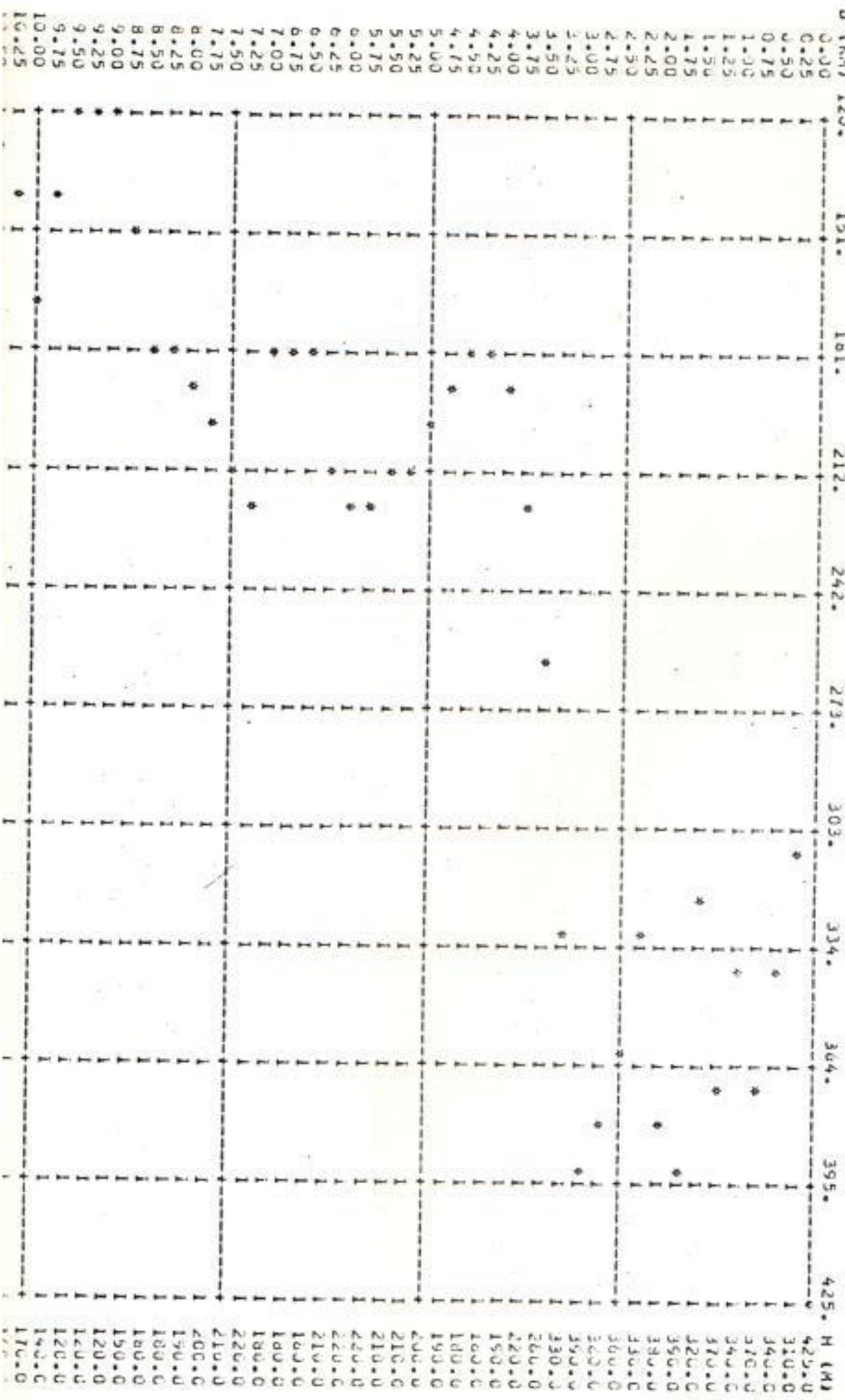
TRAYECTORIA A 90. GRDS REF. MAPA IND. NACIONAL CT-MV-BZ,3567 1

| PLS<br>RCVR | C<br>(KM) | H<br>(M) | F4<br>(DB) | F4E<br>(DB) | FAT<br>(DB) |
|-------------|-----------|----------|------------|-------------|-------------|
| 25685       | 11.25     | 150      | 129.0      | 0.0         | 129.0       |
| 28685       | 11.50     | 150      | 129.2      | 0.0         | 129.2       |
| 30685       | 11.75     | 140      | 129.4      | 0.0         | 129.4       |
| 33685       | 12.00     | 160      | 129.6      | 0.0         | 129.6       |

F = 6000, MHL  
PUS. IKMTH=513685

UMAK = 12 KM  
HO = 425 H  
SI = 0, UG  
U2 = 0, LE

TKAYELTUKIA 4 90. UKOS  
REF. KAPA IND. NACIONAL CT-HV-327,3507 1



F= 650. N.H.  
P.U.S. IRMTR=513685

$$H_0 = \frac{42.5}{M}$$

$A_1 = 150 \text{ N}$   
 $G_1 = 0.4$

TRAYECTORIA 90 - GDS PESO MAPA IND. NACIONAL CT-HV-32,55971

TABLE III  
Effect of Temperature on the Properties of Polyisobutylene

F= 2300. MHZ

PES. T8MTR=913685

DMAX= 12 KM

HO= 425 M

A1= 150 M

G1= 0. 0B

A2= 150 M

G2= 0. 0B

TRAYECTORIA A 90. GROS REF. MAPA IND. NACIONAL CT-MV-32,3587 1

| PES<br>RGVR | D<br>(KM) | H<br>(M) | FA<br>(DB) | FAT<br>(DB) | FAT<br>(DB) |
|-------------|-----------|----------|------------|-------------|-------------|
| 915685      | 0.25      | 310      | 87.6       | 0.0         | 87.6        |
| 918685      | 0.50      | 340      | 93.7       | 0.0         | 93.7        |
| 920685      | 0.75      | 370      | 97.2       | 0.0         | 97.2        |
| 923685      | 1.00      | 340      | 99.7       | 0.0         | 99.7        |
| 925685      | 1.25      | 370      | 101.6      | 0.0         | 101.6       |
| 928685      | 1.50      | 320      | 103.2      | 0.0         | 103.2       |
| 930685      | 1.75      | 390      | 104.5      | 0.0         | 104.5       |
| 933685      | 2.00      | 380      | 105.7      | 0.0         | 105.7       |
| 935685      | 2.25      | 330      | 106.7      | 0.0         | 106.7       |
| 938685      | 2.50      | 360      | 107.6      | 0.0         | 107.6       |
| 940685      | 2.75      | 380      | 108.9      | 0.0         | 108.9       |
| 943685      | 3.00      | 390      | 109.2      | 0.0         | 109.2       |
| 945685      | 3.25      | 330      | 109.9      | 0.0         | 109.9       |
| 948685      | 3.50      | 260      | 110.6      | 0.0         | 110.6       |
| 950685      | 3.75      | 220      | 111.2      | 0.0         | 111.2       |
| 953685      | 4.00      | 190      | 111.7      | 0.0         | 111.7       |
| 955685      | 4.25      | 180      | 112.2      | 0.0         | 112.2       |
| 958685      | 4.50      | 180      | 112.7      | 0.0         | 112.7       |
| 960685      | 4.75      | 190      | 113.2      | 0.0         | 113.2       |
| 963685      | 5.00      | 200      | 113.7      | 0.0         | 113.7       |
| 965685      | 5.25      | 210      | 114.1      | 0.0         | 114.1       |
| 968685      | 5.50      | 210      | 114.5      | 0.0         | 114.5       |
| 970685      | 5.75      | 220      | 114.9      | 0.0         | 114.9       |
| 973685      | 6.00      | 220      | 115.2      | 0.0         | 115.2       |
| 975685      | 6.25      | 210      | 115.6      | 0.0         | 115.6       |
| 978685      | 6.50      | 180      | 115.9      | 0.0         | 115.9       |
| 980685      | 6.75      | 180      | 116.3      | 0.0         | 116.3       |
| 983685      | 7.00      | 180      | 116.6      | 0.0         | 116.6       |
| 985685      | 7.25      | 220      | 116.9      | 0.0         | 116.9       |
| 988685      | 7.50      | 210      | 117.2      | 0.0         | 117.2       |
| 990685      | 7.75      | 200      | 117.5      | 0.0         | 117.5       |
| 993685      | 8.00      | 190      | 117.7      | 0.0         | 117.7       |
| 995685      | 8.25      | 180      | 118.0      | 0.0         | 118.0       |
| 998685      | 8.50      | 180      | 118.3      | 0.0         | 118.3       |
| 100685      | 8.75      | 150      | 118.5      | 0.0         | 118.5       |
| 10085       | 9.00      | 120      | 118.8      | 0.0         | 118.8       |
| 10685       | 9.25      | 120      | 119.0      | 0.0         | 119.0       |
| 10885       | 9.50      | 120      | 119.2      | 0.0         | 119.2       |
| 106685      | 9.75      | 140      | 119.5      | 0.0         | 119.5       |
| 136685      | 10.00     | 170      | 119.7      | 0.0         | 119.7       |
| 156685      | 10.25     | 140      | 119.9      | 0.0         | 119.9       |
| 186685      | 10.50     | 130      | 120.1      | 0.0         | 120.1       |
| 206685      | 10.75     | 140      | 120.3      | 0.0         | 120.3       |
| 236685      | 11.00     | 150      | 120.5      | 0.0         | 120.5       |

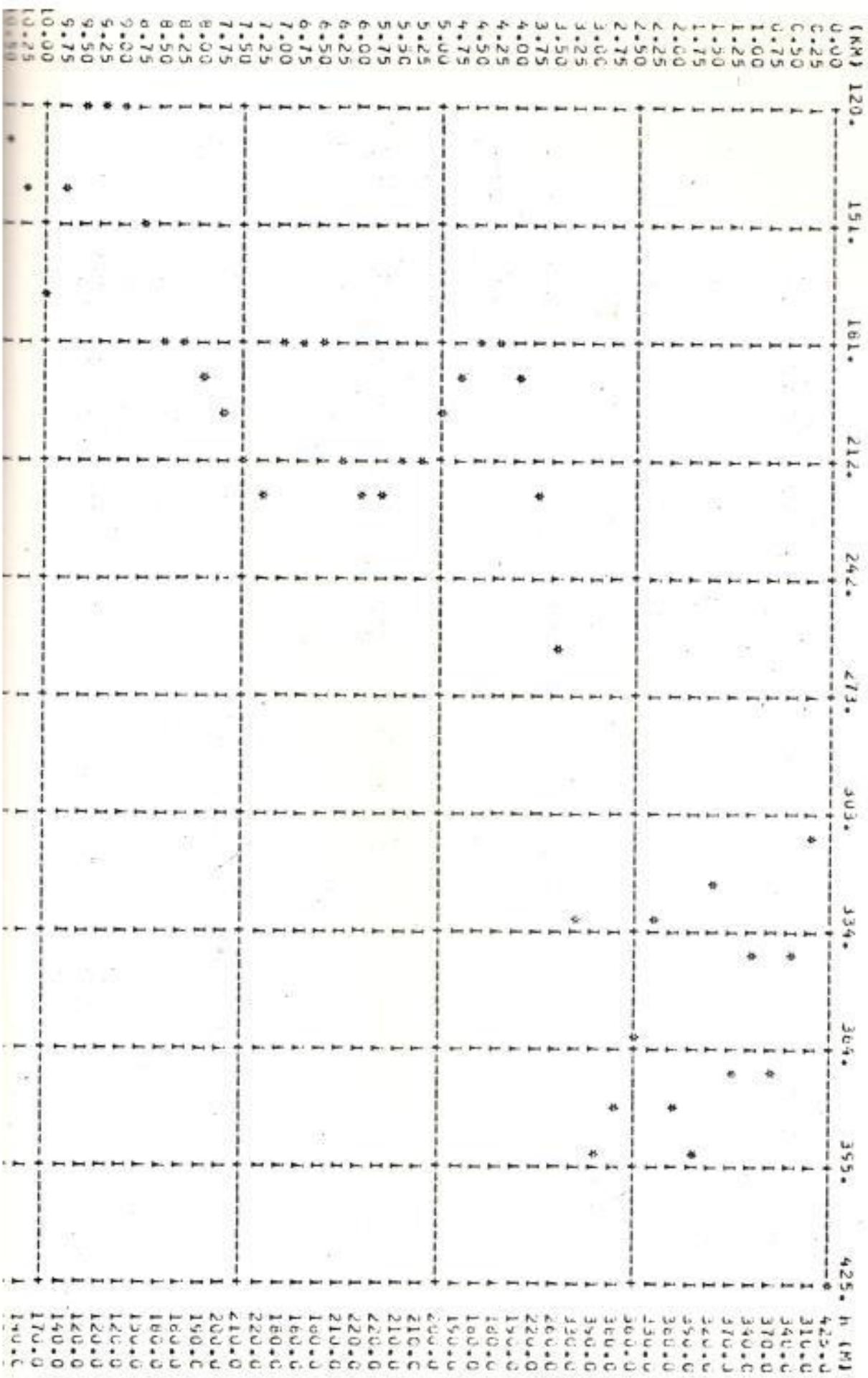
F= 2300. MHZ      DMAX= 12 KM      A1= 150 M      A2= 150 M  
POS. THTR=913685      H0= 425 M      G1= 0. DB      G2= 0. DB

TRAYECTORIA A 90. GRDS      REF. MAPA ING. NACIONAL CT-MV-52,3567

| PCS<br>RCVR | D<br>(KM) | H<br>(M) | F4<br>(DB) | FAF<br>(DB) | FAT<br>(DB) |
|-------------|-----------|----------|------------|-------------|-------------|
| 25685       | 11.25     | 150      | 120.7      | 0.0         | 120.7       |
| 28685       | 11.50     | 150      | 120.9      | 0.0         | 120.9       |
| 30685       | 11.75     | 140      | 121.1      | 0.0         | 121.1       |
| 33685       | 12.00     | 160      | 121.3      | 0.0         | 121.3       |

F = 2500 m/s  
POS. TKNTR=913685  
DMAX = 12 KM  
HO = 425 m  
G1 = 0 • UB  
A2 = 150 m  
U2 = 0 • DB

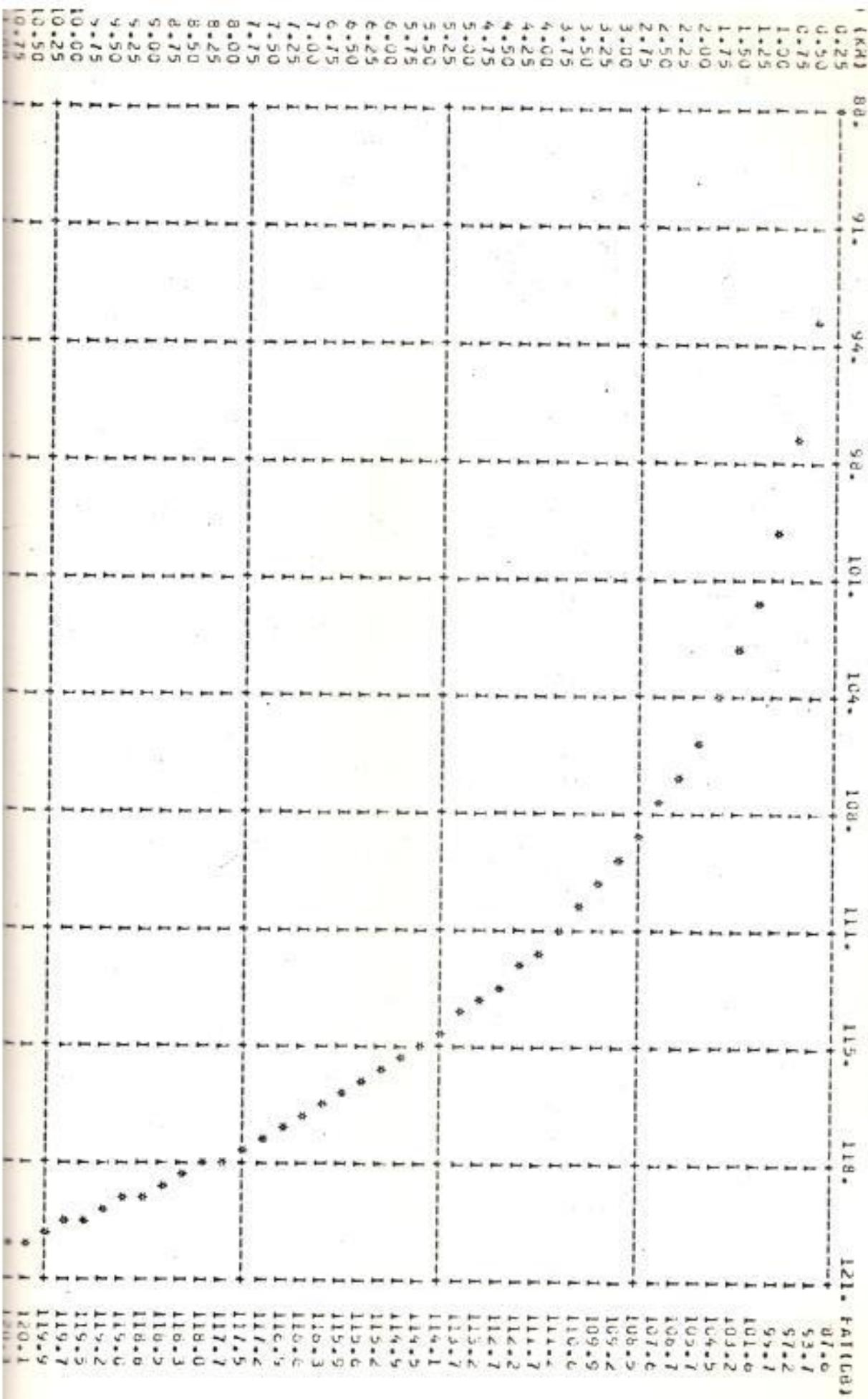
TRAJECTORIA A 90°. UROS REF. MAPA INC. NACIONAL CT-RV-B2,3587 1



$f = 2300 \cdot \mu\text{Hz}$   
 $\mu\text{S} = \text{TRATE}=943685$

DIAZ= 12 KM  
 H= 425 M  
 G1= 0, G0  
 G2= 0, D0

## TRAYECTORIA A 90° GRDS REF. MAPA IND. NACIONAL CT-RV-B2,3587 L



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La zona escogida para nuestro estudio corresponde al sector CERRO AZUL, provincia del Guayas, cuya referencia al mapa índice nacional es: HOJA CT-MV-82, 3587 I., con una extensión aproximada de 513 Km<sup>2</sup>.

Toda la zona fue subdividida en cuadrículas de 0.25 Km. por lado, tomándose la altura representativa para cada cuadrícula. La información se almacenó en un archivo de acceso directo.

El presente trabajo puede ser extendido hasta cubrir todo el territorio ecuatoriano, para lo cual es menester introducir en el archivo los datos correspondientes a la configuración topográfica del país entero.

Esta es una tarea laboriosa que debe efectuarse con mucha atención para evitar almacenar datos erróneos. Para cubrir todo el territorio nacional se requerirían más de 3.5 millones de datos.

Esto permitiría estudiar un sistema de comunicaciones línea en vista que una dos puntos cualesquiera en el Ecuador

dor.

El programa en si no requiriría modificaciones significativas, siendo necesario únicamente alterar el direccionamiento de los datos almacenados en el archivo.

Toda esta información almacenada en un archivo de computadora permitiría también desarrollar otros programas como uno de asignación computarizada de radio frecuencias, para mencionar un solo ejemplo.

#### Analizando la ecuación 2-7

$$FAT = FA + FAF - G1 - G2$$

que determina la atenuación total sufrida por una señal durante su propagación, podemos apreciar fácilmente que con el fin de disminuir FAT debemos tratar de reducir al mínimo los elementos FA y/o FAF y en la medida de lo posible tratar también de utilizar antenas de mayor ganancia.

Puesto que FA viene dada según la ecuación 1-11 por:

$$FA = 32.44 + 20 \log d + 20 \log F$$

las únicas maneras de minimizar este componente es reduciendo la distancia ( $d$ ) entre antenas y/o la frecuencia ( $F$ ) de portadora teniendo ambas alternativas sus limitaciones técnicas y económicas.

Por otra parte FAF es función de la variable  $C$  definida como:

$$C = CL/CL1$$

y conforme a la figura B-1 la única manera de disminuir FAF es aumentando el valor de  $C$ , lo cual se logra ya sea incrementando la luz ( $CL$ ) existente entre la trayectoria de la señal y cualquier obstáculo presente, y/o disminuyendo el valor de la luz ( $CL1$ ) requerida para que se dé la condición de la zona de Fresnel.

La manera más apropiada de aumentar el valor de  $CL$  es tratando de lograr una mayor altura para las antenas, seleccionando cuidadosamente el sitio de instalación de las mismas, en cambio para reducir el valor de  $CL1$  debemos acortar la distancia entre antenas y/o incrementar la frecuencia.

Tomando todas estas consideraciones en conjunto vemos que -

para disminuir el factor de atenuación (FAT) se recomienda acortar la distancia entre las antenas, pero esta medida tiene un limitante de carácter económico ya que a menor distancia entre antenas, mayor es el número de estaciones repetidoras requeridas.

La variable frecuencia ( $F$ ) no nos ofrece mucha libertad de bido a sus limitaciones ya que por una parte se recomienda disminuirla y por otra es conveniente aumentarla lo cual nos lleva a una situación de compromiso.

Por estas razones el trabajo esencial para minimizar el valor de FAT constituye en seleccionar cuidadosamente una serie de sitios donde ubicar las antenas del sistema de microondas, tal que cada salto satisfaga las condiciones de línea de vista. Durante este proceso de selección es necesario estudiar varias rutas posibles de la señal y finalmente escoger la más adecuada según las características de propagación, facilidad de instalación y mantenimiento y -factibilidad económica.

## BIBLIOGRAFIA

1. FEYNMAN, LEIGHTON y MATTHEW, *The Feynman Lectures on Physics, Mainly Electromagnetism and Matter, Volume II*, Edición bilingüe, FONDO EDUCATIVO INTERAMERICA - NO, Panamá, 1972.
2. FREEMAN, R., *Telecommunication System Engineering , Analog and Digital Network Design*, John Wiley & Sons, Inc., New York, 1980.
3. FUJITSU, *Manual de Diseño de Sistemas de Transmisión de Radio para Telefonía*.
4. HEWLETT PACKARD, *HP-11 C, Owner's Handbook and Problem-Solving Guide*, 1981.
5. JORDAN y BALMAIN, *Electromagnetic Waves and Radiating Systems*, Prentice-Hall, Inc., N.Y. 1968.
6. PANTER, P., *Communication Systems Design: Line-of-sight and Tropo-scatter Systems*, Mc Graw-Hill, Inc., 1972.
7. SEARS y ZEMANSKY, *Física General*, Aguilar, Madrid, 1971.

