

PROYECTO DE UNA RED RADICTELEFONICA MOVIL

AUTOR: TOMAS GONZALEZ DOMINGUEZ

LAS PALMAS DE G.C. OCTUBRE-81

## INDICE

CAPITULO I: CONSIDERACIONES GENERALES	PAG/1
CAPITULO II: PARAMETROS DETERMINANTES	PAG/ 4
CAPITULO III: CALCULO DE LA POTENCIA NECESARIA	PAG/ 21
CAPITULO IV: ASIGNACION DE FRECUENCIAS	PAG/26
CAPITULO V: EFECTO DE LA ESTRUCTURA METALICA SOPORTE	PAG/33
ANEXO A MEMORIA: CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS	PAG/40

### 1.1.- OBJETO DEL PROYECTO.-

Ante la necesidad de presentar en la Escuela Politecnica Universitaria de Las Palmas ,seccion Telecomunicaciones,un proyecto de fin de carrera y para que surta efecto a nivel docente, presentamos el Proyecto Para La Instalación De Una Red Radiotele fónica Móvil.

### 1.2.- ANTECEDENTES.-

Resulta evidente el notable incremento de turismo operado en nuestra isla en los últimos años dando lugar a la creación de numerosas empresas que orbitan en torno a este fenómeno en expansión.

Es por ello, que la empresa contratante,dedicada al transporte de turismo por carretera, pretende legalizar una red radiotele fónica móvil que le permita una mejor coordinación de los autobuses,asi como de los vehiculos de apoyo,inspección y reparación en ruta.

De este modo, se asegura el contacto directo con las oficinas aumentando la eficiencia en el movimiento de toda la flota.

### 1.3.- PETICIONARIO.-

La Empresa Canaria de Autoturismos S.L. y en su representación el director D.Manuel Morales Quintana.

### 1.4.-LEGALIDAD DE LA INSTALACION

Estos enlaces de tipo radiotelefónicos,entran de lleno en las instalaciones legalmente autorizadas y denominadas en la Administración como emisoras de tercera categoria,o sea enlaces radiotelefónicos privados.

Se pretende cubrir la ciudad de Las Palmas de G.C. ,asi como la ruta Este de la isla de Gran Canaria, hasta la Playa de Maspaloma con un radio medio de cobertura estimado en 24 Km.

Para ello ,la red constará de una estación Base , situada en las oficinas centrales de la empresa que asegura la cobertura de la ciudad hasta pasada la Potabilizadora de Jinamar.

Una estación Repetidora situada en la zona del Pozo de Las Nieves en las Cumbres de Gran Canaria. En configuración de doble cruzado. Quince estaciones móviles, de las cuales doce irán en autobuses y el resto en vehículos ligeros.

Cinco estaciones portátiles que facilitarán la localización de los inspectores.

#### 1.6.- REGLAMENTOS DE APLICACION

La confección del presente proyecto ha sido redactado de acuerdo con los documentos y publicaciones que a continuación se relacionan:

Reglamento de Radiocomunicaciones de la U.I.T.

C.C.I.R., XIII Asamblea Plenaria Ginebra 1974.

Volumen I: Utilización del espectro y comprobación técnica de las emisiones.

Volumen V: Propagación en medios no ionizados.

Volumen VIII: Servicios Móviles.

Igualmente han sido consultadas entre otras, las siguientes publicaciones:

Communication System Engineering de Donald h. Hamser

Recomendaciones de la C.T.N.E.

#### 1.7.- SITUACION GEOGRAFICA DE LA ESTACION BASE

Estará situada en las oficinas centrales calle:Tanausú nº 54

Las Palmas de G.C.

Las coordenadas geográficas del punto son:

Longitud: 11º 44' 05''

Latitud: 28º 08' 57''

Estará enclavada en la zona del Pozo de Las Nieves, de forma que cubra la carretera del Sur (de Las Palmas a Playa de Maspalomas) Las coordenadas geográficas del punto son:

Longitud: 11° 52' 35''                      Latitud: 27° 55' 30''

#### 1.9.-SERVICIO

El servicio a dar por este enlace radiotelefónico es eminentemente privado, en el sentido de no existir beneficios ni correspondencia pública a terceros.

Tan solo el personal de la empresa contratante del servicio lo utilizará para cursar el tráfico necesario.

#### 1.10.-CLASE DE EMISION

La emision es telefónica en modulación de frecuencias en modo simplex 16F3 con dos frecuencias.

#### 1.11.- FRECUENCIAS A EMPLEAR

Se solicitarán de la Dirección General de Correos y Telecomunicaciones en la banda media de 68a 87,5MHZ. atribuida a la Región Ipara los servicios Fijos y Móvil, salvo móvil aeronático, como está especificado en el Reglamento de C.C.I.R. Ginebra 1968. La asignación específica de frecuencias se hará posteriormente de acuerdo con las disponibilidades del espectro radioelectrico.

## 2.1.- BANDAS DE FRECUENCIA

La U.I.T. asigna a la Región I, en la que se encuentra Europa y Africa, los grupos de frecuencias recogidos en el cuadro I y destinados a ser utilizados por los sistemas de radiocomunicaciones móviles, en régimen compartido, excepción hecha del móvil aeronáutico.

## FRECUENCIAS (MHZ)

29,7-	47-	68-	74,8-	75,2-	87,5-
100-	108-	136-	137-	146-	174-
223-	328,6-	335,4-	400-	401-	430-
440-	470-	1350-	1400-	1427-	1535-
1660-	2700-				

## -----CUADRO nº 1-----

CUADRO I -A excepción de las sub-bandas 149,9-150,05MHZ y 399,9-400,05, atribuidas de modo exclusivo a la Radionavegación por Satélite y 2690-2700 MHZ.a la Radioastronomía.

Para simplificar, y siguiendo la notación del C.C.I.R. estos grupos de frecuencia quedarán reducidos en el presente cuadro II a las bandas que se recogen:

BANDA	FRECUENCIA (MHZ)
I	41 - 68
II	87,5 - 100
III	162 - 230
IV	470 - 582
V	582 - 960

## -----CUADRO nº 2-----

Cuadro II; Según notación obtenida de las Actas finales de la Conferencia Europea de Radiodifusión de ondas métricas y decimétricas, Estocolmo 1961.

El gobierno español distingue tres bandas fundamentales para este servicio en VHF: Banda Baja (29,5 - 50 Mhz) , Banda Media (68-87,5Mhz) Banda Alta ( 146 - 174 Mhz ) .

Dependiendo del tipo de zona a cubrir, de la orografía del terreno, del radio de acción requerido y de las interferencias, se elegirá en cada caso la banda de trabajo más adecuada.

Ya hemos indicado que trabajaremos en la banda de 68-87,5 MHz asignada a la Región I en la que nos encontramos, según establece el Reglamento de Radiocomunicaciones, pero teniendo en cuenta que dentro de ese espectro existe una sub-banda de 74,8-75,2 adjudicada a la radionavegación aeronáutica.

## 2.2.- POTENCIA

El parámetro potencia es la incógnita que se trata de determinar suponiendo conocido el resto.

Ahora bien, se estudiará la distribución de campo, en función de la distancia, de la comunicación en el sentido Estación de Base o Estación Repetidora a Estaciones Móviles, siendo totalmente válidas en sentido opuesto, en virtud de la ley de reciprocidad de Rayleigh-Carson.

A tal fin, se utilizarán las curvas del plano nº 4 según el Inf. 567 C.C.I.R., Ginebra 1974, que expresa la intensidad de campo dB/1Mv/m. para 1Kw. de potencia radiada aparente, para frecuencias comprendidas en la banda III, y para un 50% de tiempos y ubicaciones.

Entendiéndose por potencia radiada aparente (P.R.A.) la potencia suministrada a la antena multiplicada por la Ganancia Relativa de la antena, en una dirección dada, y considerándose así mismo la altura del transmisor ( $h_1$ ), como la altura de la antena sobre el nivel medio del terreno, entre las distancias de 3 y 15 km. a partir del punto de ubicación de la misma. Tomaremos tantos puntos de azimuts como sean necesarios, a fin de aproximarnos lo más posible al valor medio real de la altitud del terreno en la corona circular de radios  $r_1=3\text{Km.}$  y  $r_2=15\text{Km.}$

La altura del receptor móvil ( $h_2$ ), se tomará como la altura sobre el terreno local, que para la banda mencionada suele aceptarse el valor de 3m. de acuerdo con el Inf.567 C.C.I.R., Ginebra 1974.

El campo E así hallado a una distancia  $d$  del transmisor, es el que proporcionaría cuando la potencia radiada aparente fuera de 1Kw.

Para una P.R.A. cualquiera,  $P_t$  (expresada en vatios), en el mismo punto se obtendría otro campo de valor  $E_1$

La relación que liga estos dos valores es la siguiente

$$P_t/10^3 = (E_1/E)^2$$

de donde:


$$10 \log. P_t = 10 \log. 10^3 + 20 \log. E_1 - 20 \log. E$$

$$P_t(\text{dBw}) = 30 + E_1(\text{dB}) - E(\text{dB})$$

Para las bandas I y II, tanto en zona rural como en zona urbana pueden utilizarse las curvas del plano nº 4 sin más que introducir la corrección pertinente cuyo valor se da de 2dB (9dB-7dB)

En la banda III y solo cuando se trate de zonas urbanas, que es nuestro caso, tendrá por valor 4dB (11dB-7dB=4dB). Ver CUADRO nº 5 y a dicha corrección se le denominará por la letra A.

### 2.3. SENSIBILIDAD DE LOS RECEPTORES

Según la recomendación 331-3 del C.C.I.R. se defina la sensibilidad de un receptor como su aptitud para recibir señales débiles y para reproducirlas con intensidad utilizable y una calidad aceptable, pero para valorar la calidad de las señales de salida puede ser necesario, en muchos casos, considerar el equipo receptor en su conjunto, incluidos los aparatos que permiten la audición 

Entendiéndose asimismo la sensibilidad máxima utilizable como el mayor de los niveles mínimos de la señal de entrada (expresado en f.e. m. de la onda portadora) que ha de aplicarse a la entrada del receptor, en serie con una impedancia determinada (antena ficticia) para obtener a la salida el nivel de la señal



y la relación señal ruido necesarios en regimen normal, con la onda portadora modulada en regimen normal.

Pudiendo definirse también para la clase de emisión F3 como el nivel mínimo de la señal aplicada, en serie con la impedancia de la fuente especificada (antena ficticia), a la entrada del receptor, para obtener a la salida un valor determinado de la relación señal/ruido + distorsión/ruido + distorsión. El valor ruido + distorsión en presencia de la modulación deseada, se mide eliminando, mediante un filtro, el nivel de la señal de salida debido a esa modulación. Esta forma de dar la señal mínima (sensibilidad) se conoce como SINAD.

La sensibilidad de un receptor es función de los siguientes parámetros que dependen del servicio a que se destinen:

- Nivel de salida necesario.
- Anchura de banda global necesaria para la señal.
- Relación señal/ruido necesaria a la salida.
- Parámetros intrínsecos del receptor.
- Nivel de ruido interno.
- Anchura de banda global de ruido, que no es necesariamente idéntica a la banda ocupada por la señal.

De lo anteriormente expuesto se desprende, que la sensibilidad ofrece un índice de medida en la calidad de un receptor.

Según el informe 358-2 C.C.I.R. Ginebra 1974, se considerará un receptor de sensibilidad media de 0,7Mv., para una  $S+R+D/R+D=12\text{dB}$ .

Para una sensibilidad S distinta de la mencionada, en ausencia de ruido y trayectos múltiples se corregirá con:

$$B=20\log.S/0,7$$

## 2.4. INTERFERENCIAS.-

Se entiende por este concepto todo efecto causado por una o varias emisiones, radiaciones, inducciones o sus combinaciones, en un sistema de radiocomunicaciones que se manifiesta como degradación, falseamiento o pérdida de la información que se obtendría en ausencia de la energía no deseada. (Inf. 529 C.C.I.R., Ginebra 1974).

En este sentido se define la relación de protección como el valor de la relación de señal deseada de radiofrecuencia/interferencia de radiofrecuencia que corresponde a una calidad de recepción aceptable. Esta relación puede tomar distintos valores según el tipo de servicio que se desee.

Puede utilizarse un concepto alternativo de relación de protección señal/interferencia basado en medidas eléctricas, empleando señales de prueba convenientes, de la degradación en la relación señal ruido de la señal de prueba deseada, cuando a esta se le superpone en el mismo canal una señal interferente.

Se toma como referencia la degradación de una señal /ruido inicial de 20dB a una relación de señal/ruido más interferencia de 14dB. Se considera que el valor de la degradación mencionada representa el valor mínimo aceptable de la calidad del servicio. Aunque estas relaciones de protección pueden depender de las características de la banda de paso de los receptores, de la diferencia de frecuencias entre las señales deseadas e interferentes de los canales comunes, de la desviación de frecuencia, etc., las relaciones de protección que se indican en el cuadro III constituyen valores aproximados que pueden utilizarse para el estudio de redes móviles con una calidad mínima tolerable.

Si fuera necesaria una mayor calidad en el servicio, conveniría tomar valores mayores para la relación de protección (Inf. 358-2C.C.I.R., Ginebra 1974).-

En la práctica la asignación de frecuencias, para redes móviles, deberá realizarse de forma tal que se supere por amplio margen los valores del cuadro III.

En caso contrario se considerarán las protecciones a efectos de elegir un emplazamiento lo suficientemente alejado de la fuente de interferencias o bien corregir adecuadamente el valor de la señal deseada/ señal interferente.

En el supuesto de tratarse de sistemas integrados en planes reticulares, la distancia mínima de separación de estaciones dotadas de un mismo juego de frecuencias vendría impuesta por las relaciones de protección del cuadro III. (nº 3)

EMISION DESEADA	EMISION INTERFERENTE	RELAC/PROTECCION DE RF
Banda ancha F3	Banda ancha F3	8dB
" angosta F3	" angosta F3	8dB
" ancha F3	A3	8dB
A3	" ancha F3	8-17dB
" angosta F3	A3	10dB
A3	" angosta F3	8-17dB
A3	A3	17dB

Los sistemas F3 de banda ancha utilizan normalmente desviaciones de frecuencia con valores máximos comprendidos entre  $\pm 12$ KHZ y 15 KHZ

Los sistemas F3 de banda angosta que consideramos, utilizan desviaciones de frecuencia de  $\pm 5$ KHZ.

### 2.5. RADIO DE COBERTURA

En general podemos afirmar que el alcance disminuye al aumentar la frecuencia pero aumenta la penetrabilidad. En nuestro proyecto se ha supuesto el radio de cobertura como parámetro impuesto al sistema y tomaremos una distancia generica d.

### 2.6. OROGRAFIA DEL TERRENO/

Siguiendo la recomendación 370-2 del C.C.I.R. ,Ginebra 1974, para

definir el grado de irregularidades del terreno se utilizará el parámetro Ah, que es la diferencia entre las alturas del terreno excedidas en un 10% y un 90% del trayecto de propagación entre 10 y 50 Km. de distancia del transmisor.

Segun el plano nº6.

Si efectuamos durante un largo periodo de tiempo registros en gran número de puntos, la distribución en el tiempo de los valores medianos correspondientes a cada uno de esos puntos seria la indicada en el plano nº7 para la propagación de ondas métricas por un terreno ondulado típico de  $Ah=50m$ .

Se admite que el intervalo de variación de esta distribución en función de las ubicaciones, es decir de la pendiente de la curva de distribución, es independiente del grado de irregularidades del terreno en lo que a ondas métricas respecta.

Además del aumento del intervalo de variación en función de las irregularidades del terreno, hay que señalar que las intensidades de campo medias recibidas son tanto menores cuanto más accidentado es el terreno, es decir, cuanto mayor es el Ah y cuanto mayor es la frecuencia.

De cuanto precede se entiende que el factor de corrección de la atenuación debe deducirse de la intensidad de campo para el valor requerido de Ah (Inf. 239-2 C.C.I.R., Ginebra 1974).-

En consecuencia, dependiendo del tipo de terreno y banda de frecuencia en que se desarrolla la comunicación será necesario introducir la corrección mencionada de acuerdo con el plano nº8.

Según el tipo de terreno y en base al informe antes mencionado, podemos considerar a titulo orientativo el siguiente cuadro:

TERRENO :	LLANO	Ah(m) :	10
	ONDULADO		50
	MONTAÑOSO		200

-----CUADRO nº 4-----

## 2.7.-ALTURA DE LA ANTENA DE LAS ESTACIONES MOVILES.-.

En los servicios de radiodifusión se considera que las antenas receptoras poseen una altura del orden de 10m por encima del suelo pero en el servicio móvil terrestre, la antena se halla generalmente a unos 3m., o menos, reduciéndose en consecuencia la intensidad de campo.

Los valores de pérdida que cabe esperar cuando la altura de la antena de recepción pasa de 10m. a 3m. sobre el nivel del suelo se indican a continuación;

Bandas I y II : Los valores medianos de la pérdida son de 9 a 10 dB en terrenos ondulados o llanos, tanto en las zonas rurales como en las urbanas.

Banda III: Los valores medianos de la pérdida de altura son de 7dB en terrenos llanos y de 4 a 6 dB en las zonas urbanas u onduladas.

Bandas IV y V : En estas bandas, los valores medianos de la pérdida dependen mucho del momento de irregularidades del terreno. La mediana es de 6 a 7dB en las zonas suburbanas y de 4 a 5 dB en las regiones donde abundan los edificios elevados.

El verdadero valor de la pérdida de altura puede diferir varios decibelios del valor mediano, debiendo introducirse el factor de corrección real siguiente:

-----CUADRO nº 5-----

Zona rural (dB)	Banda I , II	III	IV, V
-----	9	7	14
Zona urbana (dB-)	9	11	14

La pérdida de altura al pasar de 3 a 1,5 m. es de 3dB en zonas urbanas para ondas decimétricas.

Como regla general, la pérdida que debe esperarse al pasar de una antena situada a 1m. sobre el nivel del suelo a otra a 1'm., en un punto no distante del transmisor de 50km. es:

$$20 \log. L/L' \quad L > L'$$

El factor de despolarización se define por la relación entre la amplitud de la componente de polarización ortogonal, debida a algún mecanismo de propagación, y la amplitud de la onda plana inicial polarizada. Para los sistemas móviles terrestres, puede ser algunas veces más conveniente considerar el factor de discriminación de polarización obtenido con una antena en condiciones de trabajo. Ese factor se expresa normalmente en decibelios y, en la práctica, es de signo opuesto, aunque numéricamente igual, al factor de despolarización, a condición de que este no sea demasiado pequeño. El factor de despolarización obedece a una distribución log-normal con una desviación típica que depende de la frecuencia. En la gama de frecuencias de 30-1000MHZ., el valor medio de la diferencia entre los valores del 10% y 90% es de unos 15dB. Observándose solo una ligera diferencia entre el caso de polarización inicial vertical y el de polarización inicial horizontal. (Inf. 567, C.C.I.R. Ginebra 1974)

Al existir una diferencia de 15dB entre la amplitud de la componente útil y la componente ortogonal, es obvio que la potencia perdida por este fenómeno puede considerarse despreciable a efectos de cálculo.

## 2.9.-CALIDAD.-

Se define la calidad de una comunicación, como el % de tiempo en el que se rebasa la intensidad de campo mínima utilizable para una ubicación determinada. Por la índole del servicio que estamos considerando, es necesario introducir el concepto de característica de zona, entendiéndose por tal el porcentaje de emplazamientos de recepción en los cuales puede obtenerse la calidad propuesta o una mejora para una cobertura dada. Según el Inf. 358-2 C.C.I.R. Ginebra 1974, se establece que para un servicio de calidad normal será suficiente con rebasar dicho valor en el 90% del tiempo y para una alta calidad el 99% del tiempo.

la intensidad de campo, según las ubicaciones y el tiempo. Esas variaciones pueden representarse por una distribución log-normal, para la que es apropiada una desviación tipo de 8dB en ondas métricas y de 10 dB en ondas decimétricas, para irregularidades del terreno de 50m.

Para pasar del 50% de ubicaciones y tiempo, a otros porcentajes cualesquiera de  $u\%$  y  $t\%$  habrá que hacer uso de las gráficas del plan nº 7.

### 3.10.-INTENSIDAD DE CAMPO MINIMA UTILIZABLE,DEGRADACION.-

Una medida adecuada del umbral de calidad de funcionamiento para receptores de banda estrecha la constituye el valor de la relación  $S+R+D/R+D=12dB$ .

Este valor define la intensidad de campo mínima utilizable para cualquier instalación, en ausencia de ruido industrial y de propagación por trayectos múltiples. Siendo la expresión:

$$E' \text{ (dB 1Mv/m) } = M + 20 \log S + 20 \log f$$

M= parámetro dependiente del tipo, de antena

E'=intensidad de campo mínima utilizable

f= frecuencia del canal en MHZ.

Con la sensibilidad de los receptores normales, una señal de entrada de f.e.m. de 0,7 Mv (suponiendo la impedancia de entrada del receptor sea de 50 ohms.) dará lugar a que se cumpla a la salida el valor de la relación  $S + R + D/R + D$  antes mencionado (INF. 358-2 C.C.I.R. )

Adoptando el campo mínimo utilizable, la forma:

$$E' \text{ (dB 1Mv/m) } = -41 + 20 \log f$$

para antenas de media longitud de onda.

Vamos a deducir la expresión de E:

Partiendo de la conocida fórmula de

$$Pr = Ae \cdot \frac{E^2}{120R}$$

donde:

Pr= potencia a la entrada del receptor

Ae=área efectiva de la antena = G.  $\frac{\lambda^2}{4\pi}$

G= ganancia de la antena respecto al radiador isotrópico

$\lambda$ = longitud de onda de la portadora

Suponiendo un acoplo perfecto entre antena y receptor tendremos:

$$Pr = 1/2 \cdot \frac{S^2}{Z} \text{ Mv.}$$

S= sensibilidad del receptor, en Mv.

Z= impedancia de entrada del receptor, en ohmios.

Luego puede escribirse:

$$1/2 \cdot \frac{S^2}{Z} = G \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} \cdot \frac{E^2}{120R}$$

de donde:

$$E = \frac{S}{3} \sqrt{\frac{120}{Z \cdot G}} \cdot \pi \cdot 10^{-2} \cdot f \text{ Mv/m}$$

$$E' (\text{ dB } 1\text{Mv/m} ) = 20 \log \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{120}{Z \cdot G}} \cdot 10^{-2} + 20 \log S + 20 \log f$$

Siendo por tanto el parámetro M:

$$M = 20 \log \frac{\pi}{3} \sqrt{\frac{120}{Z \cdot G}} \cdot 10^{-2}$$

f=frecuencia del canal en MHZ, que para el caso de receptores

con antenas en  $\lambda/2$ , y S=0,7 Mv y Z= 50

G= 1,64

$$E = 0,7 / 3 \sqrt{\frac{120}{50 \cdot 1,64}} \cdot \pi \cdot 10^{-2} \cdot f$$

$$E' (\text{dB } 1\text{Mv/m} ) = -41 + 20 \log f.$$



Todo sistema expuesto a los efectos del ruido industrial y propagación por trayectos múltiples sufre una degradación en su calidad normal de funcionamiento.

Se define dicha degradación, como el incremento necesario de la señal de entrada deseada para restablecer un grado de calidad de recepción impuesto únicamente por los efectos del ruido interno del receptor.

Grado	Efecto de las interferencias
5	Casi nulo
4	Perceptible
3	Molesto
2	Muy molesto
1	Apenas se apercibe la señal.

Los grados 5,4,3,2, ofrecen una conversacion comprensible, aunque con creciente esfuerzo a medida que disminuye la calidad.

Dada la naturaleza y fines que cumplen los sistemas radiotelefónicas móviles terrestres, seria suficiente con adoptar un grado de calidad 3, a efectos de una mayor seguridad se toma el 4 como calidad normal. En consecuencia para mantener un determinado grado de calidad de servicio, en presencia de ruido industrial y de propagación por trayectos múltiples, será preciso aumentar el nivel de la intensidad de campo de la señal deseada.

Al valor resultante de considerar la intensidad de campo mínima utilizable y el efecto de la degradación se la denominará intensidad de campo mediana mínima necesaria, siendo este valor  $E_1$ .

Considerando que la sensibilidad del receptor influye en el valor del campo mínimo utilizable asi como en el valor de la degradación podemos escribir :

$$E_1(\text{dB } 1\text{Mv/m}) = M + (20 \log 0,7 + 20 \log \frac{S}{0,7}) + 20 \log f + (d - 20 \log \frac{S}{0,7})$$

Que simplificando queda:

$$E_1(\text{dB } 1\text{Mv/m}) = M + 20 \log 0,7 + 20 \log f + d$$

que para receptores dotados de antena de  $\lambda/2$  resulta ser:

$$E_1(\text{dB } 1\text{Mv/m}) = -41 + \log f + d$$

d=degradación dB.

En el plano nº 10 se dan las curvas del factor de degradación para estaciones móviles (grado 4) en sistemas que trabajan en frecuencias comprendidas entre 30 y 1000 MHz.

En lo anteriormente expuesto se ha considerado despreciable el efecto del ruido interno del receptor frente al efecto de la degradación por ruido industrial y trayecto múltiples.

### 3.10.1 - ESTACIONES DE BASE.-

Todo receptor de Estación de base se encuentra afectado por perturbaciones procedentes de las fuentes de ruido que le rodean. En consecuencia, y para poder evaluar la disminución de la calidad en su funcionamiento, se tomará la siguiente clasificación de dichas fuentes:

- a) Lugares con alto nivel de ruido: Densidad de tráfico correspondiente a 100 vehículos / Km<sup>2</sup> en un instante determinado.
- b) Lugares con nivel medio de ruido: Densidad de tráfico correspondiente a 10 vehículos / Km<sup>2</sup> en un instante determinado.
- c) Lugares con bajo nivel de ruido: Densidad de tráfico correspondiente a 1 vehículo / Km<sup>2</sup> en un instante determinado.
- d) Fuentes de ruido concentrado: Ruidos radiado por fuentes independientes o desde fuentes múltiples próximas, normalmente situadas en un radio de 500 m de la antena receptora.

Respecto a los tres primeros casos el ruido existente en una Estación de Base ubicada a nivel del suelo, se recogen en las curvas del plano nº11, representando los dB/Mhz de ruido para los posibles tipos de zona en que puede encontrarse.

La amplitud A (dB /1Mv/Mhz) de los impulsos de ruido con un régimen de 10 por segundo viene dada por la siguiente expresión:

$$A=C + 10 \log V - 28 \log f$$

donde:

C= constante =106 dB (1Mv/Mhz)

V= densidad de tráfico en vehiculos / Km.

f= frecuencia del canal en Mhz.

A este valor hay que aplicarle la oportuna corrección en cuanto que la antena receptora no se encuentra ubicada generalmente a nivel de suelo.

Dicha corrección no es otra que la pérdida de transmisión de referencia o pérdida por espacio libre, cuya expresión general es:

$$L=32,45 + 20 \log f + 20 \log h$$

siendo:

L= pérdida de transmisión por referencia, en dB.

f= frecuencia del canal, en Mhz.

h= altura de la antena sobre el nivel del suelo en Km.

(Inf.358-2 y 566, C.C.I.R., Ginebra 1974)

De las ecuaciones expuestas se deduce que la amplitud de ruido que llegará a alcanzar la antena tendrá por valor:

$$A'=73,55 + 48 \log f + 10 \log V + 20 \log h .$$

que en cada caso concreto habrá que calcular en función de los parámetros indicados y del ancho de banda B de la emisión/.

Referente al cuarto caso, debe obtenerse por evitar instalar estaciones en un radio menor al indicado. No obstante en el Documento 8/61-S del C.C.I.R. se recoge información sobre la degradación producida por el encendido del vehiculo y por propagación por trayectos múltiples, en una estación ubicada a 23,5m. de una vía

### 3.10.2.- ESTACIONES MOVILES (SOBRE VEHICULOS)

Según el plano nº 10 podemos determinar la degradación combinada del ruido industrial y de la propagación por trayectos múltiples en vehículos en movimiento .

Las distintas condiciones son específicamente las de un vehículo que se desplaza en una zona de poco ruido, rodeado de otros vehículos o que está parado y rodeado de otros vehículos parados o en movimiento.

Por lo general deberá considerarse el supuesto de vehículo en movimiento en zona de mucho ruido ( áreas urbanas de alta densidad de tráfico), habida cuenta que los puntos donde pueda darse la circunstancia de vehículo parado en zona de mucho ruido se encuentran a distancias inferiores al límite de cobertura d, poseyendo en consecuencia un nivel de campo superior al considerado como mínimo en el cálculo.

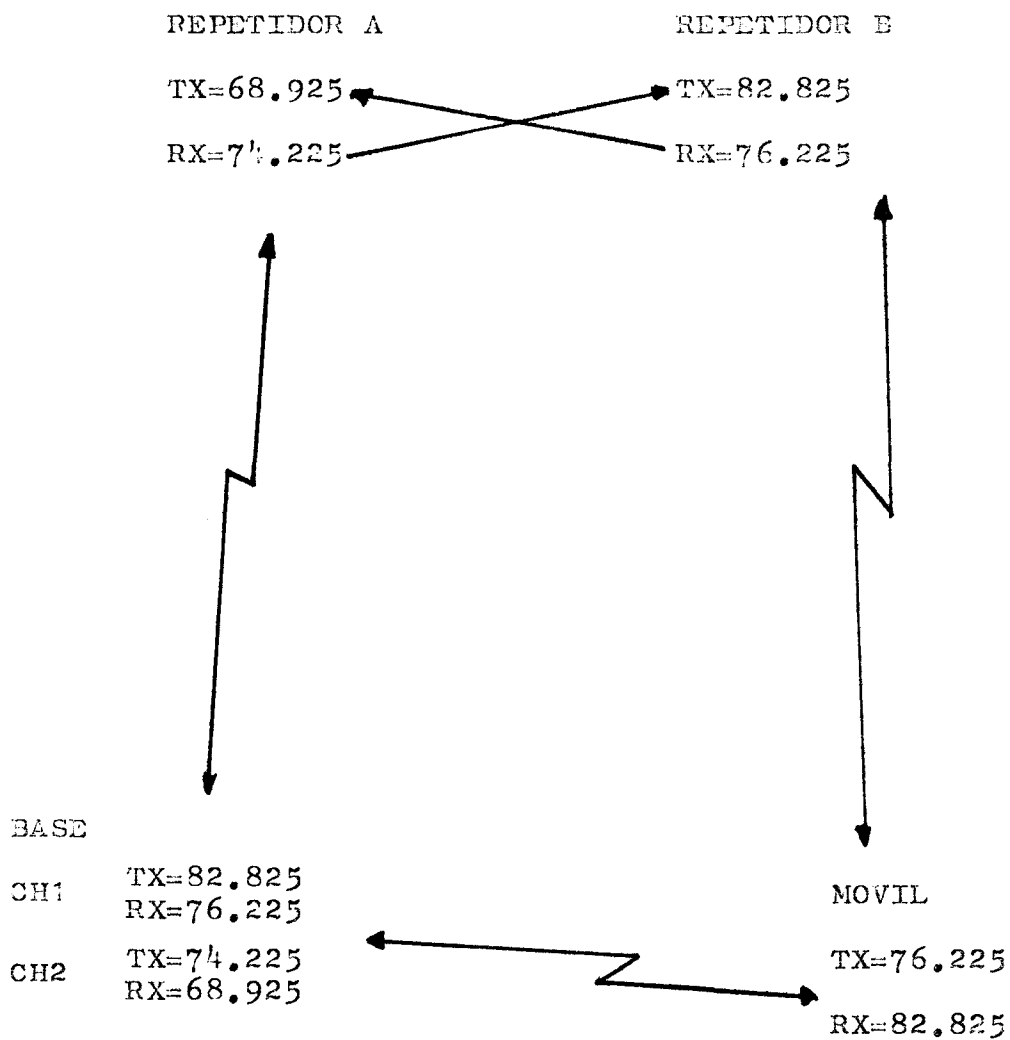
### 3.10.3.- ESTACIONES PORTATILES (TRANSPORTABLES )

A este tipo de estaciones es aplicable todo lo expuesto para las Estaciones Móviles.

### 3.10.4.-ESTACIO REPETIDORA.

Las consideraciones de calculo son análogas a las de la estación Base. Se ha optado por una configuración de los repetidores en doble cruzado, utilizando cuatro frecuencias, con lo que conseguimos evitar si se desea , que los móviles se puedan oír entre ellos y comunicarse,, según se detalla en el siguiente apartado.

## DIAGRAMA DE BLOQUES DE LA RED DE COMUNICACIONES



### 3.11.-CONFIGURACION DEFINITIVA DE LA RED.-

La red estará formada por una estación Base, con posibilidad de dos canales, CH 1 y CH 2, el primero hará posible la comunicación directamente entre la Base y los móviles en el ámbito de la ciudad de Las Palmas de G.C., siendo posible la intercomunicación de los móviles en la ciudad; sin embargo, fuera de la capital la comunicación se hará por medio de la estación repetidora, que a su vez enlazará con el CH2 de la base, que posee un circuito detector que abre el squelch del receptor de la base cuando capta una de las dos frecuencias de recepción, la del CH1 o la del CH2. Con esta segunda opción no es posible la intercomunicación de los móviles fuera de la capital/Esto es así por expreso deseo del contratante del servicio, pues argumenta que cuando la flota se desplaza en corto por la ciudad, puede resultar necesario pasarse comunicados entre ellos, sin necesidad de pasar por la Base, aunque esta está a la escucha y puede intervenir. En el supuesto de trayectos largos donde se realizan excursiones con turistas y el vehículo está exclusivamente dedicado a ese servicio, no interesa que se perturbe la comodidad del cliente oyendo constantemente mensajes que no afectan al vehículo en cuestión. Sólo se hará la comunicación con la Base si es realmente necesario, por avería por ejemplo, o por que la Base tenga que pasar un mensaje de particular interés, al conductor o algún pasajero.

En este sistema, cuando la base desee comunicarse con un vehículo fuera del radio de la capital pasará al canal CH2 en transmisión, y sabrá que debe comunicarse por ese canal cuando reciba una señal en el receptor puesto que un led le indicará por que canal ha recibido el mensaje, si por el canal CH1 o por el canal CH2.

El factor de potencia que se trata de determinar es el valor que debe de proporcionar la última de etapa del equipo transmisor antes de atacar al cable de alimentación de antena.

Por otro lado ,al ser imperativo que en los sistemas radioteléfónicos móviles terrestres la comunicación posea caracter bidireccional, y dado que la calidad está expuesta a sufrir alteraciones por diversas causas y de diferentes formas según el sentido de la misma y tipo de estación (Base, Móvil o Portátil )de que se trate será preciso el cálculo de la potencia necesaria en cada uno de los extremos del circuito.

De todo lo expuesto se deduce,que los parámetros fundamentales del sistema se encuentran ligados por la siguiente expresión:

$$P_t \text{ (dBw)} = 30 + E - (E' + B + C + A + F + H + J) + D + L - G.$$

$$P_t \text{ (w)} = \text{antilog.} \frac{P_t \text{ (dBw)}}{10}$$

Siendo :

$P_t$  = potencia del transmisor, en vatios.

$E'$  = señal mínima necesaria en el umbral de la cobertura deseada en dB/ 1Mv /m.

$E$  = campo existente en la cobertura, umbral, deseada proporcionado por un transmisor de P.R.A. 1kw., expresado en dB/ 1Mv/m.

$A$  = corrección para aplicar a las curvas del plano nº4 para las bandas I y II en zonas rurales y urbanas.

$B$  = corrección por sensibilidad del receptor, en ausencia de degradación ,en dB.

$C$  = corrección por grado de irregularidad del terreno, en dB.

$D$  = corrección por altura de antena del móvil, en dB.

$F$  = corrección por efecto de vegetación.

$H$  = corrección en función del % de ubicaciones en dB.

$J$  = corrección en función del % de tiempos en dB.

$G = G_t + G_r$

$G_t$  = ganancia relativa de la antena transmisora, respecto a un dipolo

en media longitud de onda, en dB.

$G_r$ =ganancia relativa de la antena receptora, respecto a un dipolo en media longitud de onda, en dB.

$L = L_t + L_r$

$L_t$ =pérdidas en línea de alimentación, cavidades, filtros, etc. de la antena transmisora, en dB.

$L_r$ =pérdidas en la línea de alimentación, cavidades, filtros, etc. de la antena receptora, en dB.

El primer factor a calcular para asegurar el perfecto funcionamiento del sistema que se proyecta, es determinar la señal de entrada del receptor, en el punto considerado y a la distancia  $D$ , que proporcionará la relación señal/ruido prefijada para mantener la calidad requerida a la salida del receptor.

El procedimiento a seguir consiste en primer lugar, en determinar el nivel de ruido a considerar para la frecuencia de trabajo elegida y según el ancho de banda del receptor.-

Ahora bien de los múltiples ruidos (atmosféricos, industrial, cósmico, técnico, etc.) que pueden afectar a un receptor, el único predominante en la banda de los servicios móviles que nos ocupa, es el industrial, siendo la magnitud de los restantes despreciable.

La ITTC en "Datos de referencia para ingenieros de Radio "Oslo 1966, facilita con los valores típicos de las diferentes clases de ruido a las distintas frecuencias, medidas en intensidades de campo para un receptor de 10 KHz de ancho de banda.-

Suministra además, otra curva de factor de multiplicación a emplear para hallar el ruido con anchos de banda superiores.

Basándonos en estas curvas y tomando como referencia la frecuencia central de la banda 75 Mhz. obtenemos:

<u>Ancho de banda</u>	<u>factor de multiplicación</u>	<u>Nivel de ruido urbano</u>
10 KHz.	1	10 Mv/m=20dB/1Mv/m
16 KHz.	1,6	16 Mv/m=24dB/1Mv/m.



Se obtiene pues que para receptores de ancho de banda igual a 16 KHz el nivel de ruido puede estimarse en 24 dB/1Mv/m.

En efecto el ancho de banda del receptor viene dado por la fórmula:

$B_n = 2M + 2DK$  donde  $k=1$  y por tratarse de banda angosta tenemos

$M = 3000$  Hz, frecuencia máxima de modulación

$D = 5000$  Hz, desviación de frecuencia.

$$B_n = 2 \cdot 3000 + 2 \cdot 5000 \cdot 1 = 6000 + 10.000 = 16 \text{ KHz.}$$

Es evidente que la señal que llegue a la antena procedente del transmisor deberá ser superior a ese ruido ambiente para vencer esta barrera y producir a la salida del receptor una señal adecuada.

El valor que la portadora ha de estar por encima del ruido ambiente es denominada "protección", se expresa en dB y depende de la frecuencia.-

Según la tabla II del informe 358 del C.C.I.R. en nuestro caso esta protección debe ser 14dB por encima de 1Mv /m.

Por consiguiente ,la sensibilidad mínima o señal mínima necesaria:

$$E = 24 \text{ dB} + 14 \text{ dB} = 38 \text{ dB.}$$

Para calcular la potencia requerida por los equipos nos basaremos en la Recomendación 370-1 del C.C.I.R.-

El procedimiento es el siguiente:

a) Con la ayuda del plano nº4 de la citada Recomendación se calcula la intensidad del campo en dB/1Mv/m. para un Kw. de P.R.A., antena dipolo en media longitud de onda, 50% de calidad y con una antena receptora de 10m de altura.- Los parámetros de las curvas son la distancia D y la altura h1 de la antena de alestación Base y que en nuestro caso es:

$$D = 24 \text{ Km.} \quad h_1 = 15 \text{ m.} \quad / \quad P_t = 1000 \text{ w.} \quad E' = 20 \text{ dB./1Mv/m.}$$

Este valor encontrado para E' de 20 dB/1Mv/m. lo extraemos del plano nº4.

b) Como lo que conocemos es la señal mínima necesaria E' y lo que deseamos es la P.R.A. equivalente en el transmisor P<sub>t</sub> en las mismas condiciones anteriores y teniendo en cuenta que:

$$P_r = -\frac{P_t}{4\pi D^2}$$

$$P_r = -\frac{E^2}{Z_0} = -\frac{E^2}{120\pi}$$

Sustituyendo  $P_t = P_r \cdot 4\pi D^2$

$$P_t = -\frac{E^2}{120\pi} \cdot 4\pi D^2 = -\frac{E^2}{30} D^2$$

Despejando E en la última expresión hallada nos queda:

$$E = \sqrt{\frac{30 P_t}{D}} \text{ v/m ; Esta relación también se cumple para } P_t' \text{ y } E'$$

$$E' = \sqrt{\frac{30 P_t'}{D}} \text{ v/m ;}$$

Relacionando estas dos últimas expresiones obtenemos:

$$\frac{E}{E'} = \sqrt{\frac{30 P_t / D}{30 P_t' / D}} = \sqrt{\frac{P_t}{P_t'}}$$

$$\text{Luego despejando } P_t, \quad P_t = P_t' \left( \frac{E}{E'} \right)^2 ; \quad P_t = 1000 \left( \frac{E}{E'} \right)^2$$

Aplicando logaritmos a esta expresión :

$$P_t \text{ (dBw)} = 30 + E \text{ (dB)} - E' \text{ (dB)} ;$$

Considerando las distintas correcciones a efectuar a E' tendremos:

$$A = 2 \text{ dB}$$

$$B = 20 \log S/0,7 = 20 \log 0,5 / 0,7 = 3 \text{ dB}$$

$$C = 0 \text{ dB de acuerdo con un } A_h = 50 \text{ m. y } D = 24 \text{ Km.}$$

$$D = 7 \text{ dB de acuerdo con el cuadro V}$$

$$F = 0 \text{ dB por no considerar efectos de vegetación y de boscosidad.}$$

$$H = 18 \text{ dB para corrección del \% de ubicaciones}$$

$$J = 18 \text{ dB para corrección del \% de tiempos}$$

$$Pt(\text{dBw}) = 30 + 38 - (20 + 3 + 0 + 2 + 0 + 18 + 18) + 7 + L - G.$$

$$Pt(\text{dBw}) = 30 + 38 + 61 + 7 + L - G.$$

$$Pt(\text{dBw}) = 68 - 61 + 7 + L - G.$$

$$Pt(\text{dBw}) = 14 + L - G.$$

Luego tenemos que  $Pt(\text{dBw}) = 14 \text{ dBw}$ .

c) Como quiera que la potencia P.R.A. calculada anteriormente es igual a la potencia de salida del equipo  $Peq.$  menos las pérdidas en la línea  $L$ , más la ganancia de la antena  $G_0$ , o sea:

$$Pt = Peq. - L + G_0$$

En nuestro caso debido a que las líneas de transmisión es corta supondremos que las pérdidas son bajas;

$$L = L_t + L_r$$

$$L_t = 1\text{dB} \quad \text{y} \quad L_r = 1\text{dB} \quad \quad L = 1\text{dB} + 1\text{dB} = 2\text{dB}$$

Encuanto ala ganancia y dado que el cálculo de  $E'$  se hizo suponiendo una antena dipolo cuya ganancia con relación a la antena isotrópica, que es la que se emplea, es la siguiente:

$$G_0 = 1,64 \times G \quad \text{equivalente a} \quad G_0 (\text{dB}) = 10 \log 1,64 + G (\text{dB})$$

$$\text{quedando entonces} \quad G_0(\text{dB}) = 2,14 + G (\text{dB})$$

Según las características de la antena elegida:

$$G = 0\text{dB} \quad \text{y} \quad G_0 = 2,14 \text{ dB}$$

d) Resumiendo los cálculos anteriores y poniendo todos los parámetros en una única ecuación nos resulta :

$$Pt = Peq. - L + G_0 \quad \text{despejando} \quad Peq. = Pt + L - G_0$$

$$Peq. = 14 \text{ dBw} + 2\text{DB} - 2,14 \text{ dB} = 13,86 \text{ dBw.}$$

Lo cual equivale a  $Peq. (w) = \text{antilog. } Peq.(\text{dBw}) / 10 = 24,32 \text{ w.}$

Se han elegido equipos de 25w. según lo deducido del cálculo.

Atendiendo a las disponibilidades del espectro radioelectrico asignado a la Región I, y en concreto a la banda media que cubre de 68-87,5 mhz, solicitaremos de la Dirección General de Correos y Telecomunicaciones (Sección de Contratación y Autorizaciones) las siguientes frecuencias:

Frecuencia de transmisión del Repetidor A=	68.925 Mhz
" recepción " " "	A= 74.225 Mhz
" transmisión " " "	B= 82.825 Mhz
" recepción " " "	B= 76.225 Mhz

Esta asignación de frecuencias se ha realizado teniendo en cuenta la separación mínima admisible por los Duplexores de antena, que es de 5Mhz entre las frecuencias de Tx y Rx.

En el equipo elegido EN-223, que puede trabajar como Base o como Repetidor, sin más que añadirle una tarjeta de funciones, el factor de multiplicación es x16 en la banda elegida por lo que:

$$F_{Tx} \text{ Rep}_A = 68.925 \text{ Mhz} \quad F_{Xtal} = 68.925/16 = 4.307 \text{ Mhz.}$$

La experiencia nos señala la conveniencia de calcular los armónicos superior e inferior del cristal después de la cadena multiplicadora, y además se ha entrado en el espectro teniendo en cuenta los posibles productos de intermodulación más usuales, esto es  $2F_1 - F_2$ , con el resto de las frecuencias en explotación., no existiendo problema alguno en la elección.

Para la  $F_{Tx} \text{ Rep}_A$ :

$$\text{El } 15^\circ \text{ será } F - F_{Xtal} = 68.925 - 4.307 = 64.618 \text{ Mhz}$$

$$\text{El } 17^\circ \text{ será } F + F_{Xtal} = 68.925 + 4.307 = 73.232 \text{ Mhz}$$

Para la  $F_{Rx} \text{ Rep}_A$ :

$$\text{El } 15^\circ \text{ será } F - F_{Xtal} = 74.225 - 4.639 = 69.586 \text{ Mhz}$$

$$\text{El } 17^\circ \text{ será } F + F_{Xtal} = 74.225 + 4.639 = 78.864 \text{ Mhz}$$

Puesto que ahora la  $F_{Xtal} = 74.225/16 = 4.639 \text{ Mhz}$

Según la configuración que habíamos adoptado ,tenemos que la frecuencia de transmisión del Repetidor B ,es la frecuencia de recepción de las unidades móviles y el canal CH 1 de transmisión de la Base.

Por otro lado, la frecuencia de recepción del Repetidor B será la frecuencia de transmisión de las unidades móviles y la frecuencia de recepción del canal CH1 de la Base, para cuando se opere en el ambito de la capital como indicamos (CH1)

Analogamente, la frecuencia de transmisión del repetidor A será la frecuencia de recepción del canal CH2 de la Base, para operación distante, fuera de la capital, y la frecuencia de recepción del repetidor A será la frecuencia de transmisión del CH2 de la Base.

Como sabemos el doble cruzado de Repetidores se caracteriza porque, la señal que recibimos por el receptor del repetidor A sirve como señal de modulación para el transmisor del repetidor B, inhibiéndose la transmisión del repetidor A en ese instante por una señal procedente del circuito de squelch del receptor A que se habrá activado al recibir señal.

Cuando el transmisor B se activa ,inhibe automáticamente el receptor B;Esto ocurre en la comunicación de sentido Base-Móvil a través de Repetidores.

En el sentido Móvil-Base a través de Repetidores el proceso es similar, solo que ahora recibimos por el receptor B que tomará su señal para modular al transmisor A y reciba la Base por el canal CH 2

Para la  $F_{Tx}$  Rep B:

El 15º será  $F - F_{Xtal} = 82.825 - 5.176 = 77.649$  Mhz

El 17º será  $F + F_{Xtal} = 82.825 + 5.176 = 88.001$  Mhz

Puesto que ahora la  $F_{Xtal} = 82.825/16 = 5.176$  Mhz

$$F_{\text{Rx. REP B}} = 76.225 \text{ Mhz}$$

$$F_{\text{Xtal}} = \frac{76.225}{16} = 4.764 \text{ Mhz.}$$

$$\text{El } 15^{\circ} \text{ ser\'a } F - F_{\text{Xtal}} = 76.225 - 4.764 = 71.461 \text{ Mhz.}$$

$$\text{El } 17^{\circ} \text{ ser\'a } F + F_{\text{Xtal}} = 76.225 + 4.764 = 80.989 \text{ Mhz.}$$

Ninguna de las ochofrecuencias coincide con un canal en explotaci3n.

#### A-CALCULO DE LA ATENUACION PARA LA FRECUENCIA DE TX. DE LA BASE.

Como dato de partida se considera que la distancia máxima en la comunicaci3n corresponderá al radio de máxima cobertura indicado de 24 Km.

La antena de la estaci3n de Base se encuentra situada a una altura de 24metros sobre el suelo (14m del edificio más 10m de la torre). La Isleta, donde se encuentra la calle Tanaus, est aproximadamente a 130m sobre el nivel del mar, por lo que la altura total de la antena de la estaci3n Base ( $h_1$ ) será de 154metros.

Por su parte, los m3viles se desplazarn sobre un terreno ondulado con alturas que llegan hasta los 500m dentro del radio de acci3n con una cota media de la zona que consideraremos del orden de 180m. La altura de las antenas de los m3viles sobre el suelo es de unos 2m., por lo que la altura total ( $h_2$ ) será de 182m aproximadamente como media.

La determinaci3n de la atenuaci3n total del vano radioelectrico exige el conocimiento de situaci3n y naturalza de los obstáculos, que en el caso que nos ocupa no es posible determinar con exactitud por tratarse de una red m3vil. En consecuencia, se hace preciso establecer supuestos te3ricos entre cuyos límites se estime va a establecerse normalmente la comunicaci3n. Teniendo en cuenta los datos de altura de antenas indicados anteriormente y que no existen alturas significativas inmediatamente pr3ximas a la estaci3n de Base, estudiaremos el caso de que exista un obstáculo cercano a la estaci3n M3vil. Este obstáculo estará

constituido por una altura de 320m, a una distancia de 100m, de la estación móvil.

Bajo estas condiciones ,la atenuación total de la onda de radio será:

$$dF = d + d_{z1} + d_{z2} - G_1 - G_2$$

donde:

$d$  = atenuación por propagación en el espacio libre.

$d_{z1}$  = atenuación debida a obstáculos.

$d_{z2}$  = atenuación por horizonte.

$G_1$  y  $G_2$  = Ganancia de las antenas respecto al dipolo de media onda aislado en el espacio.

La atenuación debida a la propagación en el espacio libre,viene dada por:

$$d = 25,88 + 20 \log(S \times f) \text{ dB}$$

en la que  $S$  es la amplitud del vano radioelectrico que consideramos por aproximación igual a la máxima distancia a cubrir(24Km.) y  $f$  es la frecuencia;

En este caso la frecuencia de Tx. de la Base es  $f = 76.225 \text{ Mhz}$ .

Sustituyendo valores en la fórmula de la atenuación  $d$ , resulta:

$$d = 25,88 + 20 \log(24 \times 76.225) = 91,12 \text{ dB}$$

Por otro lado, la atenuación  $d_{z1}$  debida a obstáculos, viene dada por la expresión:

$$d_{z1} = 13 + 20 \log(Ah \sqrt{2S/\lambda a(S-a)})$$

donde:

$S$  = radio máximo de cobertura, en este caso igual a 24 Km(en metros a efectos de la fórmula anterior).

$a$  = distancia del obstáculo al receptor(en metros).

$\lambda$  = longitud de onda en metros = 3,93m.

$Ah$  = altura efectiva del obstáculo en metros, de valor:

$$h = (h_0 + S^2 / r_f) - ((h_2 - h_1)(S - a) / S) - h_1$$

En esta fórmula las unidades de cada factor y sus definiciones son las siguientes:

$h_o$  = altura del obstáculo en metros.

$h_1$  y  $h_2$  = altura de las antenas en metros.

$r_f$  = radio de la primera zona de Fresnel en metros, dado por:

$$r_f = 547 \sqrt{a(S - a) / f.S}$$

donde:

a y S en Kilómetros, f en Mhz y  $r_f$  en metros.

De acuerdo a esto se tiene:

$$r_f = 547 \sqrt{0,1(24 - 0,1) / 76.225 \times 24} = 19,77m.$$

con lo que:

$$Ah = (320 + 24^2 / 19,77) - ((182 - 154)(24 - 0,1) / 24) - 154 = 167,41m.$$

La atenuación debida a los obstáculos será :

$$d_{z1} = 13 + 20 \log(167,41 \sqrt{2 \times 24000 / 3,93 \times 100(24000 - 100)}) = 34,56 \text{ dB.}$$

Por no considerar en esta comunicación efecto alguno de horizonte, la atenuación  $d_{z2}$  se toma igual a cero.

Con estos datos y siendo la ganancia de las antenas  $G_1 = 0 - 2 \text{ dB}$  y  $G_2 = 0 - 0,61 \text{ dB}$ , resulta que la atenuación total dF buscada vale:

$$dF = 91,12 + 34,56 + 0 + 0,61 + 0,61 = 126,9 \text{ dB.}$$

El cálculo de la potencia recibida se efectúa aquí teniendo en cuenta que, dado que la sensibilidad de los receptores debe ser del orden de 1Mv., el nivel de señal en el extremo receptor ha de ser como mínimo 1Mv. superior al nivel de ruido. Como vimos el ruido suburbano tiene una amplitud de 10Mv /m en la banda que nos ocupa referidos a una anchura de banda de 10 Khz.

A 16 Khz., el ruido urbano vale  $(16/10) \times 10Mv = 16Mv$ .



una tensión de ruido  $V_r$  dada por:

$$V_r = 16 \times 0,98 = 15,68 \text{ Mv}$$

De acuerdo a esto, el nivel de señal en recepción ha de ser de 16Mv como mínimo (sensibilidad del receptor de 1Mv para el cálculo, aunque en realidad mejoraremos esta sensibilidad a 0,5Mv) Puesto que la impedancia de entrada del receptor es de 50 ohmios la potencia mínima recibida en el extremo receptor ha de ser:

$$P_r = 16^2 \times 10^{-12} / 50 = 5,12 \times 10^{-12} \text{ watio.}$$

Conocida  $P_r$  se determina la potencia de emisión necesaria  $P_e$  teniendo en cuenta que habrá de cumplirse:

$$dF = 10 \log (P_e / P_r)$$

resultando:

$$126,9 = 10 \log (P_e / 5,12 \times 10^{-12})$$

de donde:

$$\log P_e = 12,69 + \log 5,12 - 12 = 1,40$$

luego:

$$P_e = 25,1 \text{ watio}$$

Con ello se emplea radioteléfonos de potencia de emisión de 25w. que bajo las condiciones indicadas y teniendo en cuenta las características de los equipos existentes en el mercado es la potencia requerida para la comunicación que se estudia.

#### B-CALCULO DE LA ATENUACION PARA LA FRECUENCIA DE TX. DEL REPETIDOR.

Consideraremos, igualmente, que la distancia máxima en la comunicación corresponderá al radio de máxima cobertura indicado de 24Km. La antena de la estación Repetidora se encuentra situada a una altura de 1.899 metros sobre el nivel del mar, Pozo de las Nieves; Por su parte los móviles se desplazarán, como indicamos, sobre un terreno ondulado con alturas que llegan hasta los 1800m (Excursiones a la Cruz de Tejada) con una cota media de la zona del orden de 800

La altura de las antenas de los móviles sobre el suelo es de unos 32  
 2 m., por lo que la altura total  $h_2$  será de 802 metros aproximada-  
 mente como media.

Con los mismos supuestos teóricos que en el caso anterior para  
 la Base, la atenuación total de la onda de radio debida a la pro-  
 pagación en el espacio libre será:

$$d = 25,88 + 20 \log(24 \times 82,825) = 91,84 \text{ dB}$$

El radio de la primera zona de Fresnel valdrá ahora:

$$r_f = 547 \sqrt{0,1(24 - 0,1)/82,825 \times 24} = 18,96 \text{ m.}$$

Con este último dato podemos determinar el valor de  $\Delta h$  :

$$\Delta h = (320 + 24^2/18,96) - ((1899 - 802)(24 - 0,1)/24) - 802 = 65,97$$

Por tanto la atenuación debida a obstáculos valdrá:

$$d_{z1} = 13 + 20 \log(65,97 \sqrt{2 \times 24000 / 3,62 \times 100(24000 - 100)}) = 26,82 \text{ dB.}$$

Como no consideramos efecto de horizonte,  $d_{z2} = 0$ . Para los mismos  
 valores de Ganancia de las antenas considerados anteriormente:

$$dF = 91,84 + 26,82 + 0 + 0,61 + 0,61 + 2 + 2 = 123,9 \text{ dB}$$

Los dos últimos valores de la expresión corresponden a 2dB por  
 pérdidas de inserción en el Duplexor y 2dB por pérdidas en la  
 línea que alimenta la antena desde la caseta donde se encuentra  
 ubicado el Repetidor.

El campo eléctrico inducido en la antena de 0,90m. y según las  
 conocidas recomendaciones expuestas para el cálculo de la Base  
 obtenemos una tensión de ruido de  $V_r = 16 \times 0,90 = 14,4$  y tomaremos  
 como en el caso anterior el valor de 16Mv.

Esto nos da una potencia mínima recibida en el extremo receptor  
 de:  $P_r = 16^2 \times 10^{-12} / 50 = 5,12 \times 10^{-12}$  wátios.

Resultará pues, una potencia de emisión necesaria de:

$$123,9 = 10 \log (P_e / 5,12 \times 10^{-12})$$

$$\log P_e = 12,39 + \log 5,12 - 12; \quad P_e = 12,58 \text{ wátios.}$$

Se utilizará un equipo EN-223 R con una potencia máxima de 25w.  
 con opción a trabajar en potencia reducida, equivalente a una  
 atenuación de potencia mitad igual a 3dB

$$P_{reducida} = P_{máxima} - 3\text{dB}; \quad P_r = 14\text{dBw} - 3\text{dB} = 11\text{dBw} = 12,58\text{wátios.}$$

CAPITULO V .-EFECTO DE LA ESTRUCTURA METALICA SOPORTE EN LAS  
 CARACTERISTICAS DE LAS ANTENAS DE VHF.-

5.1.-GENERALIDADES.-

Las características verdaderas de una antena de VHF se obtienen solamente cuando la antena se haya en el "espacio libre".Este espacio no está influido por la Tierra,obstáculos o estructuras de tal forma que la radiación de la antena se propaga solamente de manera directa.

La separación entre la antena y la estructura que la soporta debe ser,por lo tanto ,superior a una predefinida distancia mínima normalmente definida en longitud de onda;unicamente como es natural,se necesitará el efecto modificativo de la estructura cuando se quiera un diagrama de radiación determinado.

Obviamente cuanto menor es la frecuencia y más grande la estructura,la separación debe de ser mayor para reducir al mínimo los efectos de aquella.

Si,por otra parte,la antena se aproxima a la Tierra o a la estructura,el efecto sobre sus características, en particular el diagrama de radiación,se acentúan más y más.

Por último cuando la distancia es muy corta, el cambio en la impedancia de la antena se hace notable con el consiguiente efecto sobre las características de las ondas estacionarias.

Los siguientes párrafos muestran el efecto de varios tipos de estructuras sobre antenas normales e indica el medio de minimizar o alternativamente conseguir un diagrama de radiación determinado.

5.2.-DIAGRAMA BASICO OBTENIDO EN EL ESPACIO LIBRE.-

DIPOLO DE MEDIA ONDA(Tx y Rx).-

Esta es la antena más simple utilizada en VHF.El diagrama de radiación en "espacio libre" toma la forma de buñelo (far field).El campo lejano de una antena se considera cuando se mide a una distancia superior a  $2d^2/\lambda$

en la que  $d$  es la longitud de la antena y  $\lambda$  es la longitud de onda. Todos los parámetros deben de ponerse con las mismas unidades. El dipolo de media onda se utiliza normalmente como referencia para las ganancias de las antenas de VHF. El dipolo tiene una ganancia efectiva de 2,2 dB sobre un radiador isotrópico, que es una fuente teórica de radiación con igual ganancia en todas las direcciones. El radiador isotrópico se usa normalmente como una referencia standard para las frecuencias de MW.

### 5.3.-GANANCIA DE LAS ANTENAS.-

Las antenas utilizan elementos excitadores en fase y/o elementos reflectores pasivos con el objeto de concentrar la radiación en una dirección definida. Las combinaciones posibles son muy numerosas, pero podemos apuntar que el hecho de concentrar el haz en una dirección determinada es producir una ganancia efectiva en esa dirección. Este incremento de la ganancia no se puede conseguir sin una reducción de la ganancia en otras direcciones y es este efecto el que mejora las características de una antena direccional al limitar la radiación en direcciones no deseadas en beneficio de otra en particular, aunque la radiación total permanece cte.

### 5.4.-EFECTO DEL MASTIL SOPORTE SOBRE UNA ANTENA DIPOLO DE MEDIA $\lambda$

Cuando un dipolo de media onda se situa cerca de una superficie reflectante, cualquier energía recibida por esta superficie se reflejará modificando la forma efectiva del lóbulo de radiación del dipolo cuando la medida se efectúa a suficiente distancia (far field). Si la superficie reflectante se ajusta en longitud de forma que resuene a la frecuencia de trabajo, la energía reflejada será máxima.

Ajustando la posición de la superficie de forma que esté en el mismo plano que el dipolo en un espacio donde la energía reflejada tenga la correcta fase, reforzará la radiación principal en una dirección dada.

### 5.5.-INFLUENCIA SOBRE LA IMPEDANCIA DE LA ANTENA.-

Considerando que un dipolo de media onda tien, en espacio abierto una impedancia de 70 ohmios, si se le coloca en proximidad de una estructura metálica cuya superficie es al menos una longitud de onda en cualquiera de las direcciones, la impedancia efectiva de la antena variará según el espacio que separa la antena de la estructura.

En la tabla siguiente se dan los valores de la impedancia de la antena teniendo en cuenta el espacio (medido en longitudes de onda) entre la antena y la estructura soporte.

DISTANCIA A LA ESTRUCTURA				IMPEDANCIA
0,5	longitud	de	onda ( $\lambda/2$ )	70 ohmios
0,33	"	"	" ( $\lambda/3$ )	100 "
0,25	"	"	" ( $\lambda/4$ )	83 "
0,16	"	"	" ( $\lambda/6$ )	50 "
0,1	"	"	" ( $\lambda/10$ )	20 "

Si se considera que la alimentación de la antena se realiza con un cable de 70 ohmios de impedancia característica y teniendo en cuenta el coeficiente de ondas estacionarias VSWR obtenemos:

DISTANCIA A LA ESTRUCTURA				VSWR
0,5	longitud	de	onda ( $\lambda/2$ )	1:1
0,33	"	"	" ( $\lambda/3$ )	1,4:1
0,25	"	"	" ( $\lambda/4$ )	1,2:1
0,16	"	"	" ( $\lambda/6$ )	1,4:1
0,1	"	"	" ( $\lambda/10$ )	3,5:1

Teniendo en cuenta que el cable de alimentación es de 50 ohmios el VSWR se convierte en los valores siguientes:

0,5	longitud de onda	( $\lambda/2$ )	1,4:1
0,33	"	"	2:1
0,25	"	"	1,66:1
0,16	"	"	1:1
0,1	"	"	2,5:1

En general las dimensiones de la longitud de onda en cm para una frecuencia dada se puede calcular mediante la formula:

$$\frac{30.000}{\text{MHz}} = \lambda \text{ (cm.)}$$

#### 5.6.- INFLUENCIA EN EL LÓBULO DE RADIACION.-

Cuanto es mayor la masa detrás del dipolo mayor es la tendencia de limitar el lóbulo de radiación en la dirección posterior. Esta particularidad se acentua cuando la estructura metálica se solidifica o malla de alambre en la que la medida de la diagonal es considerablemente menor de  $1/4$  de onda.

En la dirección anterior, la presencia de una pantalla grande detrás de la antena tiende a reducir la anchura de los lóbulos, particularmente aquellos en el mismo plano de la estructura.

#### 5.7.- INFLUENCIA EN EL LÓBULO DE RADIACION EN FUNCION DE LA DISTANCIA A LA ESTRUCTURA SOPORTE.-

El efecto más importante sobre un dipolo de media onda es el cambio de su lóbulo de radiación según la distancia que hay entre la antena y la estructura.

Si se considera la estructura como una superficie reflectante el espaciamiento antena-superficie, afectará a la diferencia de fase entre las señales directa y reflejada para un mismo punto.

Cuando se aumenta el diámetro de la estructura, se reduce la radiación en la dirección posterior.

Con estructuras abiertas, como mástiles de celosía y torres, el punto de corte de la radiación posterior está definido, pero tiende a aparecer lóbulos múltiples de estrechos haces y considerables mínimos.

Cuando el espaciamiento entre la antena y la estructura es un número impar de cuartos de onda, se produce un lóbulo en la dirección anterior; si el espaciamiento es un número par de cuartos de onda se producen dos lóbulos adicionales, uno en cada dirección, en el mismo plano de la estructura. Por otro lado el número total de lóbulos que se producen, es exactamente igual al número de cuartos de onda de espaciamiento entre la antena y la estructura .

#### 5.8.- COBERTURA OMNIDIRECCIONAL CON ANTENAS MONTADAS SOBRE GRANDES ESTRUCTURAS METÁLICAS.-

Se pueden presentar ocasiones en las que haya necesidad de una cobertura omnidireccional usando antenas montadas en torres soportes de gran envergadura. Debido al gran área de pantalla que presenta este caso , sería muy poca la señal en la parte posterior de una antena simple/. La solución sería aumentar la señal en éste área de forma que se obtuviera un diagrama de radiación omnidireccional lo más completo posible, con antenas adicionales con la fase adecuada que refuerzen el campo.

#### 5.9.- CARACTERÍSTICAS DEL DUPLEXOR ELEGIDO.-

Toda vez que se va a utilizar una sola antena para Rx y Tx será necesario dotar al Repetidor de un Duplexor, en realidad de dos Duplexores, que cubran el margen de frecuencias en la que trabajamos y que verifiquen las condiciones técnicas apuntadas anteriormente en cuanto a separación de frecuencias y pérdidas. Esto nos llevará a evitar la utilización de cuatro antenas con los consiguientes efectos de mejora de interacción entre antenas y de economía, fundamentalmente en el espacio de ocupación del mástil.

Por tanto precisamos de un Duplexor para la estación Rep A y otro en E

que estará ubicado en la estación Repetidora.

El Duplexor elegido es de la casa RYMSA ,con modelo de referencia 84-500 cuyas características son las que siguen:

Frecuencia	(68 - 87,5Mhz) -	68-87,5 Mhz.
Nº de cavidades	4	
Separación de frecuencias	5 Mhz min.	
Potencia máxima	50 watios	
Pérdidas de inserción	1,1 dB	
Supresión del ruido de Tx a la frecuencia Rx	60 dB	
Aislamiento de Rx a la frecuencia de Tx	60 dB	
Margen de temperatura	- 40 °C a 50 °C	
Conector	N hembra	
Dimensiones.		
Altura	35 mm	
Anchura	100 mm	
Longitud	215 mm	
Peso	900 gr.	

En los planos se facilita gráfico de características del Duplexor.

#### 5.10.- TIPO DE ANTENA ELEGIDO

Para los móviles sehan elegido antenas de varilla de la casa RYMSA Ref. 15-501 para la banda de 68-87,5 Mhz/Se trata de una antena omnidireccional en el plano Horizontal ,especialmente diseñada para su instalación en vehiculos por su robustez y resistencia,asi como su fácil instalación y adcequible economía.

La ganancia  $G=0$  dB con una R.O.E. menor de 1,5:1 y con un ancho de banda de 1 Mhz. ,con potencia máxima de = 50 w.,polarización vertical. Mecánicamente soporta una velocidad máxima del viento de 200Km/h.,con una longitud aproximada de 1000mm.;



Para la estación Base y la Repetidora hemos elegido de la misma casa RYMSA la antena de Ref. 32-501 y se trata de una antena omnidireccional en el plano horizontal con polarización vertical y que con  $G=0\text{dB}$  presenta una impedancia de 50 ohmios, ancho de banda  $2\%$  de  $f_c$ , conector de entrada N hembra, peso inferior a los 3 Kgr. y velocidad máxima del viento que puede soportar de 200 Km/h. El plano de tierra así como el dipolo son respectivamente de aluminio anodizado y acero inoxidable.

El elemento de sujeción está formado por una abrazadera de acero inoxidable cogida a un tubo de 40 mm de diámetro.

La antena para los portátiles es del tipo miniflex, especialmente corta y elástica muy apropiada para portátiles por su robusta y resistente constitución.

Apta para funcionar en la banda de 68-87,5 Mhz. , presenta una ganancia de 0 dB con una impedancia de 50 ohmios, polarización vertical y potencia máxima de 20w.

Las especificaciones mecánicas de la mencionada antena son las siguientes.

#### Materiales

elemento radiante: acero recubierto de cobre electrolíticamente.

cubierta : tubo de plástico retráctil.

conector : latón cromado.

velocidad máxima del viento : 200Km/h.

Longitud aproximada : 27 cm.

peso : 100 gr.

ANEXO A MEMORIA

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS

# 1.- DESCRIPCION Y CARACTERISTICAS TECNICAS DEL TRANSCÉPTOR ENSA-22

## I.-Transmisor

El transmisor proporciona una salida de R.F. de 25 W. en este margen de frecuencias, sobre una carga o circuito de antena de 50 ohmios.-

La frecuencia portadora del transmisor está controlada por cristales de cuarzo cuyas frecuencias de oscilación varían según la banda en que vaya a funcionar el equipo, de acuerdo con la siguiente tabla:

<u>Banda baja</u> 29,5 a 50 MHz.	<u>Banda media</u> 68 a 87,5 MHz	<u>Banda alta</u> 146 a 174 MHz
-------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------

$$f_c = \frac{f_s}{16}$$

$$f_c = \frac{f_s}{16}$$

$$f_c = \frac{f_s}{24}$$

$f_c$  = frecuencia nominal del cristal  
 $f_s$  = frecuencia de señal

El conmutador de canales 54/b, situado en el panel frontal, conecta la tensión de batería a uno de los diodos D1A a D1F, de acuerdo con el canal elegido.- Esta tensión polariza al diodo en sentido de conducción, de forma que el cristal colocado en serie con él es conectado al circuito oscilador.- El oscilador está formado por los transistores VT11 y VT12, los cuales funcionan como amplificadores que se realimentan a través del cristal, que presenta impedancia mínima a la frecuencia de resonancia serie.-

La señal del oscilador, sintonizado por T6, pasa a un doble circuito desfasador formado por R36/C36 y C37/R35.- Una de las ramas de este desfasador adelanta la señal 45° mientras que la otra rama la atrasa en el mismo ángulo.- Con esto se suministran a las bases de VT9 y VT10 dos señales desfasadas entre sí 90°.

La señal de audio entra en el modulador a través de T1 procedente del circuito amplificador de micrófono, el cual funciona de la siguiente forma:

La señal de audiofrecuencia procedente del micrófono se aplica a VT13 donde es amplificada.- La ganancia del amplificador VT13 se ajusta en fábrica de acuerdo con la sensibilidad del micrófono utilizado.- La señal de salida de este paso se lleva a VT14 donde de nuevo es amplificada para, a continuación, hacerla pasar por el circuito limitador formado por los diodos D4 y D5.- La señal de entrada al siguiente amplificador, VT15, es constante debido a la limitación anterior. A continuación de VT15 se encuentra un filtro formado por CH2/C62/C60/C63, que elimina las frecuencias superiores a 3.000 Hz con objeto de entregar al modulador la banda normalizada de 300 Hz. a 3.000 Hz.- Este mismo filtro junto con R74 y C64 constituye una red de deénfasis que compensa al preénfasis propio del micrófono con objeto de entregar al modulador una respuesta plana.- El potenciómetro RV1 proporciona un control de desviación máxima.-

El modulador es de tipo Armstrong y está formado por VT9 y VT10. Por sí mismo introduce un preénfasis de 6 dB por octava con lo que a la salida se tiene la respuesta correcta para la modulación de frecuencia.-

La salida de este paso es amplificada y multiplicada en VT3. El factor de multiplicación de este paso es de dos en los equipos de banda baja y media y de tres en los de banda alta. Los transistores VT4, VT5 y VT6 funcionan como amplificadores dobladores para todas las bandas.-

La salida de VT6 es la frecuencia nominal de transmisión por lo que el factor de multiplicación de la cadena de potencia que viene a continuación es de uno en todas las bandas.-

A la salida del transmisor se incluye un filtro paso bajo apantallado, para supresión de armónicos.-

## II.- Receptor

El receptor es un doble superheterodino totalmente transistorizado con semiconductores de silicio, que produce una salida de audio frecuencia de 2 W. sobre un altavoz de 3 ohmios. Lleva incorporado un circuito silenciador, que elimina la salida de ruido sobre el altavoz en ausencia de señal.- Todo el receptor va montado en un único circuito impreso de fibra de vidrio.-

de comunicación de antena RL1 al filtro de R.F., el cual proporciona protección contra la frecuencia imagen.- La señal recibida es amplificada por los transistores VT1 y VT26, pasando a continuación al primer mezclador.-

El oscilador de la frecuencia deseada es seleccionado por medio del conmutador de canales situado en el panel frontal del equipo.- Los transistores VT9 a VT14 funcionan como osciladores gobernados a cristal en sobretono.- La señal del oscilador seleccionado se lleva a la base de VT7, cuya misión es variable dependiendo de la banda en que funciona el equipo.- Para frecuencias comprendidas en la banda baja, este paso funciona como amplificador suficiente para hacer funcionar correctamente el dispositivo mezclador.- Para frecuencias comprendidas en la banda media, el transformador de salida de este paso, T8, se sintoniza a una frecuencia doble de la del cristal, con lo que VT7 funciona en esta banda como amplificador doblador.- Un nuevo amplificador doblador, VT8, se utiliza para conseguir la frecuencia correcta en los equipos de banda alta: en este caso la multiplicación total de la frecuencia del cristal es por cuatro.-

De acuerdo con lo dicho y teniendo en cuenta que la primera frecuencia intermedia es de 10,7 MHz La frecuencia de cristal adecuada a cada frecuencia de trabajo se obtiene de las relaciones expresadas en el siguiente cuadro:

<u>Banda baja</u> 29,5 a 50 MHz	<u>Banda media</u> 68 a 87,5 MHz	<u>Banda alta</u> 146 a 174 MHz
$fc = fs + 10,7$	$fc = \frac{fs - 10,7}{2}$	$fc = \frac{fs - 10,7}{4}$

+ según frecuencia

El mezclador utilizado para conseguir la primera F.I. de 10,7 MHz. es del tipo de anillo y está formado por los transformadores T1 y T2 y los diodos D1 a D4. Los productos indeseables de la mezcla son eliminados en el filtro a cristal colocado a la salida del mezclador, que únicamente permite el paso de la frecuencia central de 10,7 MHz.- El equipo se fabrica en los anchos de banda normalizados de 25 y 50 KHz. utilizándose en cada caso el filtro a cristal de 10,7 MHz. y los transformadores de F.I. determinan las características de selectividad del receptor.-

Con objeto de obtener una mayor estabilidad en las características y funcionamiento del equipo, todo el receptor excepto el amplificador final de B.F. es alimentado con tensión estabilizada de 9 V. obtenida del estabilizador formado por el transistor VT23 y el diodo zener D10.-

A continuación del filtro a cristal de F.I., la señal es amplificada en dos pasos sucesivos acoplados por transformadores formados por los transistores VT2 y VT3, el último de los cuales proporciona señal a la base de VT4, donde es mezclada con la procedente de VT15, oscilador fijo de 10,25 ó 11,15 MHz, también controlado por cristal de cuarzo. La frecuencia obtenida en este mezclador es la segunda F.I. de 450 KHz. Esta señal es amplificada y limitada en los pasos VT5 y VT6.- El circuito de colector de V76 está formado por el transformador discriminador T7, que juntamente con los diodos D5 y D6, detectan la señal de audio que se hace pasar a continuación por una red RC, que introduce un deénfasis de 6 dB por octava para compensar el preénfasis introducido en el transmisor.-

La sección de audiofrecuencia emplea los transistores VT20, VT21, VT22, VT24 y VT25.- La señal procedente de VT24 se lleva a la base de VT22 donde es amplificada siempre que el diodo D11 esté polarizado en sentido de conducción por la tensión procedente del circuito silenciador. A continuación pasa a través del transformador T11 al paso final formado por VT20 y VT21, dispuestos en contrafase y cuyos colectores excitan el transformador T10 que adapta la impedancia de salida de esta paso a los 4 ohmios del altavoz al que entrega una señal de 2 W. de potencia, regulables por medio del potenciómetro RV2, control de volumen, situado en el panel frontal del equipo.-

El diodo D9 está dispuesto para cualquier variación debida a diferencia de temperaturas en los transistores del paso final.-

El circuito silenciador utiliza los transistores VT16 a VT19 y los diodos D7, D8 y D11.- Su misión es evitar que lleguen al altavoz cualquier tipo de ruidos captados por la antena, así como el ruido normal producido en todo receptor en ausencia de señal.- Cuando el receptor no recibe portadora, la señal de ruido es amplificada en VT16 y VT17 y la salida de este último paso se lleva a D7 y D8, que rectifican esta

esta señal y polarizan positivamente la base de VT18 y VT19 forman un dispositivo conmutador que proporciona una polarización inversa al diodo D11, suficiente para hacer que éste no conduzca con lo cual la señal de audiofrecuencia queda bloqueada en VT24.- Cuando se recibe portadora, se reduce el ruido de R.F. con lo que la salida de VT17 es prácticamente nula y por lo tanto también la polarización de base de VT18, que al no conducir proporciona a D11 una polarización de aproximadamente 3,2V capaz de hacer que conduzca y por lo tanto la señal de audiofrecuencia pasa del emisor de VT24 a RV2, potenciómetro de control de volumen y a través de ésta a la base de VT22.- El circuito compuesto por L10, C73 y C74 forma un circuito paso alto que evita que la señal de audiofrecuencia esté presente en el colector de VT17.-

Todos los semiconductores empleados son silicios, lo que permite al receptor funcionar en condiciones extremas de temperaturas sin variaciones en las características fundamentales como frecuencia, sensibilidad, umbral de silenciador, etc.-

### III.- Características Técnicas

#### General

#### Márgenes de frecuencia:

Cualquier margen comprendido entre 68 y 175 MHz.

#### Canales:

De uno hasta seis dentro del margen de trabajo, con separación máxima de 0,8% de la frecuencia media.-

#### Separación entre canales:

25 KHz

#### Control de frecuencia:

Por cristal de cuarzo

#### Estabilidad de frecuencia:

En márgenes de temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+50^{\circ}\text{C}$ ., con variaciones en la alimentación inferior a  $\pm 10\%$ , mejor de  $\pm 0,002$  por ciento de la frecuencia de trabajo.-

#### Precisión de frecuencia

Mejor o igual a 200 Hz a una temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C}$ .

#### Impedancia de salida de antena:

50 ohmios para cable coaxial asimétrico

#### Clase de servicio:

Telefonía (F3) Simplex, semiduplex o duplex.

Transmisor:Potencia de salida en R.F.

25 W. mínimo sobre 50 ohmios hasta 100 MHz.

Modulación:

De frecuencia

Desviación máxima de frecuencia:

5 KHz

Características de audio:

Preénfasis normalizado de 6 db por octava

Emisiones espú-reas:

Mejor que 70 db por debajo del nivel de portadora

Nivel del ruido de la modulación:

40 db. mínimo por debajo de la modulación total

ReceptorSensibilidad:

0,5 microvoltios de entrada en circuito cerrado, produce una relación señal/ruido mejor de 20 db.

Selectividad:

Atenuación de 80 db para una separación de frecuencia de portadora de 25 KHz.

Respuesta espúreas:

Todas por debajo de 75 db. del nivel de la señal/deseada .

Frecuencias intermedias:

1a. 10,7 MHz.    2a. 450 KHz

Salida de audio:

No inferior a 2 W. sobre altavoz de 3 ohmios.

Distorsión de audio:

Inferior a 10% para 2 W. de salida a 1000 Hz.

Características de audio:

Deénfasis normalizado de 6 db. por octava.



Atenuación de frecuencia imagen:

Mayor de 90 db.

Alimentación

Corriente alterna:

120-130 y 220-230 V.  $\pm$  10%, 50-60 Hz monofásica.

Consumo en corriente alterna:

En recepción (silenciador conectado): 10 W.

En transmisión: 100 W.

Corriente continua:

24 V.  $\pm$  20% - 10%

Consumo en corriente continua:

En recepción (silenciador conectado): 250 mA.

En transmisión 3,8 A.

I.- Transmisor

El transmisor proporciona una salida de RF de 15 W. en este margen de frecuencias, sobre una carga o circuito de antena de 50 ohmios.-

La frecuencia portadora del transmisor está controlada por cristales de cuarzo, cuyas frecuencias de oscilación varían según la banda en que vaya a funcionar el equipo,- de acuerdo con la siguiente tabla.-

Frecuencia de cristal  $f_c$ 

Banda Baja 29,5 á 50 Mc/s	Banda media 68 á 87,5 Mc/s	Banda alta 146 á 174 Mc/s
------------------------------	-------------------------------	------------------------------

$$f_c = \frac{f_s}{16}$$

$$f_c = \frac{f_s}{16}$$

$$f_c = \frac{f_s}{24}$$

El conmutador de canales S3b conecta la tensión de batería a uno de los diodos D2 a D7, de acuerdo con el canal elegido.- Esta tensión polariza el diodo en sentido de conducción, de forma que el cristal colocado en serie con él es conectado al circuito oscilador.- El oscilador está formado por los transistores VT11 y VT12, los cuales funcionan como amplificadores que se realimentan a través del cristal que presenta impedancia mínima a la frecuencia de resonancia serie.-

La señal del oscilador sintonizada por L29/L30 pasa a un doble circuito desfasador formado por R36/C45 y C44/R37.- Una de las ramas de este desfasador adelanta la señal 45 grados, mientras la otra rama la atrasa en el mismo ángulo. Con esto se suministran a las bases de VT13 y VT14 dos señales desfasadas entre sí 90 grados.- Los transistores VT13 y VT14 funcionan como un seguidor de emisor, realizando funciones de adaptación de impedancia y entregado al modulador Armstrong señales desfasadas 90 grados.-

La señal de audio entra en el modulador a través de T1, procedente del circuito amplificador de micrófono, al cual funciona de la siguiente forma:

La señal de audiofrecuencia procedente del micrófono se aplica a VT20 donde es amplificada.- El potenciómetro RV1 controla la sensibilidad del micrófono haciendo variar la ganancia de este transistor.- La señal de VT20 se lleva a VT21, donde de nuevo es amplificada para, a continuación hacerla pasar por el circuito limitador formado por los diodos D8 y D9 .- Seguidamente es amplificada de nuevo en VT22 y se hace pasar por una red que introduce preénfasis de 6 db por octava.<sup>1</sup> El potenciómetro RV2 proporciona un control de desviación máxima.-

El modulador es de tipo Armstrong y está formado por VT15 y VT16.

La salida del modulador es amplificada y multiplicada en VT17.- El factor de multiplicación de este paso es de dos en los equipos de banda baja y media y de tres en los de banda alta.- Los transistores VT18 y VT19 funcionan como amplificadores dobladores para todas las bandas.-

En los equipos de banda baja y media, la salida de VT19 se lleva a VT5 donde es amplificada y nuevamente multiplicada por dos.

La versión de banda alta utiliza dos nuevos pasos.- La salida de VT19 se lleva a VT1 donde es amplificada multiplicada por dos, pasando a continuación a VT2 que funciona como amplificador.-

El amplificador de potencia está formado por los transistores VT5 a VT10.-

La salida de R.F. pasa a la antena a través del filtro de armónicos y de RL1, relé de antena.-

Con objeto de lograr la máxima seguridad y estabilidad de las características del transmisor, todo éste, excepto el amplificador de potencia es alimentado por una tensión estabilizada de 9 V., proporcionada por el estabilizador formado por VT3 y D1.-

## II.- Receptor

El receptor es un doble superheterodino totalmente transistorizado con semiconductores de silicio, que produce una salida de audiofrecuencia de 2 V. sobre un altavoz de 3 ohmios. Lleva incorporado un circuito silenciador que elimina la salida de ruido sobre el altavoz de ausencia de señal.- Todo el receptor va montado en un único circuito impreso.-

La señal de R.F. procedente de la antena pasa a través del relé de conmutación de antena.- RL1, al filtro de R.F. que proporciona protección contra las frecuencias imagen. A continuación es amplificada por VT1 amplificador de R.F. de alta ganancia, para pasar al primer mezclador.-

El oscilador de la frecuencia deseada es seleccionado por medio del conmutador de canales S3a situado en el panel frontal del equipo.- Los transistores VT9 y VT14 funcionan como osciladores gobernados a cristal, funcionando en sobretono.- La señal del oscilador seleccionado se lleva a VT7, cuya misión es variable dependiendo de la banda en que vaya a funcionar el equipo. Para frecuencias comprendidas en la banda baja, este paso funciona como amplificador separador y suministra un nivel de señal de oscilador suficiente para hacer funcionar correctamente el dispositivo mezclador.- Para frecuencia comprendida en la banda media, el transformador de salida de este paso, T8, se sintoniza a una frecuencia doble de la del cristal, con la cual VT7 funciona en esta banda como amplificador doblador.- Un nuevo amplificador doblador, VT8, se utiliza para conseguir la frecuencia correcta en los equipos de banda alta; en este caso, la multiplicación de la frecuencia del cristal es por cuatro-

La multiplicación de frecuencia de cristal adecuada a cada frecuencia se obtiene de las relaciones expresadas en el siguiente cuadro:

### Frecuencia del cristal $f_c$

Banda baja  
29,5 - 50 Mc/s

$$f_c = f_s - 10,7$$

Banda media  
68 - 87,5 Mc/s

$$f_c = \frac{f_s - 10,7}{2}$$

Banda alta  
146 - 174 Mc/s

$$f_c = \frac{f_s - 10,7}{4}$$

El mezclador utilizado para conseguir la primera F.I. de 10,7 Mc/s es del tipo de anillo y está formado por T1 y T2 y los diodos D1 a D4.- Los productos indeseables de la mezcla son eliminados en el filtro a cristal colocado a la salida del mezclador, que únicamente permite el paso de la frecuencia central de 10,7 Mc/s. Los circuitos sintonizados del filtro de entrada y de la salida de VT1, juntamente con el filtro a cristal de 10,7 Mc/s y los transformadores de F.I. determinan las características de selectividad del receptor.-

Con objeto de obtener una mayor estabilidad en el funcionamiento del equipo, todo el receptor, excepto el amplificador final de B.F. es alimentado con tensión estabilizada de 9 V., conseguida por medio del transmisor VT23 y el diodo Zener D10.-

A continuación del filtro a cristal de F.I. la señal es amplificada en dos pasos sucesivos acoplados por transformador, formados por los transistores VT2 y VT3.- Este amplificador proporciona señal a la base de VT4, donde es mezclada con la procedente de VT15 oscilador fijo de 10,25 ó 11,15 MHz también controlado a cristal de cuarzo.- La frecuencia obtenida en este mezclador es la segunda frecuencia intermedia, 450 KHz, que es amplificada y limitada en VT5 y VT6.- El circuito de colector de VT6 está formado por el transformador discriminador T6, que juntamente con los diodos D5 y D6, discriminan la señal de audio que se hace pasar a continuación por una red RC., que introduce un deénfasis de 6 dB por octava para compensar el preénfasis introducido en el transmisor.-

La sección de audiofrecuencia emplea los transistores VT20, VT21, VT22, VT24 y VT25.-

La señal procedente de VT24 se lleva a la base de VT22, donde es amplificada, siempre que el diodo D11 esté polarizada en sentido de conducción por la tensión procedente del circuito silenciador. A continuación pasa a través del transformador T11 al paso final dispuesto en contrafase, formado por VT20 y VT21, cuyos colectores excitan el transformador T10, que adapta este paso a los 3 - ohmios de impedancia de altavoz y produce una salida de audiofrecuencia de 2 W.

El diodo D9 está dispuesto para compensar cualquier variación debida a diferencia de temperaturas en los transistores del paso final

El circuito silenciador utiliza los transistores VT16 a VT19 y los diodos D7, D8 y D11.-

Su misión es evitar que lleguen al altavoz cualquier tipo de ruido captados por la antena, así como el ruido normal producido en todo receptor en ausencia de señal.- Cuando el receptor no recibe portadora, la señal de ruido es amplificada en VT16 y VT17 y la salida de este último paso se lleva a D7 y D8, que rectifican esta señal y polarizan positivamente la base de VT18 a través de VT1.- Los transistores VT18 y VT19 forman un dispositivo conmutador que proporciona una polarización inversa al diodo D11, suficiente para hacer que este no conduzca con lo cual la señal de audiofrecuencia queda bloqueada en VT24.-

Cuando se recibe una portadora, se reduce el ruido de R.F. con lo que la salida de VT17 es prácticamente nula, y por lo tanto también la polarización de base de VT18, que al no conducir, proporciona a D11 una polarización de 3,2 V., capaz de hacer que éste conduzca y por lo tanto la señal de audio pasa del emisor de VT24 a RV2, mando de volumen.- El circuito compuesto por L10, C73 y C74 forman un circuito paso alto, que evita que la señal de audiofrecuencia esté presente en el colector de VT17.-

Todos los semiconductores con silicio, lo que permite al receptor funcionar en condiciones extremas de temperaturas sin variaciones en las características fundamentales, tales como frecuencia, sensibilidad, umbral de silenciador, etc.

### III.- Características Técnicas

#### General

#### Márgenes de frecuencia:

Cualquier frecuencia comprendida entre los márgenes de 68,5 y 175 MHz.-

#### Canales:

Hasta seis de frecuencia en simplex o semiduplex, con separación máxima de 0,8% de la frecuencia media dentro del margen de trabajo.- Mayor número de canales en versiones especiales

#### Separación mínima entre canales:

25 KHz.

Control de frecuencia

Por cristal de cuarzo

Estabilidad de frecuencia

Mejor o igual a 200 Hz a una temperatura ambiente de 20° C

Impedancia de salida de antena

50 ohmios para cable coaxial asimétrico

Clase de servicio

Telefonia (F3). Simplex o semi-duplex  
Duplex (versión especial)

ReceptorSensibilidad

0,5 microvoltios de entrada en circuito cerrado, produce una relación señal/ruido mejor de 20 db.

Selectividad

Atenuación de 80 db para una separación de frecuencia de portadora de 25 KHz.

Respuesta espúreas

Todas por debajo de 80 db del nivel de la señal deseada.

Frecuencia intermedia

1a. ) 10,7 MHz                      2a.) 450 KHz.

Salida de audio

2 W. sobre altavoz de 3 ohmios

Distorsión de audio

Inferior a 10% para 2 W. de salida a 1.000 Hz

Características de audio

Deénfasis normalizada de 6 db por octava

Atenuación de frecuencia imagen

Mayor de 90 db

Eliminación de F.I.

Mayor de 100 dB.

Transmisor

Potencia de salida en R.F.

Hasta 100 mhz :25 w.

Modulación

De frecuencia

Desviación máxima de frecuencia

5 Khz con separación de canales de 25 Khz.

Características de audio

Preénfasis normalizado de 6 dB por octava

Emisiones espúreas

Mejor de 70 dB por debajo del nivel de portadora

Nivel de ruido de modulación

45 dB mínimo por debajo de la modulación normal

Alimentación

Tensión nominal: 13,5 V. c.c.

Consumo

En recepción : 0,12 A (sin señal)

En transmisión : 2A



CARACTERISTICAS TECNICAS      PORTATIL

2.1.- GENERAL

Márgenes de frecuencia

Cualquier frecuencia comprendida entre 68 y 174 MHz.

Canales

Hasta tres, con separación máxima de 0'8% de la frecuencia media dentro del margen de trabajo.

Separación entre canales

Mínima entre canales adyacentes: 25 ó 50 KHz. según versión

Control de frecuencia

Por cristales de cuarzo

Estabilidad de frecuencia

En márgenes de temperatura de -10 a +40° C y con variaciones en la alimentación inferiores a ±10%, mejor de ± 0'002% de la frecuencia de trabajo.

Precisión de frecuencia

Mejor o igual a 200 Hz a temperatura ambiente de 20° C

Impedancia de salida de antena

Asimétrica para cable coaxial de 50 Ohmios

Clase de servicio

Telefonía (F3), simplex o semiduplex

Alimentación

Tipo de batería: Recargable de cadmio-níquel. Capacidad 240 mA.h.

Tensión nominal: 14'4 V.

Consumo: En transmisión 200 mA. típico, 250 mA. máximo

En Recepción 40mA. máximo

En Espera (silenciador cerrado) 8 mA.

Autonomía: 10 horas con el 5% del tiempo en transmisión, 10% en recepción y resto del tiempo en espera.

## TRANSMISOR

Potencia de salida en RF

No inferior a 1 W. en cualquier frecuencia

Modulación

De frecuencia

Desviación máxima de frecuencia

5 ó 15 KHz. según versión

Características de audio

Preénfasis normalizado de 6 dB por octava

Emisiones espúreas

Mejor de 50 dB con relación al nivel de portadora

Nivel de ruido de la modulación

45 dB mínimo por debajo de la modulación total

## RECEPTOR

Sensibilidad

0'5 microvoltios de entrada en circuito cerrado, con desviación de 2'5 KHz a 1000 Hz, produce una relación señal/ruido mejor de 20 dB.

Selectividad

Superior a 60 dB para una separación de frecuencia de portadora de 25 KHz o superior.

Frecuencias intermedias

1ª 10'7 MHz

2ª 2 MHz

Salida de audio

No inferior a 250 mW. sobre altavoz de 50 ohmios

Distorsión de audio

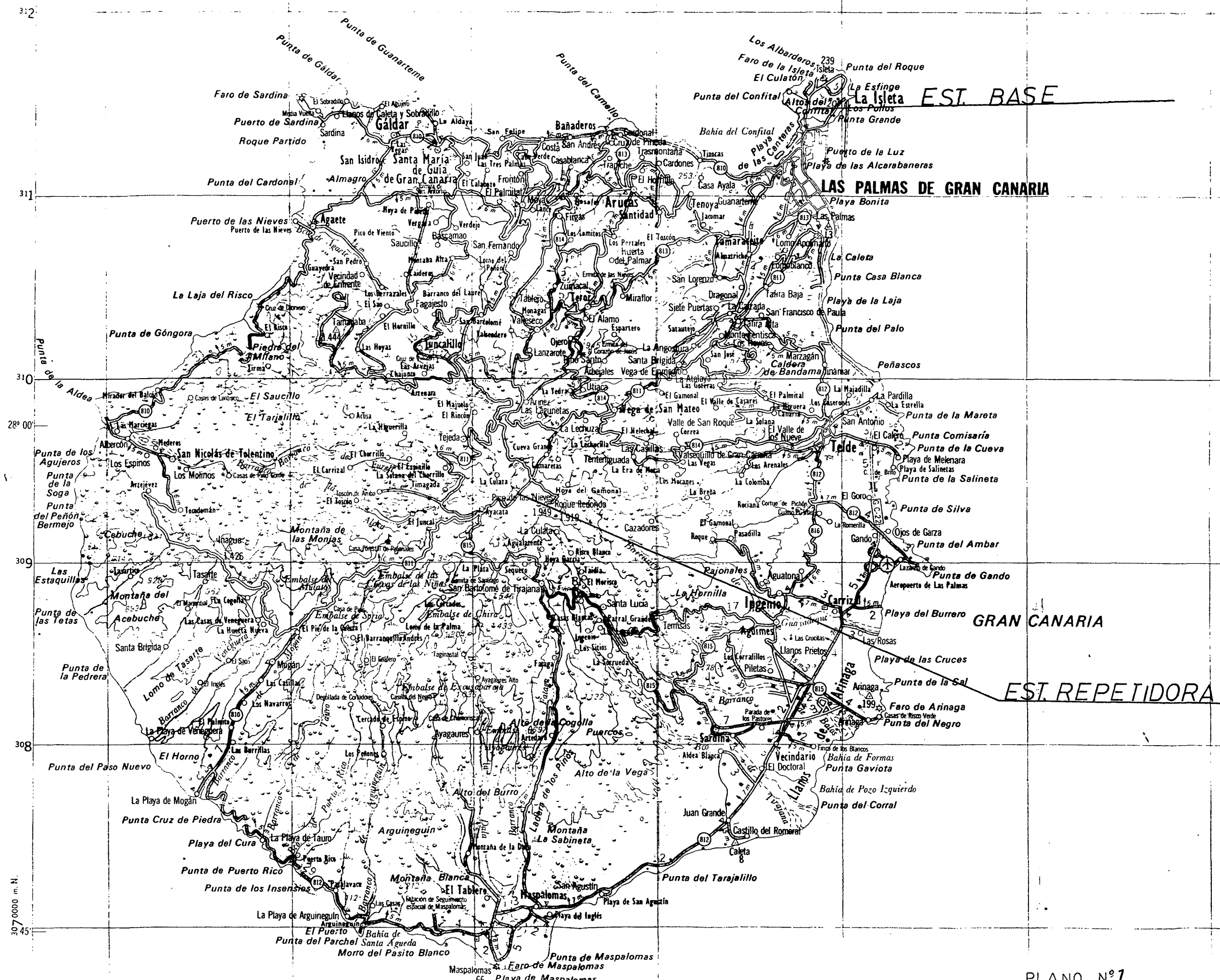
Inferior al 10% para 250 mW. de salida a 1000 Hz.

Características de audio

Deénfasis normalizado de 6 dB por octava

## INDICE DE PLANOS

PLANO Nº 1	ENCLAVAMIENTO DE LAS EST. BASE Y REPETIDORA
PLANO Nº 2	EMPLAZAMIENTO
PLANO Nº 3	SITUACION
PLANO Nº 4	INTENSIDAD DE CAMPO $\text{dB}(\text{Mv}/\text{m})$ PARA 1Kw. DE P.R.A.
PLANO Nº 5	VISTA TOPOGRAFICA DEL ASENTAMIENTO DEL REPETIDOR
PLANO Nº 6	DEFINICION DEL PARAMETRO Ah
PLANO Nº 7	PORCENTAJE DE TIEMPOS Y UBICACIONES
PLANO Nº 8	CORRECCION EN FUNCION DE LA FRECUENCIA Y DISTANCIA
PLANO Nº 10	DEGRADACION EN FUNCION DE LA FRECUENCIA
PLANO Nº 9	CARACTERISTICAS DEL DUPLEXOR
PLANO Nº 11	NIVELES DE RUIDO
PLANO Nº 12	COLOCACION DE ANTENAS EN LA EST. BASE
PLANO Nº 13	DIAGRAMA DE RADIACION DE ANTENAS: PLANO E
PLANO Nº 14	INSTALACION DE ANTENAS DEL REPETIDOR.
PLANO Nº 15	ESQUEMA DEL RECEPTOR
PLANO Nº 16	ESQUEMA DEL TRANSMISOR
FIG. Nº 17	CATALOGO DEL EQUIPO DE BASE /REPETIDOR
FIG. Nº 18	CATALOGO DE LOS MOVILES
FIG. Nº 19	CATALOGO DE LOS PORTATILES



EST. BASE

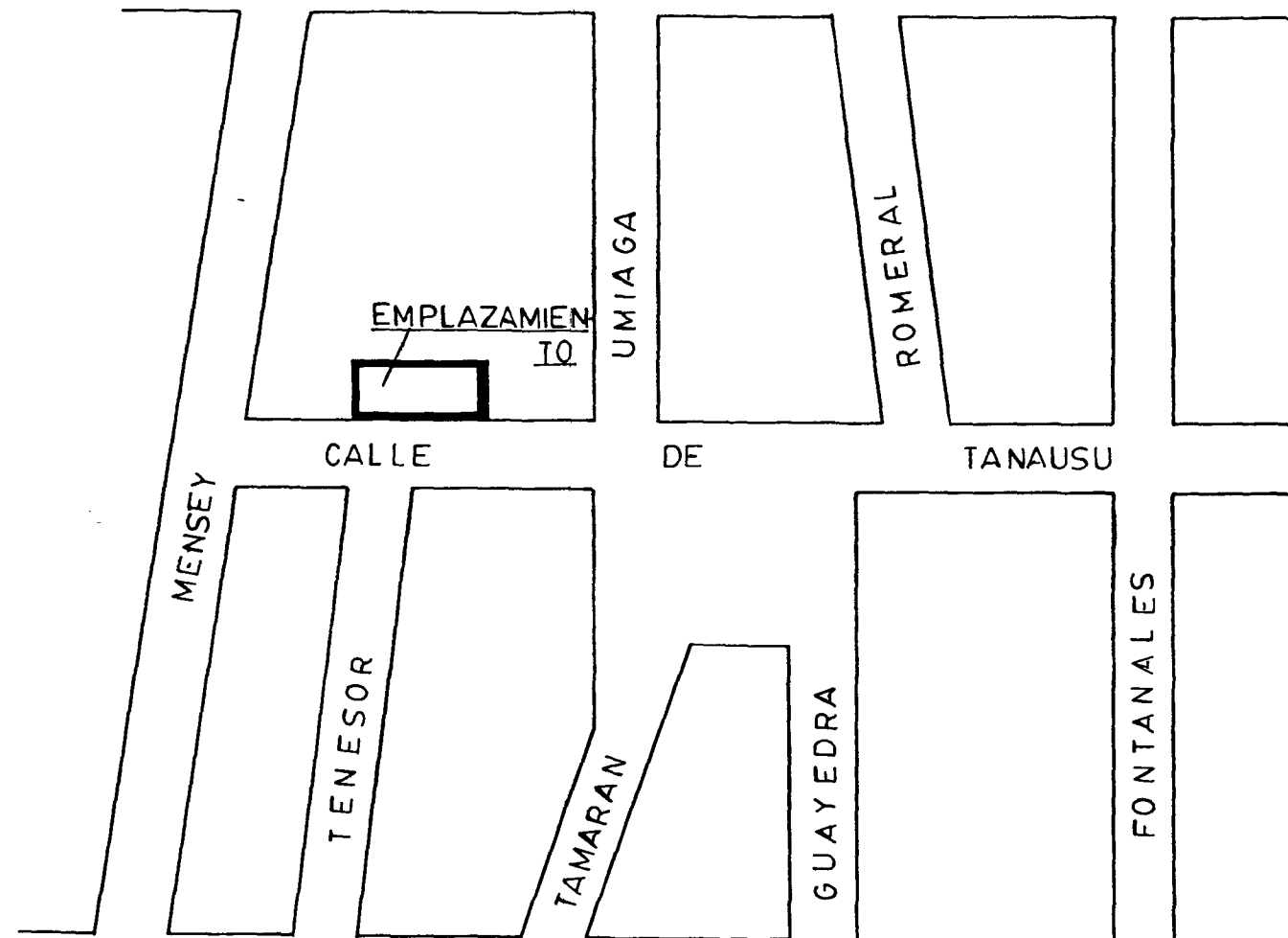
LAS PALMAS DE GRAN CANARIA

GRAN CANARIA

EST. REPETIDORA

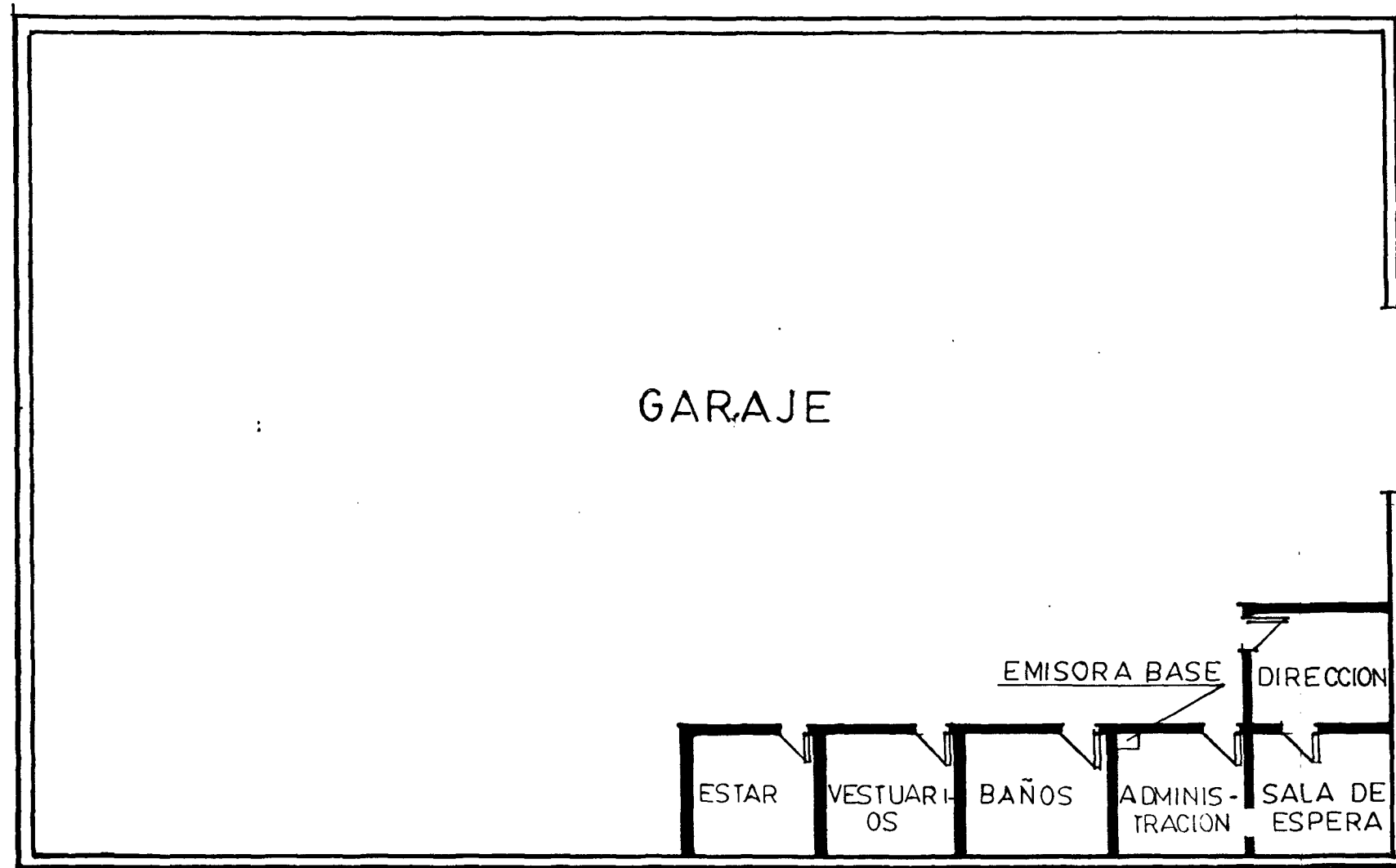
3070000 m. N.

© Del documento, los autores. Digitalización realizada por ULPGC. Biblioteca Universitaria, 2006

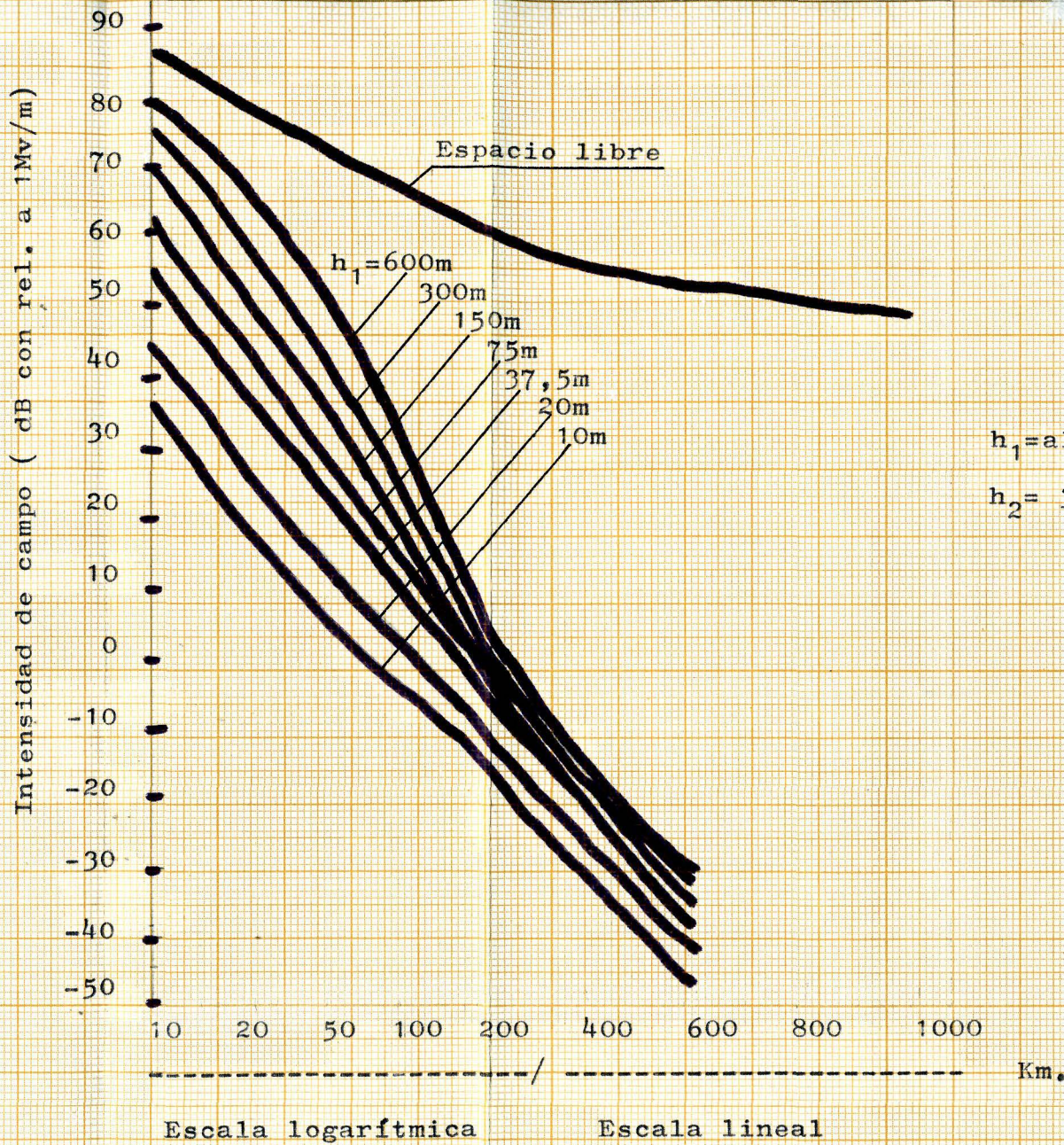


EMPLAZAMIENTO

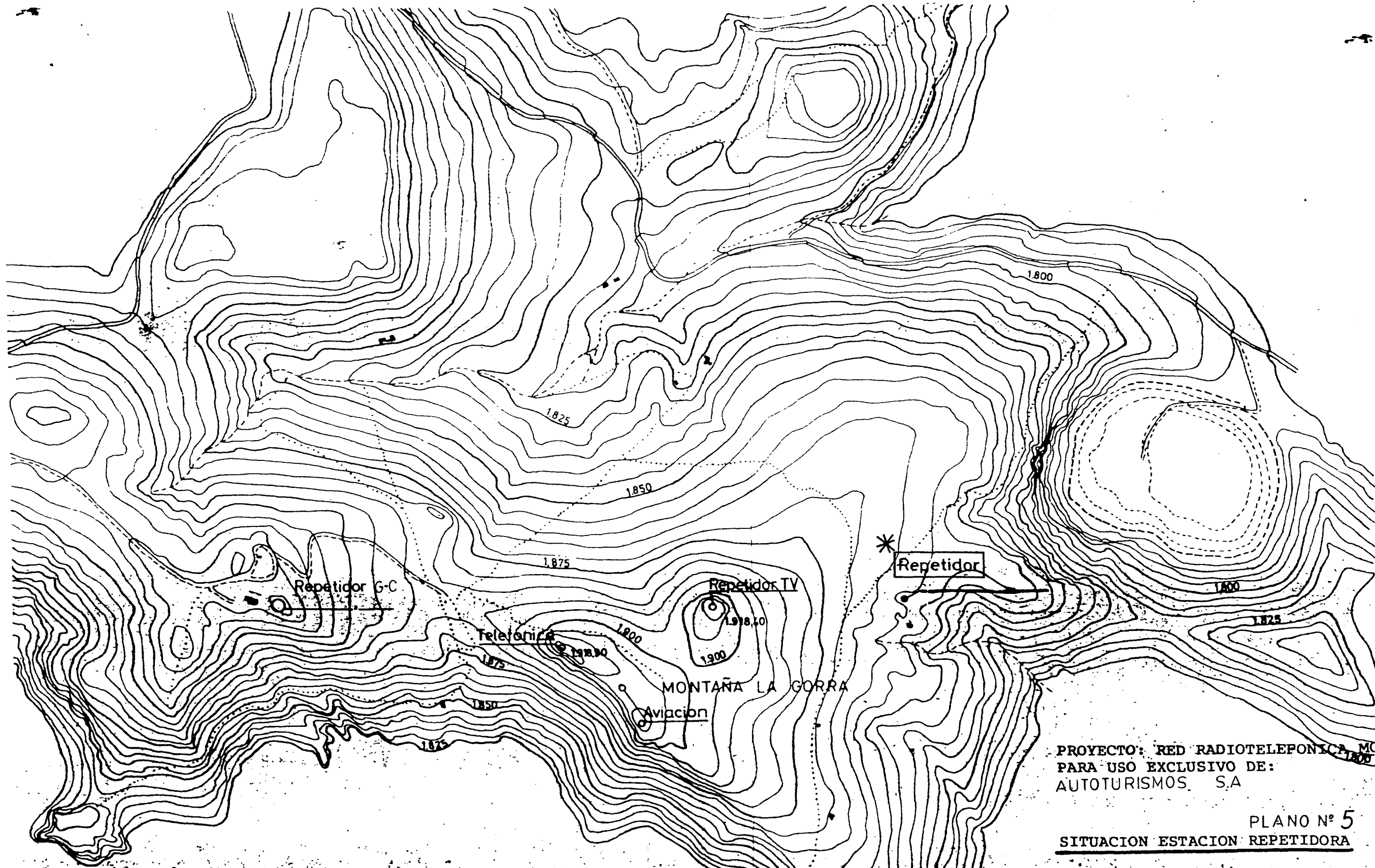
PLANO N° 2



SITUACION



Intensidad de campo dB (MV/m) para 1Kw de P.R.A. y 50% del tiempo y ubicaciones para la banda III. Ak = 50m y zona rural.



PROYECTO: RED RADIOTELEFONICA MOVIL  
PARA USO EXCLUSIVO DE:  
AUTOTURISMOS S.A

PLANO N° 5  
SITUACION ESTACION REPETIDORA





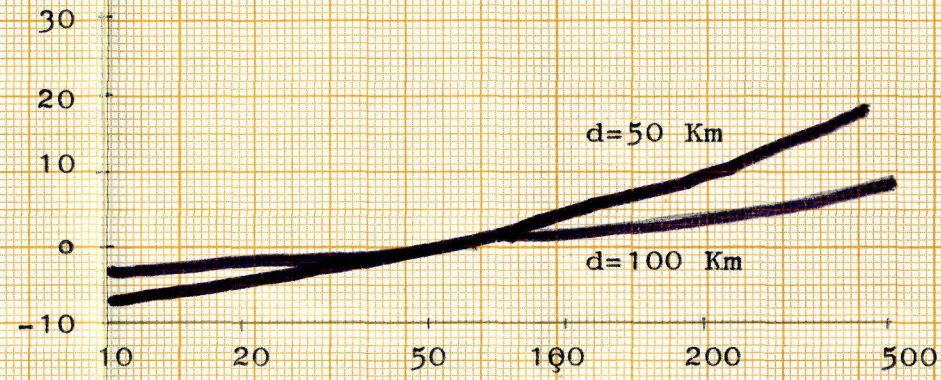
Definición del parámetro Ah.-



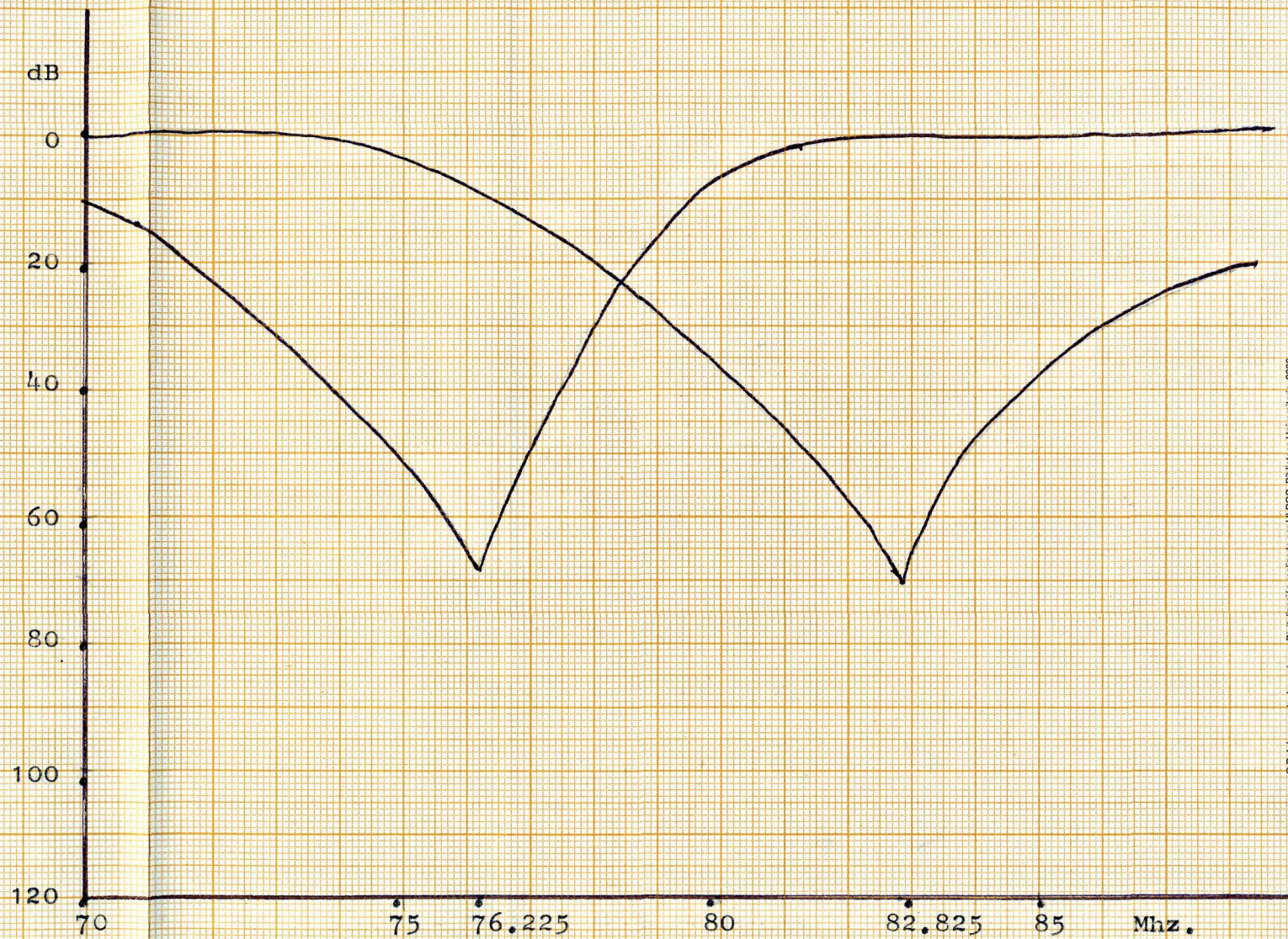
Porcentaje de las ubicaciones de recepción

Porcentaje de tiempos de recepción. Bandas I, II y III

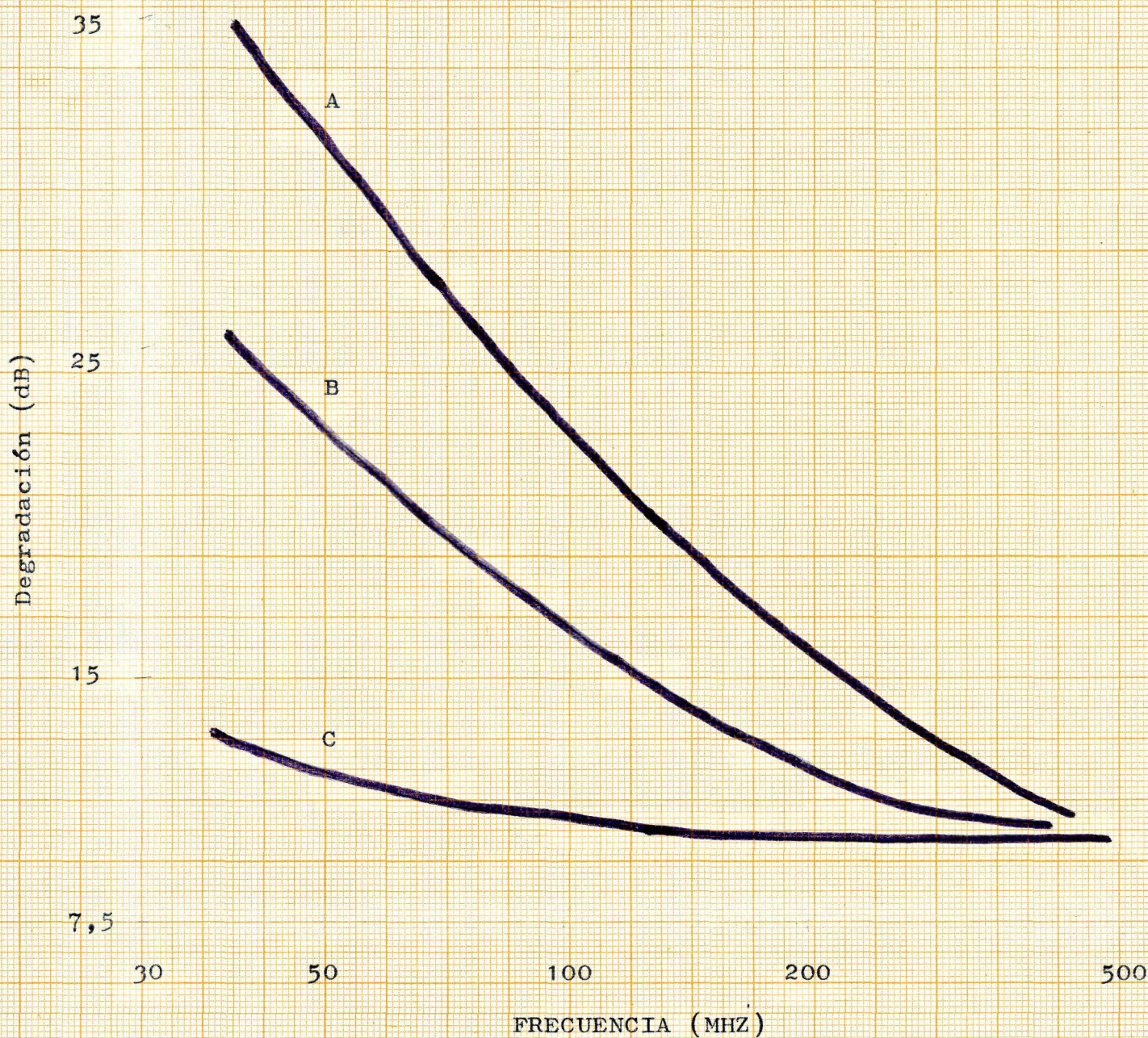
Factor de corrección de la atenuación dB



Factor de corrección ,en función de Ah, para frecuencias de 80- 250 Mhz.  
(d es la distancia desde el transmisor )

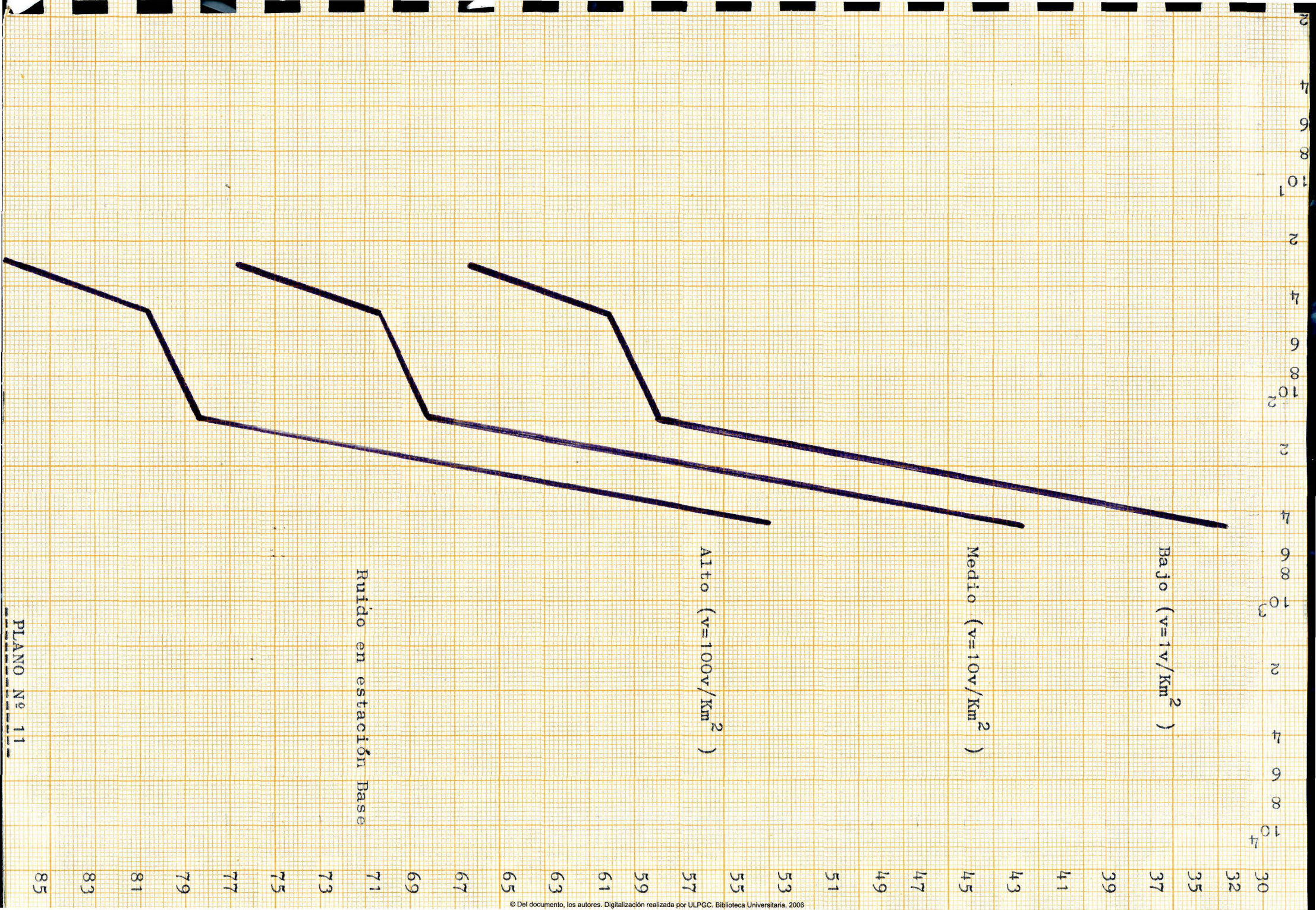


CARACTERISTICAS DEL DUPLEXOR? SINTONIZADO A LAS FRECUENCIAS DE 76.225 Y 82.825 Mhz  
 ANALOGAMENTE SE SINTONIZA EL OTRO DUPLEXOR PARA 68.925 Y 74.225 Mhz.

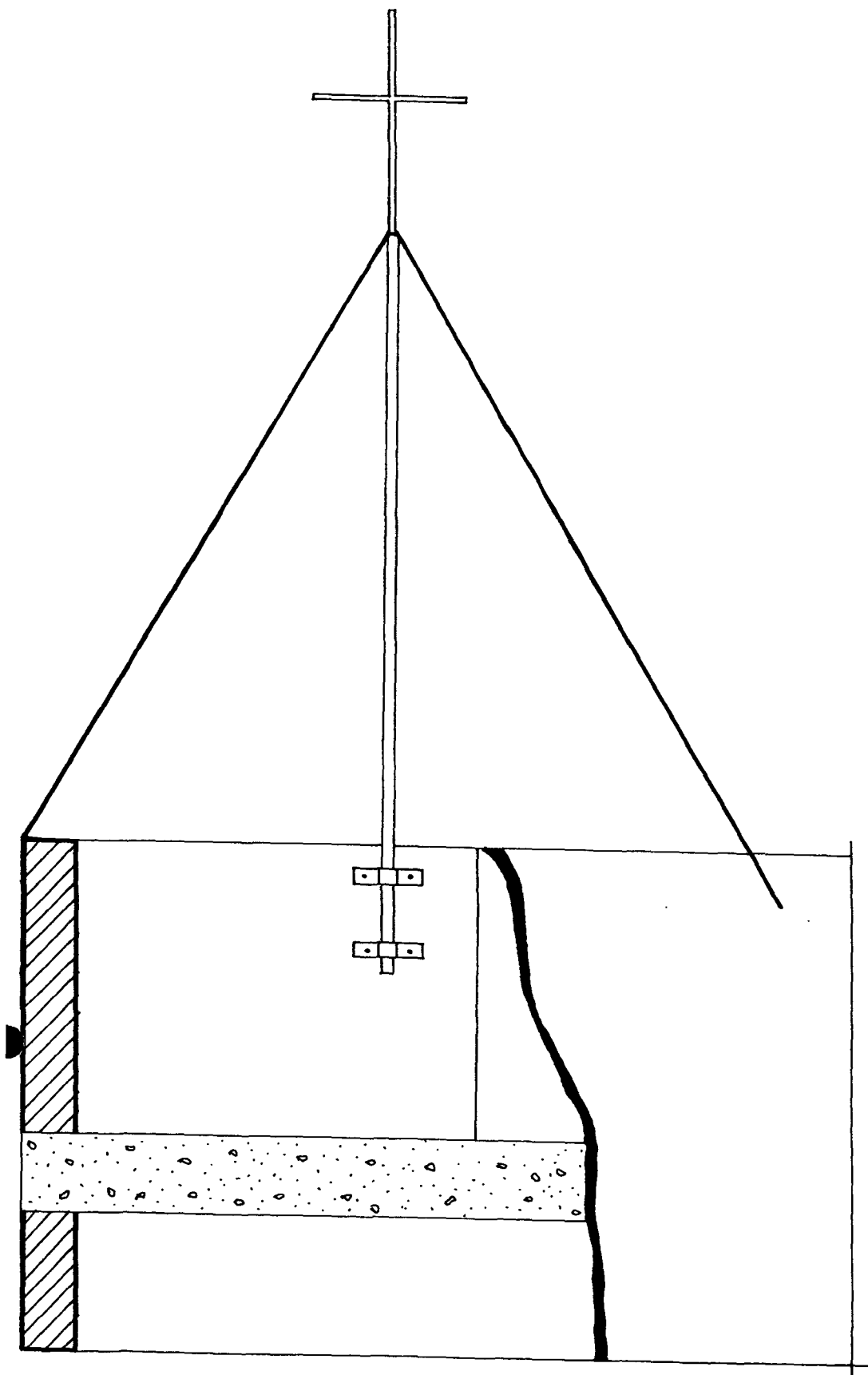


Degradación en función de la frecuencia (Grado 4)

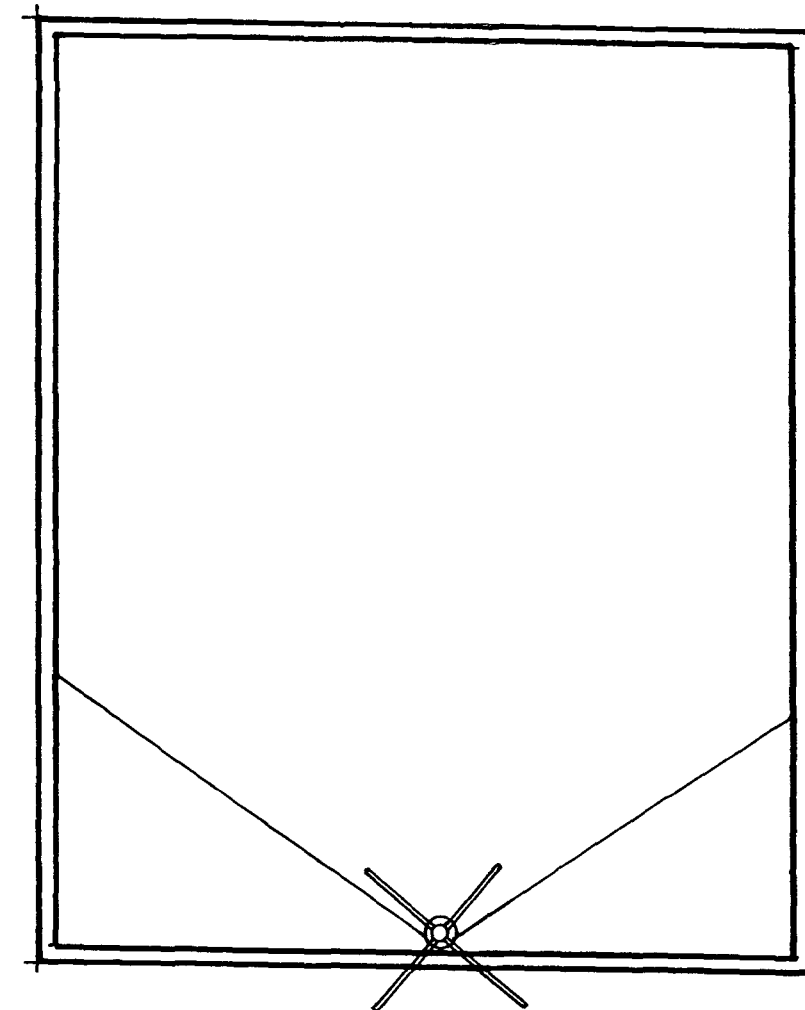
- A: vehiculo parado en una zona de mucho ruido
- B: vehiculo en movimiento en una zona de mucho ruido
- C: vehiculo en movimiento en una zona de poco ruido



Ruido en estación Base



ALZADO



PLANTA

DETALLE DE ANTENA DE LA ESTACION FIJA

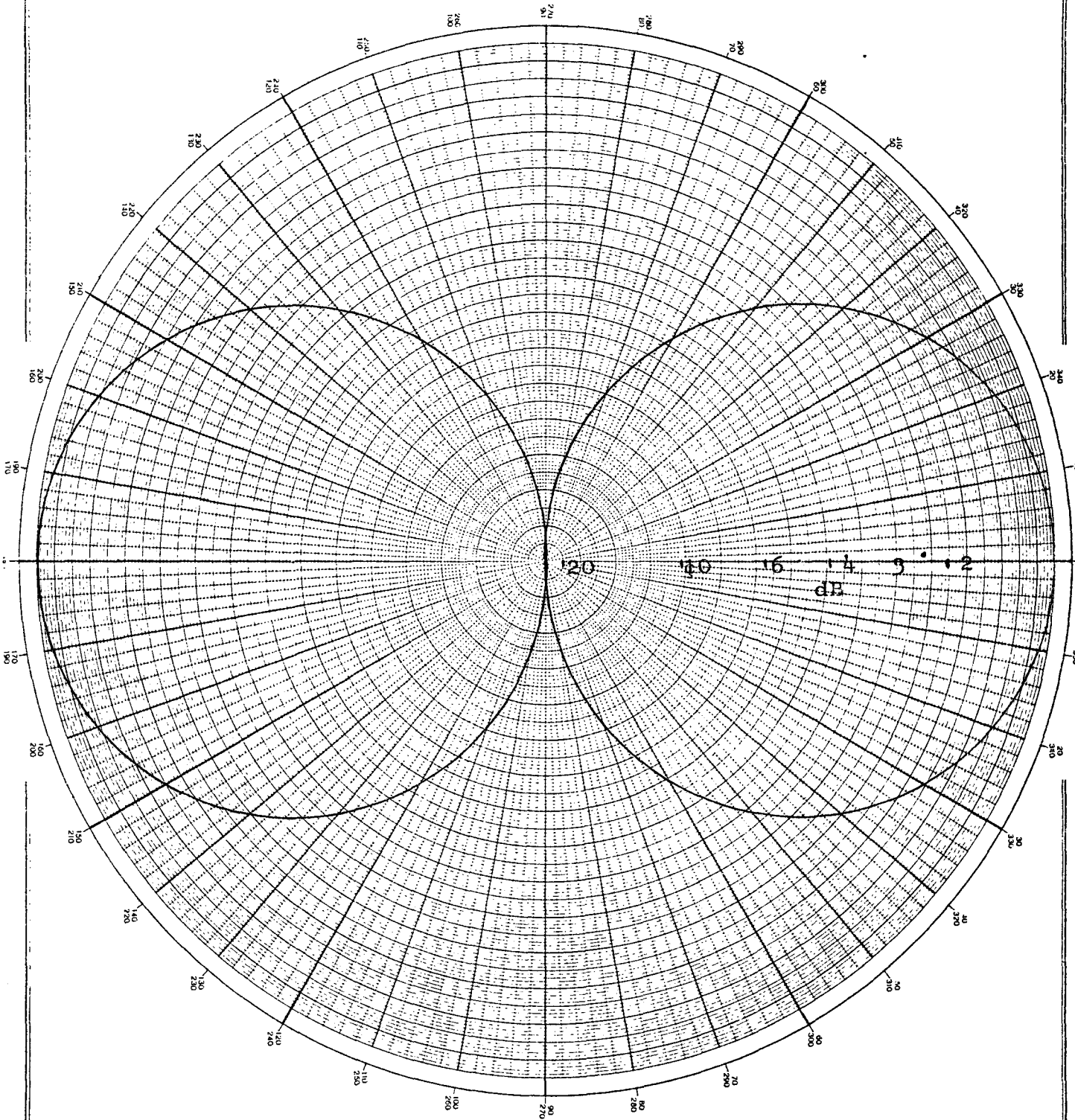
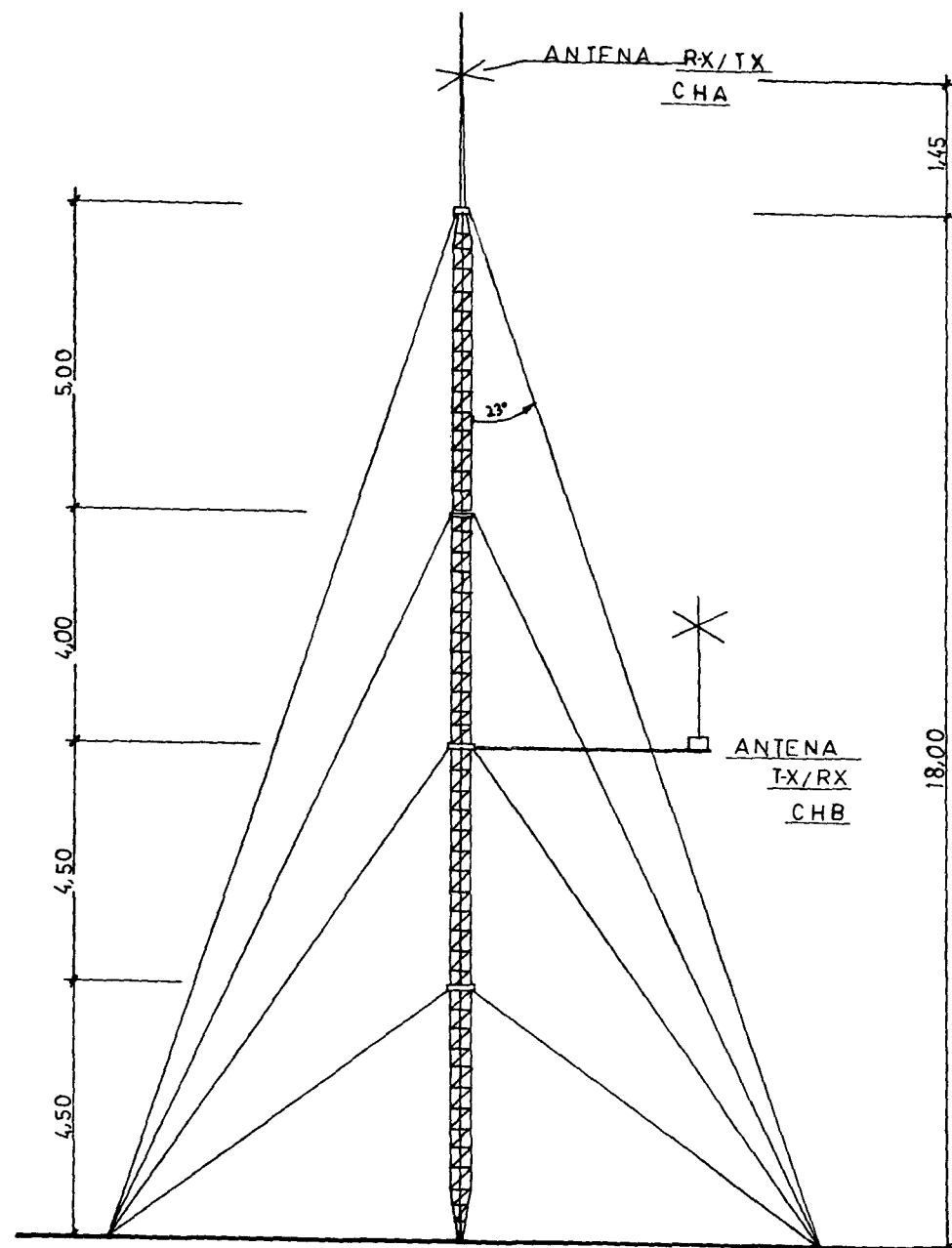


DIAGRAMA DE RADIACION : PLANO E

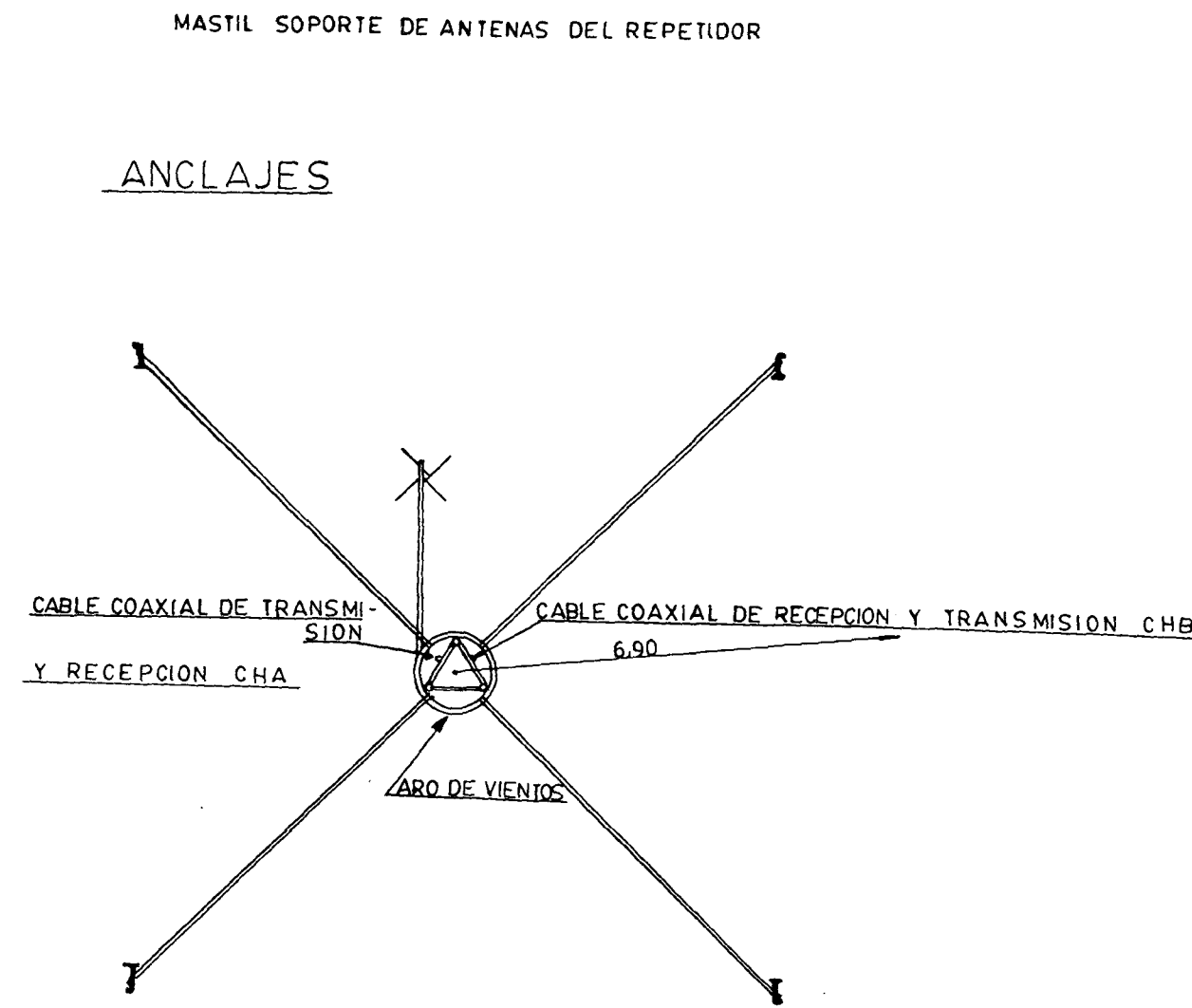
(Antenas de Base ,Repetidor,móviles y portátiles)

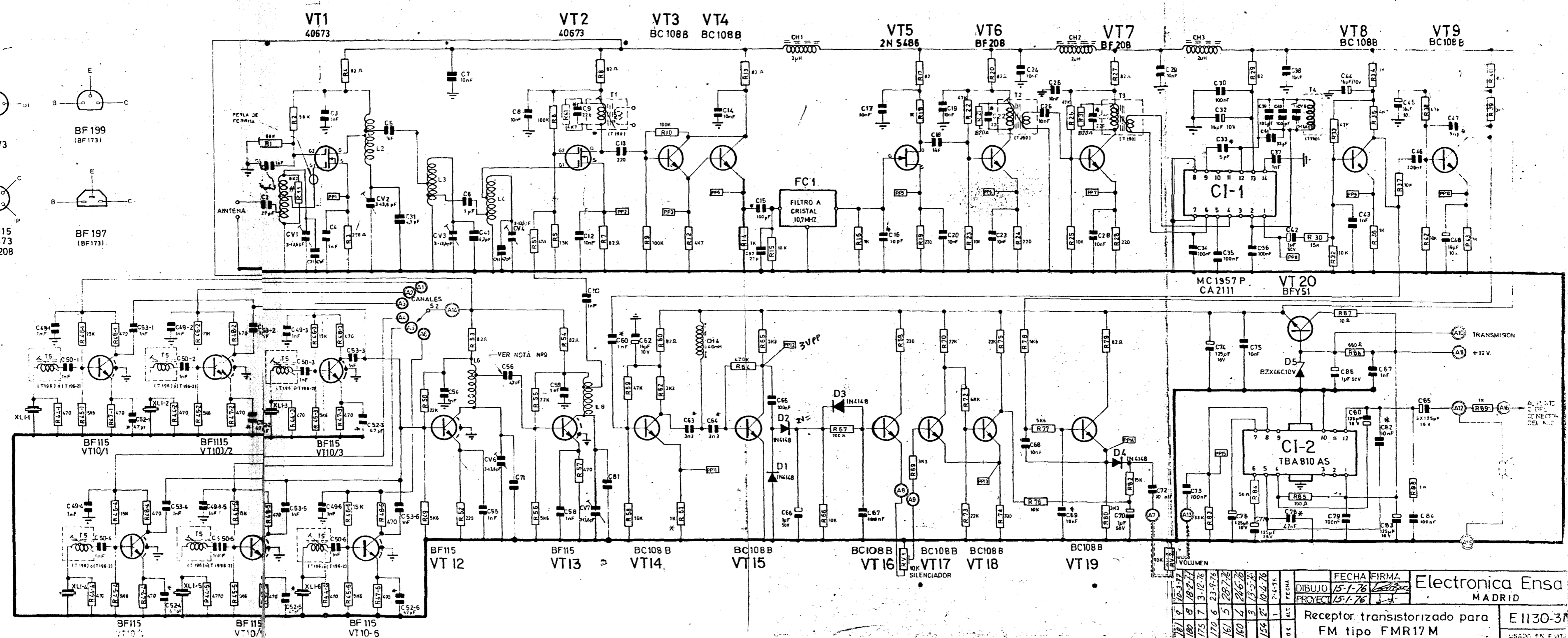
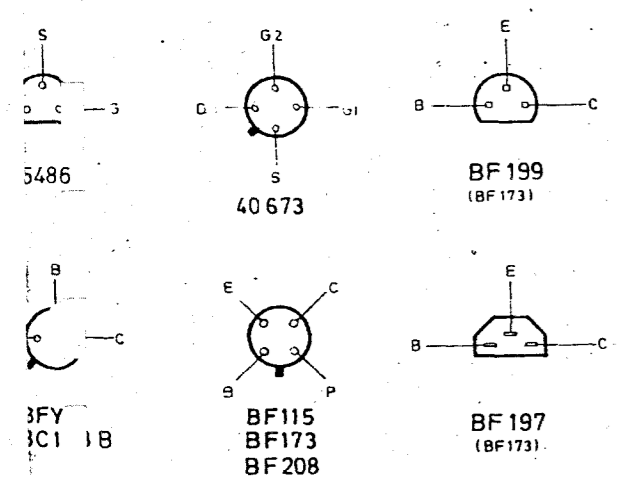
PLANO N°13





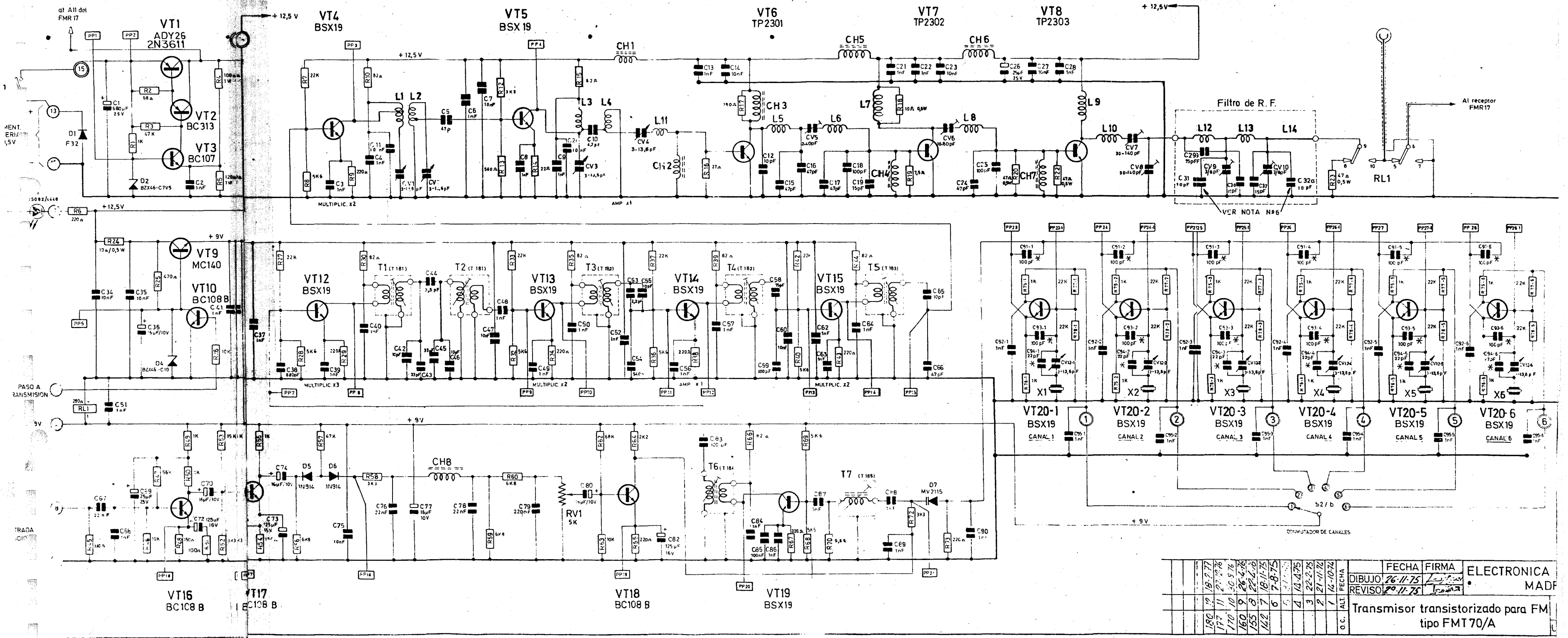
INSTALACION DE ANTENAS DEL REPETIDOR





VOLUMEN		FECHA FIRMA		Electronica Ensa	
181	9	15-1-76		MADRID	
180	8	15-1-76		Receptor transistorizado para	
175	7	3-12-76		FM tipo FMR17M	
170	6	23-9-76		E 1130-3M	
161	5	28-7-76		US200 EN E-176	
160	4	26-5-76			
156	3	13-3-76			
154	2	10-4-76			
DC	ALT.	FECHA			

PLANO N°15



O. C.		FECHA	FIRMA	ELECTRONICA
180	17	18-07-77		
177	11	27-12-76		
160	9	30-09-76		
155	8	26-04-76		
142	7	18-11-75		
	6	7-8-75		
	5	3-1-75		
	4	14-4-75		
	3	22-2-75		
	2	21-10-74		
	1	14-10-74		
DIBUJO	26-11-75			
REVISO	26-11-75			
Transmisor transistorizado para FM tipo FMT 70/A				MADRE

PLANO N°16



- CONTROL LOCAL O REMOTO
- HASTA SEIS CANALES CONTROLADOS A CRISTAL
- SIMPLEX O DUPLEX
- NORMAL O REPETIDOR AUTOMATICO
- TOTALMENTE TRANSISTORIZADO
- ALIMENTACION A CORRIENTE ALTERNA O 24 V C.C.

El Emisor-Receptor «Ensa» EN-223, es un equipo de VHF con modulación de frecuencia, especialmente diseñado para funcionar como estación fija central de una red móvil, pudiendo utilizarse también como colateral de otras fijas semejantes para enlaces punto a punto, por lo que el número de posibles aplicaciones es muy extenso.

El modelo normalizado dispone de un canal en frecuencia sencilla o doble, en simplex y con control local. Puede funcionar en duplex o en semiduplex y utilizarse, en ambos sistemas, como estación repetidora.

El equipo está totalmente transistorizado y proporciona una potencia de salida en VHF de 20/25 W de acuerdo con la banda de frecuencias en que funciona el equipo. Los transistores del paso final del transmisor son excepcionalmente robustos y pueden soportar sin daños desadaptaciones o cortocircuitos en la antena. Se han empleado exclusivamente semiconductores de silicio por las ventajas que estos proporcionan, principalmente en cuanto a la estabilidad de características ante grandes variaciones de la temperatura.

El conjunto de transmisor y receptor va montado sobre un único chasis normalizado de 19 pulgadas que incluye también los circuitos de alimentación y los necesarios para el control remoto y el resto de facilidades de funcionamiento. Puede alimentarse indistintamente de la red normal de c.a. o de una batería de 24 V. c.c., facilidad muy importante para los casos en que se precise un funcionamiento con-

tinuo con independencia de fallos en la red.

El panel frontal incorpora un aparato de medida que permite controlar las tensiones y corrientes más importantes, además de los mandos normales de volumen, silenciador, canales y forma de control, disponiendo de indicaciones luminosas muy completas.

El equipo puede manejarse a distancia mediante la unidad de control tipo UCR5, cuya conexión al mismo se hace por una línea telefónica de características normales. Dicha unidad, que tiene forma de un teléfono de sobremesa normal, posee un altavoz que es automáticamente desconectado al descolgar el microteléfono, permitiendo así la escucha privada. El paso a transmisión se efectúa mediante un pequeño pulsador montado en el mismo microteléfono. Puede usarse con versiones repetidoras del EN-223 e incluir la facilidad de cambio de canales.

Cuando la separación entre equipo y control es menor de 100 metros, ofrecemos otra unidad tipo UCL7 que tiene características análogas por menor precio.

FABRICADO POR

### ELECTRONICA ENSA, S. A.

Calle San Rafael, s/n.

ALCOBENDAS - Zona Industrial • MADRID (España)

# CARACTERISTICAS TECNICAS

## GENERAL

### Márgenes de frecuencias:

Cualquier margen comprendido entre 29,5 y 175 MHz.

### Canales:

De uno hasta seis dentro del margen de trabajo, con separación máxima de 0,8 % de la frecuencia media.

### Separación entre canales:

50 ó 25 KHz, a petición.

### Control de frecuencia:

Por cristal de cuarzo.

### Estabilidad de frecuencia:

En márgenes de temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$  y con variaciones en la alimentación inferiores a  $\pm 10\%$ , superior a  $\pm 0,002\%$  de la frecuencia nominal.

### Precisión de frecuencia:

Mejor o igual a 200 Hz a una temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C}$ .

### Impedancia de salida de antena:

50 ohms para cable coaxial asimétrico.

### Clase de servicio:

Telefonía (F3). Simplex o duplex.

## TRANSMISOR

### Potencia de salida en R. F.:

Hasta 100 MHz: 25 W mínimo sobre 50 ohmios.  
Por encima de 100 MHz: 20 W mínimo sobre 50 ohmios.

### Modulación:

De frecuencia.

### Desviación máxima de frecuencia:

Ajustable hasta 15 KHz de desviación.

### Características de audio:

Pre-énfasis normalizado de 6 db por octava.

### Emisiones espúreas:

Mejor que 70 db por debajo del nivel de portadora.

### Nivel de ruido de la modulación:

45 db mínimo por debajo de la modulación total.

## RECEPTOR

### Sensibilidad:

0,5 microvoltios de entrada en circuito cerrado, con desviación de 5 KHz a 1.000 Hz, produce una relación señal/ruido mejor de 20 db.

### Selectividad:

Atenuación de 80 db para una separación de frecuencia de portadora de 50 KHz.

### Respuestas espúreas:

Todas por debajo de 80 db del nivel de la señal deseada.

### Frecuencias intermedias:

1.º: 10,7 MHz. 2.º: 450 KHz.

### Salidas de audio:

2 W sobre altavoz de 3 ohms.

### Distorsión de audio:

Inferior a 10 % para 2 W de salida a 1.000 Hz.

### Características de audio:

De-énfasis normalizado de 6 db por octava.

### Atenuación de frecuencia imagen:

Mayor de 80 db.

### Eliminación de F. 1.:

Mayor de 90 db.

## ALIMENTACION

### CORRIENTE ALTERNA:

110-130 y 220-230 V.  $\pm 10\%$ . 50-60 Hz. monofásica.

### Consumo:

En recepción (silenciador conectado):  $\approx 22\text{ VA}$ .  
En transmisión: 100 VA.

### CORRIENTE CONTINUA:

24 V.  $+20\%$   
 $-10\%$

### Consumo:

En recepción (silenciador conectado): 150 mA.  
En transmisión: 4,2 A.

## UNIDAD DE CONTROL REMOTO TIPO UCR5

La conexión a los equipos fijos, con o sin repetición automática, se hace mediante una línea telefónica normal de 600 ohmios. Máxima resistencia de anillo, 2.000 ohmios en c.c. Atenuación máxima, 15 dB a 1.000 Hz.

Cuando se quiere conmutar canales desde esta misma unidad de control se necesita un hilo más por canal y un hilo común. La resistencia máxima de anillo sería de 3.000 ohmios en c.c.

## UNIDAD DE CONTROL LOCAL TIPO UCL7

Esta unidad de control separado se emplea para distancias hasta 100 metros. Tiene las mismas facilidades que la UCR5, pero necesita 6 hilos de interconexión con el equipo.

## DIMENSIONES Y PESO

	Alto	Ancho	Fondo	Peso
Equipo en su caja	15 cm	49 cm	38 cm	17 Kg

Se reserva el derecho de modificar el diseño de este equipo sin previo aviso.



## Emisor-Receptor móvil de VHF

- **transistorizado totalmente**
- **escaso consumo**
- **construcción robusta**
- **tamaño muy reducido**
- **gran facilidad de mantenimiento**
- **admite sin daño cortocircuitos en antena**



Los emisores-receptores EN-170 y EN-171, fabricados por Electrónica Ensa, S. A., son equipos de VHF con modulación de frecuencia diseñados especialmente para funcionar instalados en vehículos. Los dos equipos son básicamente idénticos, con la única diferencia de que el primero proporciona una potencia de salida de 25 W. y el segundo de 10 W., ambas cifras en cualquier frecuencia dentro de la banda de funcionamiento.

Están totalmente transistorizados, habiéndose utilizado exclusivamente semiconductores de silicio, lo que proporciona una gran estabilidad de características frente a variaciones de temperatura. Están protegidos contra inversiones de polaridad y los transistores del paso final son tan robustos que pueden soportar cualquier tipo de desadaptaciones en antena, incluso cortocircuitos, sin averías.

Son de construcción metálica muy robusta, con una gran protección contra el polvo y posibles salpicaduras de agua. Su presentación y acabado es de la mejor calidad y su tamaño muy reducido, lo que facilita su montaje en cualquier tipo de vehículo.

Están basados en circuitos exhaustivamente probados, con un holgado diseño y utilizando componentes de primera calidad, circunstancias que confieren a este equipo una gran seguridad de funcionamiento. Por otra parte las operaciones de revisiones y mantenimiento son fácilmente realizables, obteniéndose acceso al interior del equipo sin más que quitar unos tornillos en las tapas superior e inferior.

Se alimenta de la propia batería del vehículo, de 12 V., disponiendo de un estabilizador de tensión que le protege de las variaciones en la batería. De esta forma se logra la estabilidad de características necesaria y se reduce al mínimo la posibilidad de averías.

En su versión normal, el equipo se suministra con altavoz independiente, brida de sujeción, micrófono con soporte y antena de látigo de acero inoxidable. Se dispone también de convertidores de tensión para conectar el equipo a 24 V. c. c.

Este modelo, además de la extensa gama de radiotelefonos "Ensa", está respaldado por un servicio de mantenimiento eficaz y rápido. Nuestros clientes lo pueden confirmar.

## CARACTERISTICAS TECNICAS

GENERAL	
<b>Clase de servicio</b>	Telefonía (F3). Simplex o semiduplex.
<b>Modulación</b>	De frecuencia.
<b>Márgenes de frecuencia</b>	Cualquiera comprendida entre 29,5 y 175 MHz.
<b>Número de canales</b>	Hasta seis, dentro de 0,8 % de la frecuencia media.
<b>Separación entre canales</b>	25 ó 50 KHz, según se desee.
<b>Control de frecuencia</b>	Por cristales de cuarzo.
<b>Estabilidad de frecuencia</b>	Superior a $\pm 0,002$ % de la frecuencia de trabajo.
<b>Impedancia de salida de antena</b>	50 ohmios para cable coaxial asimétrico.
<b>Alimentación</b>	Tensión nominal 13,5 V. c. c.
<b>Consumo</b>	En recepción: 0,12 A. (sin señal). En transmisión: 5 A. (EN-170) - 2 A. (EN-171).
<b>Dimensiones</b>	Alto: 6 cm. Ancho: 21 cm. Fondo: 22 cm.
<b>Peso</b>	2,500 kg.
TRANSMISOR	
<b>Potencia de salida</b>	EN-170: 25 W. EN-171: 10 W.
<b>Emissiones espúreas</b>	Mejor de 70 db. por debajo del nivel de portadora.
<b>Ruido de modulación</b>	45 db. mínimo por debajo de la modulación total.
RECEPTOR	
<b>Sensibilidad</b>	Superior a 20 db. para 0,5 $\mu$ V. de entrada (d. d. p.).
<b>Salida de audio</b>	No inferior a 2 W., con distorsión menor del 10 %.
<b>Atenuación de frecuencias espúreas e imagen</b>	Mayor de 70 db.
<b>Eliminación de F. I.</b>	Mayor de 100 db.
<b>Selectividad</b>	Superior a 80 db. para una separación de frecuencia de 50 KHz. o 25 KHz. (según separación pedida).

FABRICADO POR:

**ELECTRONICA ENSA, S. A.**

Calle San Rafael, 4 • ALCOBENDAS - Zona Industrial • MADRID (España)

Nos reservamos el derecho de modificar, sin previo aviso, las características figuradas en este folleto.

# Ensa

## Emisor - Receptor portátil tipo EN - 314

Este radioteléfono, eminentemente portátil, puede usarse para enlaces con otros portátiles o como complemento de redes formadas por equipos fijos y móviles. Es ideal para ser empleado por Agentes de Policía, Guardas Jurados, Forestales, etc., y para toda clase de servicios que requieran que una persona esté en comunicación en cualquier momento con una base.

Es un equipo muy ligero y llevado cómodamente; al mismo tiempo, debido a su construcción metálica, es robusto y de plena confianza en el funcionamiento.

Como se puede apreciar en la fotografía, la comunicación puede ser directa mediante el micrófono/altavoz incorporado o a través de otro independiente conectado en paralelo, quedando el radioteléfono sujeto al cuerpo para los usuarios que prefieran este tipo de empleo.

Su consumo reducido, debido en parte al circuito especial economizador de batería, proporciona una autonomía de unas diez horas de trabajo normal. Dicho circuito economizador asegura la máxima potencia posible con el menor consumo.

La batería recargable de cadmio-níquel está contenida en una caja que está conectada a la parte inferior del equipo. Para la recarga basta separarla y enchufarla en el cargador. Disponiendo de una segunda batería de reserva, el equipo puede seguir funcionando, mientras que la otra está en carga. Se ha incorporado también un circuito especial que protege las baterías contra carga inversa, lo que ocurre a menudo cuando el operador deja el equipo conectado hasta agotar completamente las baterías.

Dispone de un enchufe coaxial para la conexión de una antena de látigo helicoidal. También se puede conectar un cable con una antena independiente para poder aumentar su alcance.

El cargador especial para este equipo puede cargar hasta cuatro baterías a la vez.



FIGURA Nº 19

**Tamaño muy reducido.**

**Construcción robusta.**

**Autonomía amplia entre cargas.**

**Gran facilidad de mantenimiento.**



# CARACTERISTICAS TECNICAS

## GENERAL

**Márgenes de frecuencia:** Cualquier frecuencia comprendida entre 68 y 174 MHz.

**Canales:** Hasta tres, con separación máxima de 0,8 % de la frecuencia media dentro del margen de trabajo.

**Separación entre canales:** Mínima entre canales adyacentes: 25 KHz ó 50 KHz (según pedido).

**Control de frecuencia:** Por cristal de cuarzo.

**Estabilidad de frecuencia:** En márgenes de temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+40^{\circ}\text{C}$ , mejor de  $\pm 0,0015\%$  de la frecuencia de trabajo.

**Precisión de frecuencia:** Mejor o igual a 200 Hz a una temperatura ambiente de  $20^{\circ}\text{C}$ .

**Impedancia de salida de antena:** Asimétrica para cable coaxial de 50 ohms.

**Clase de servicio:** Telefonía (F3). Simplex o semiduplex.

## TRANSMISOR

**Potencia de salida en R.F.:** No inferior a 1 W en cualquier banda.

**Modulación:** De frecuencia (fase).

**Desviación máxima de frecuencia:** 5 KHz ó 10 KHz.

**Características de audio:** Pre-énfasis normalizado de 6 db por octava.

**Emisiones espúreas:** Mejor de 60 db por debajo del nivel de portadora.

**Nivel de ruido de la modulación:** 45 db mínimo por debajo de la modulación total.

El equipo básico es suministrado con correa, antena helicoidal flexible y su batería. Opcionalmente puede entregarse también con micrófono/altavoz independiente con clip, estuche de cuero y batería de repuesto.

*Nos reservamos el derecho de modificar, sin previo aviso, las características figuradas en este folleto.*

## RECEPCION

**Sensibilidad:** 0,5 microvoltios de entrada en circuito cerrado, con desviación de 2,5 KHz a 1.000 Hz produce una relación señal/ruido mejor de 20 db.

**Selectividad:** Atenuación de 60 db para una separación de frecuencia de portadora de 25 KHz ó 50 KHz (según pedido).

**Salida de audio:** 250 mW.

**Distorsión de audio:** Inferior al 10 % para 250 mW de salida a 1.000 Hz.

**Características de audio:** De-énfasis normalizado de 6 db por octava.

## ALIMENTACION

**Tipo de batería:** Recargable de níquel-cadmio 12 V.

**Autonomía:** 10 horas en condiciones normales de funcionamiento.

## PANEL DE MANDO

Incorpora un conmutador de desconectado/conectado con selección de canales, mandos de volumen y silenciador, enchufe coaxial de antena y enchufe de micrófono/altavoz.

## DIMENSIONES Y PESO

Alto	Ancho	Fondo	Peso
230 mm	80 mm	33 mm	0,9 kg

FABRICADO POR:

***Electrónica Ensa, S. A.***

Calle San Rafael, 4 • ALCOBENDAS (Zona industrial) • MADRID (España)

Teléfono 652 07 00

Dir. teleg.: ELECTRONICA

-----  
PRESUPUESTO

ESTACION REPETIDORA

1-Equipo Emisor-Receptor Ensa EN-223R con capacidad para seis canales, de 25 waticos, equipado con cristales para un solo canal para funcionamiento como repetidor automático completo con micrófono, antena fija omnidireccional y 30 m. de cable coaxial.-Alimentación 125/220 V c.a. y 24 V c.c.....174.650 Pts.

1-Duplexor de antenas de cuatro cavidades tipo RYMSA, para la banda de 68-74,5 Mhz. ....34.040 Pts.

-Parte proporcional de los gastos, por la instalación en la cumbre que incluye la caseta, mástil soporte de antenas y grupo electrógeno.....115.000 Pts.

-Instalación del repetidor en el lugar señalado, incluyendo materiales y mano de obra, ajustes y pruebas del equipo..23.500 Pts.

ESTACION BASE EN OFICINA

1-Equipo Emisor-Receptor Ensa de 25w, tipo EN-223S, equipado con cristales para un solo canal, completo con micrófono, antena omnidireccional y 30 m. de cable coaxial. Alimentación 125/220 V c.a. y 24 V c.c.-.....155.920 Pts.

-Instalación del equipo Base, incluyendo material y mano de obra, ajustes y pruebas .....12.000 Pts.

## ESTACIONES MOVILES EN VEHICULOS

15-Equipos Emisores-Receptores ENSA de 25 w, tipo EN-170, para operación en un solo canal, completo con micrófono, antena omnidireccional y 30 m. de cable coaxial. Alimentación 125/220 V c.a. y 24 V c.c. a Pts c/u 70.670 son ..... 1.060.050 Pts.

-Instalación de los 15 equipos móviles en otros tantos vehículos incluyendo material y mano de obra, ajustes y pruebas a 3000 Pts c/u son.....45.000 Pts.

## ESTACIONES PORTATILES

5-Equipos Emisor-Receptor de 1w. tipo EN 314 portátil, equipado con cristales para un solo canal , completo con micrófono y altavoz incorporado, antena helicoidal flexible, batería recargable Ni-Cd son Pts c/u 55.250 .....276.250 Pts.

5-Fundas de cuero para equipos anteriores a Pts c/u 1300 ... son en total.....6.500 Pts.

5-Baterías de acumuladores de repuesto para cada equipo EN-314 a Ptas c/u 5.443 son .....27.215 Pts.

1-Cargador de baterías para los equipos portátiles con capacidad de carga de 5 baterías simultáneamente.....19.110 Pts.

---

TOTAL	1.949.235 Pts.
	232.190
	<hr/>
	2.181.425 Pts.

El valor total de la instalación asciende a, un millón, novecientas cuarenta y nueve mil, doscientas treinta y cinco pesetas.

NOTA: Como hemos considerado la configuración de doble cruzado , habrá que añadir a este presupuesto 232.190 Pts. en concepto de otro Repetidor, Duplexor e instalación del mismo, lo que suma un total de dos millones, ciento ochenta y una mil cuatrocientas veinticinco