

ORIGINAL

TITULO

EMISORA DE FM Y RADIOENLACE LAS PALMAS-POZO DE LAS NIEVES

TUTOR.

ALUMNO.- GABRIEL J. PEREZ PEREZ

CURSO ACADEMICO 1.980-1.981

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, OCTUBRE DE 1.981

EMISORA DE FM Y RADIOENLACE LAS PALMAS-POZO DE LAS NIEVES

COMPOSICION.-

El presente proyecto consta de dos partes:

MEMORIA Y

PLANOS

INDICE DE LA MEMORIA.-

INTRODUCCION

EMISORA DE FM	PAG.
--NORMAS PARA LA RADIODIFUSION SONORA CON MODULACION DE FRECUENCIA EN ONDAS METRICAS	1
--SISTEMAS ESTEREOFONICOS PARA LA RADIODIFU+ SION CON MODULACION DE FRECUENCIA EN ONDAS METRICAS	3
--RADIODIFUSION ESTEREOFONICA	6
--CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS TRANSMISIONES ESTEREOFONICA CON MODULACION DE FRECUENCIA QUE HAN DE SER CONTROLADASZ.....	13
--POLARIZACION DE LAS EMISIONES DE RADIODIFUSION CON MODULACION DE FRECUENCIA EN LA BANDA 8	14

ENLACE DE MI-

CROONDAS

--DISPOSICION DE LOS CANALES RADIOELECTRICOS DE LOS SISTEMAS DE RELEVADORES RADIOELECTRICOS PARA TE- LEFONIA Y TELEVISION CON UNA CAPACIDAD DE 600 a 1.800 CANALES TELEFONICOS O SU EQUIVALENTE; QUE TRABAJAN EN LAS BANDAS de 2 Y 4GHz	21
---EFECTOS DE LA PROPAGACION EN EL DISEÑO Y FUNCIONA- MIENTE DE LOS SISTEMAS RELEVADORES RADIOELECTRICOS CON VISIBILIDAD DIRECTA	24
--CARACTERISTICAS PREFERIDAS PARA LA TRANSMISION SI- MULTANEA DE UN CANAL DE TELEVISION Y DE CUATRO CA- NALES DE SONICO, COMO MAXIMO, POR SISTEMAS DE RELE- VADORES RADIOELECTRICOS ANALOGICOS	28

<p>—TIPOS DE CANALES DE SERVICIO QUE HAN DE PREVERSE PARA LA EXPLOTACION Y EL MAN_ TENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RELEVA- DORES RADIOELECTRICOS</p>	31
<p>CALCULOS</p>	
<p>—GENERALIDADES</p>	33
<p>—EMISORA DE FM</p>	35
<p>—RADIOENLACE</p>	36
<p>CARACTERISTICAS</p>	
<p>TECNICAS</p>	
<p>—EMISORA DE FM</p>	39
<p>—RADIOENLACE</p>	40

INDICE DE PLANOS:

NUM.	DENOMINACION
1PLANO DE RUTA
2EMPLAZAMIENTO DE LA ISLETA
3EMPLAZAMIENTO DEL POZO DE LAS NIEVES
4PERFIL
5DIAGRAMA EN BLOQUES DE LA EMISORA FM
6ARMARIO
7CIRCUITO DE TRABA Y DISTRIBUCION DE FM
8DIAGRAMA EN BLOQUES DEL RADIOENLACE
9INTERCONEXIONADO DEL RADIOENLACE

INTRODUCCION

Este proyecto se realiza como trabajo fin de carrera, y en el se estudia la instalación de una emisora de radiodifusión sonora en frecuencia modulada, cuya cobertura sería la isla de Gran Canaria.

Como consecuencia de la orografía insular, el lugar elegido para el emplazamiento del centro emisor ha sido elegido después de laboriosos estudios, en los que se han contemplado no sólo el lugar de máxima cobertura, sino además la economía que supone el aunar la máxima cobertura con una infraestructura de acceso y suministro eléctrico lo más próxima posible al centro emisor.

El lugar seleccionado como idóneo fué el denominado Pozo de las Nieves, a una altitud de 1.950 mts y coordenadas $27^{\circ}57'$ N y $15^{\circ}33'$ W. Este emplazamiento nos obliga a llevar la señal desde el estudio (situado en La Isleta a una altura de 200 mts y coordenadas $28^{\circ}10'$ N y $11^{\circ}44'$), hasta el centro emisor a través de un radioenlace de microondas que también será estudiado en este proyecto.

Respecto al radioenlace hemos de decir que suponemos que en un futuro próximo en este mismo centro emisor irá instalada una emisora privada de TV y el radioenlace que se instala en este momento se escoge para que pueda afrontar esta posibilidad.

En lo que atañe a la emisora se ha supuesto que le ha sido concedida una frecuencia de 100 MHz y una potencia de 1 kW (en el apartado de cálculos veremos que es suficiente para cumplir con el cometido asignado).

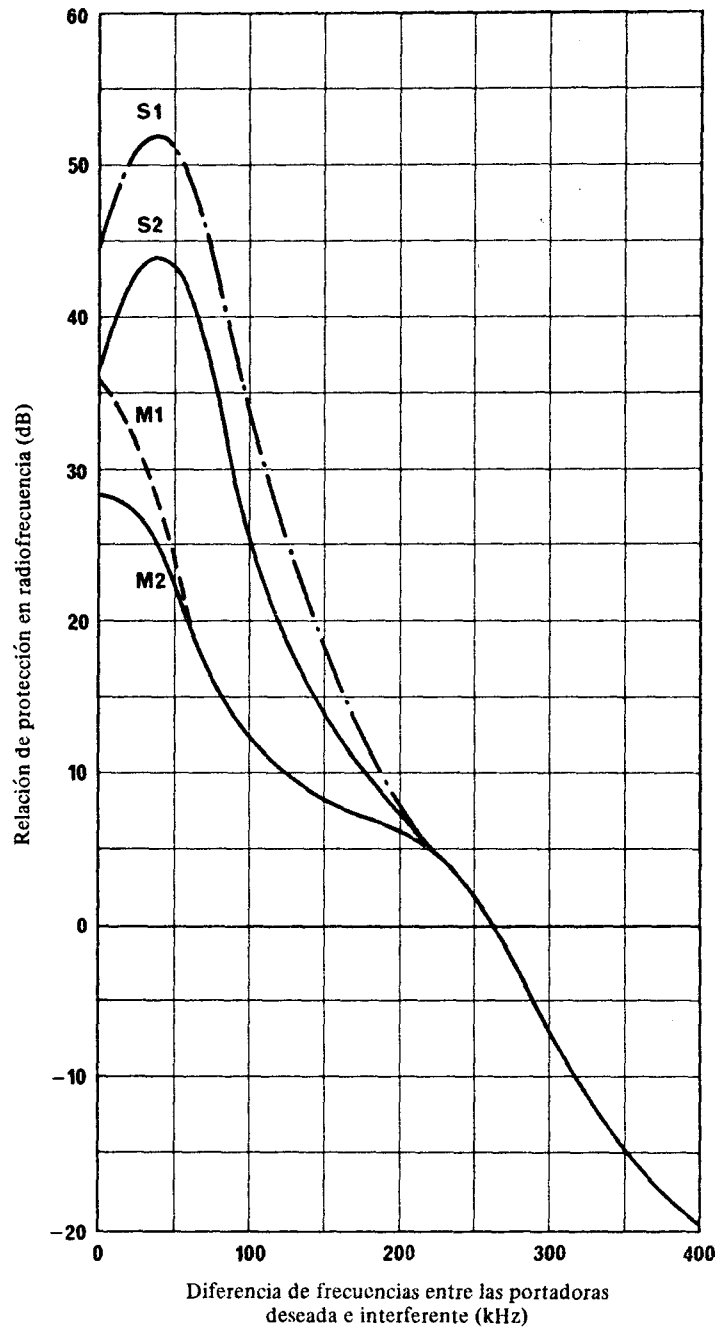
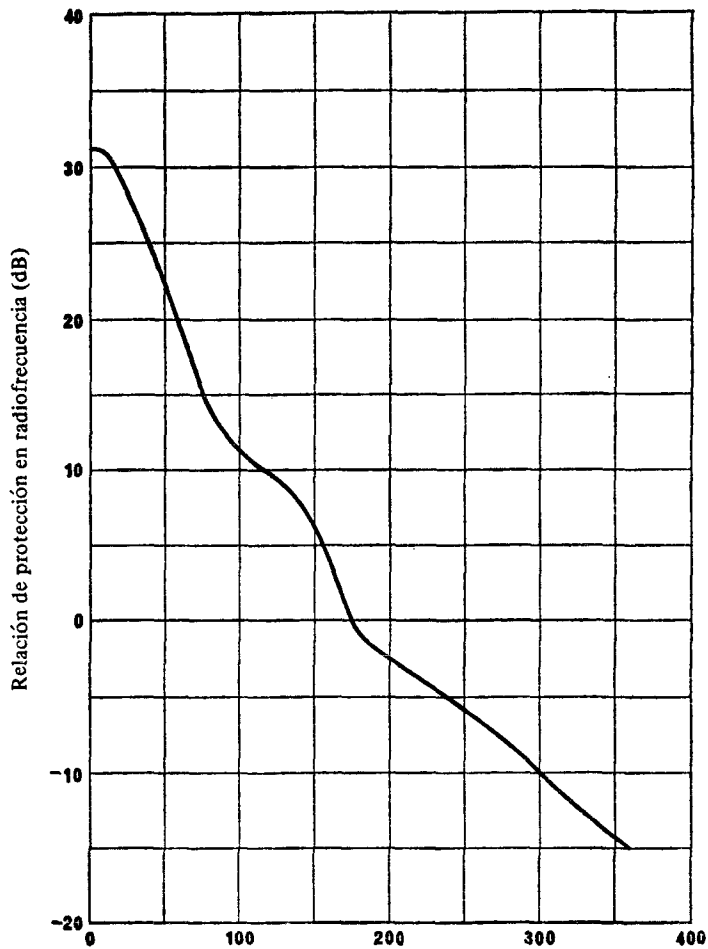


FIGURA 1 – Relación de protección en radiofrecuencia requerida por los servicios de radiodifusión en la banda 8 (ondas métricas), en frecuencias comprendidas entre 87,5 MHz y 108 MHz, cuando se utiliza una excursión máxima de frecuencia de ± 75 kHz

- Curva M1 : Radiodifusión monofónica; interferencia constante
- Curva M2 : Radiodifusión monofónica; interferencia troposférica (protección durante el 99% del tiempo)
- Curva S1 : Radiodifusión estereofónica; interferencia constante
- Curva S2 : Radiodifusión estereofónica; interferencia troposférica (protección durante el 99% del tiempo)



Diferencia de frecuencia entre las portadoras deseada e interferente (kHz)

FIGURA 2 – Relaciones de protección en radiofrecuencia, para la radiodifusión sonora monofónica en ondas métricas (banda 8) por debajo de 87,5 MHz y para excursiones máximas de frecuencia de ± 50 kHz

Interferencia troposférica (protección durante el 99% del tiempo)

CUADRO I

Diferencia de frecuencia (kHz)	Relación de protección en radiofrecuencia (dB)			
	Monofonía		Estereofonía	
	Interferencia constante	Interferencia troposférica	Interferencia constante	Interferencia troposférica
0	36	28	45	37
25	31	27	51	43
50	24	22	51	43
75	16	16	45	37
100	12	12	33	25
150	8	8	18	14
200	6	6	7	7
250	2	2	2	2
300	-7	-7	-7	-7
350	-15	-15	-15	-15
400	-20	-20	-20	-20

EMISORA DE FM

NORMAS PARA LA RADIODIFUSION SONORA CON MODULACION DE FRECUENCIA EN ONDAS METRICAS.

En su adquisición se ha tenido en cuenta la recomendación 412-2 del CCIR y que a continuación exponemos :

1. Que la excursión máxima de frecuencia sea de ± 75 kHz o de ± 50 kHz.
2. Que la característica de preacentuación sea igual a la curva admitancia-frecuencia de un circuito consituido por una resistencia y una capacidad en pralelo, con una constante de tiempo de 50 o de 75 μ S.
3. Que en aussncia de interferencia causada por aparatos indus-
triales o domésticos:
 - 3.1 Se considere que una intensidad de campo igual a 50 μ V/m (a 10 m. por encima del terreno), como mínimo, permite obtener una calidad de servicio aceptable en monofonía.
 - 3.2 Se considere que una intensidad de campo igual a 250 μ V/m (a 10 m por encima del terrreno), como mínimo, permite obtener una calidad del servicio aceptable en estereofonía, (sistema de fre-
cuencia piloto, definido en la recomendación 450) a condición de que se utilice una antena directiva que tenga una ganancia apreciable.
4. Que en presencia de interferencias causadas por aparatos in-
dustriales o domésticos, "para obtener un servicio satisfactorio",
la intensidad de campomediana debe ser por lo menos igual:
 - 4.1 En el servicio monófonico
 - a 0,25 mV/m en las zonas rurales,
 - a 1 mV/M en las zonas urbanas,
 - a 3 mV/m en las grandes ciudad@s.
 - 4.2 En el servicio estereofónico

- a 0,5 mV/m en las zonas rurales,
- a 2mV/m en las zonas urbanas,
- a 5 mV/m en las grandes ciudades.

5. Que en lo que respecta a las relaciones de protección en radiofrecuencia necesarias:

5.1 Para obtener una recepción monofónica satisfactoria durante el 99% del tiempo en los sistemas que utilizan una excursión máxima de frecuencia de ± 75 kHz, dichas relaciones son las indicadas en la curva M2 de la figura 1.

En la fig. 2 se indican los valores para los sistemas que utilizan una excursión máxima de frecuencia de ± 50 kHz.

Las relaciones de protección para valores importantes de diferencia de frecuencia figuran en el cuadro 1.

5.2 Para obtener una recepción estereofónica satisfactoria durante el 99% del tiempo, en las transmisiones que utilizan el sistema de frecuencia piloto y una excursión máxima de frecuencia de ± 75 kHz, dichas relaciones son las que se indican en la curva S2 de la fig. 1. En caso de interferencia constante, conviene garantizar una protección más elevada, indicada por la curva S1 de la fig. 1. Las relaciones de protección para valores importantes de la diferencia de frecuencia también figuran en el cuadro 1.

5.3 En las relaciones de protección para la radiodifusión estereofónica se supone que el demodulador de modulación de frecuencia, va seguido por un filtro de paso bajo, destinado a reducir la interferencia y el ruido en frecuencias superiores a 53 kHz. Sin este filtro u otro sistema equivalente en el receptor, las curvas de las relaciones de protección para la radiodifusión estereofónica no pueden ser respetadas y por tanto pueden producirse interferencias importantes en los canales adyacentes o próximos.

SISTEMAS ESTEREOFONICOS PARA LA RADIODIFUSION CON MODULACION DE
FRECUENCIA EN ONDAS METRICAS =

Vamos a transcribir las observaciones contenidas en la Recomendación 450 del CCIR sobre las transmisiones en estereofonía.

EL CCIR

CONSIDERANDO

- a) Que técnicamente es posible transmitir programas estereofónicos con un solo transmisor de modulación de frecuencia;
- b) Que la introducción de estas transmisiones no debe alterar, en lo posible, ningún elemento de la calidad de la recepción monofónica actual;
- c) Que estas transmisiones deben efectuarse de tal manera que ofrezcan una audición estereofónica de alta calidad;
- d) Que existen diferentes sistemas que responden a estas condiciones y que son compatibles en el sentido de la definición dada en la cuestión 15-10;
- e) Que se han realizado estudios teóricos y experimentales con varios de estos sistemas;
- f) Que solamente en dos de estos sistemas se han obtenido resultados favorables en explotación;
- g) Que la normalización internacional favorecería el desarrollo de la radiodifusión estereofónica,

RECOMIENDA POR UNANIMIDAD

Que las transmisiones estereofónicas en ondas métricas se realicen utilizando uno de los dos sistemas definidos por las especificaciones siguientes, que se refieren a los componentes de la señal que modula en frecuencia al transmisor.

Como vamos a utilizar el sistema de frecuencia piloto pasaremos a describirlo.

SISTEMA DE FRECUENCIA PILOTO.-

(Excursión máxima de frecuencia: ± 75 kHz ó ± 50 kHz)

- Una señal compatible M igual a la semisuma de la señal "izquierda" A y de la señal "derecha" B, determina una excursión de la portadora principal no superior al 90% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.

- Se utiliza una señal S igual a la semidiferencia entre las señales "izquierda" y "derecha" para obtener las bandas laterales de modulación de amplitud de una subportadora suprimida. La suma de estas bandas laterales determina en la portadora principal una excursión máxima igual a la que produciría la señal S si se aplicase al canal M. Esta excursión máxima no excede del 90% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.

- La frecuencia de la subportadora es igual a 38.000 Hz \pm 4 kHz.

- La subportadora residual determina una excursión de la portadora principal que alcanza como máximo el 1% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.

- Una señal piloto de frecuencia igual a la mitad de la frecuencia de la subportadora determina una excursión de la portadora principal comprendida entre el 8% y el 10% de la excursión máxima de frecuencia de una transmisión monofónica.

- La preacentuación de la señal S es idéntica a la de la señal compatible M.

- La relación de fase entre la señal piloto y la subportadora es tal que, cuando se modula el transmisor con una señal multiplex en la cual A es positiva y B igual a -A, esta señal corta el eje de tiempos con una pendiente positiva cada vez que el valor instantáneo

de la señal piloto es nulo. La tolerancia de fase de la señal piloto no debe exceder de $\pm 3^\circ$ con relación a la condición anterior. Por otra parte, cuando la señal multiplex tiene un valor positivo, la excursión de la portadora principal es también positiva.

- Si se desea transmitir al mismo tiempo que el programa estéreo un programa monofónico adicional, si la excursión máxima de frecuencia es ± 75 kHz, deben respetarse las siguientes especificaciones suplementarias:

a) la señal multiplex estereofónica determina una excursión de la portadora principal no superior al 90% de la excursión máxima de una transmisión monofónica.

b) La frecuencia instantánea de la subportadora suplementaria modulada en frecuencia esta comprendida en la gama de 53 a 75 kHz.

c) La modulación de la subportadora principal por la subportadora suplementaria no debe ser superior al 10%.

RADIODIFUSION ESTEREOFONICA.-

Características primarias deseables.

Las principales características deseables de todo sistema de radiodifusión estereofónica que utilice un solo canal de radiofrecuencia son las siguientes:

- a) El sistema ha de ser compatible, es decir, que debe poder recibirse en un receptor monofónico una transmisión estereofónica, sin reducción de calidad con respecto a la recepción de una transmisión monofónica normal.
- b) El sistema debe permitir una audición estereofónica de alta calidad
- c) Deben poderse fabricar receptores estereofónicos a un precio razonablemente económicos.
- d) La introducción de transmisiones estereofónicas en una estación de radiodifusión monofónica existente, no debe reducir de modo notable la zona de servicio de esa estación en la recepción monofónica.
- e) La zona de servicio de la estación de radiodifusión en recepción estereofónica debe ser, en la medida de lo posible, la misma que corresponde a la recepción monofónica.
- f) La protección contra las interferencias, necesaria en recepción estereofónica, no debe ser mucho mayor que la necesaria en recepción monofónica.
- g) La introducción de transmisiones estereofónicas no debe requerir profundas modificaciones en los planes de asignaciones de frecuencia existentes
- h) Según ciertas administraciones, cuando no se utilice para la radiodifusión estereofónica, el sistema debe poder transmitir dos programas monofónicos diferentes, como por ejemplo, comentarios en dos idiomas.

Resultados de las pruebas de sistemas estereofónicos

Describiremos los resultados obtenidos en el sistema de frecuencia piloto.

De 1.959 a 1.966, numerosos países han organizado independientemente estudios sobre un sistema de radiodifusión estereofónica cuyas características en explotación real se indican en los 3.2.1 a 3.2.5 . Estos estudios comprendían análisis teóricos, pruebas en laboratorio, pruebas en servicio real y audiciones antes y después de la transmisión en radiofrecuencia, con el fin de evaluar objetivamente la calidad, tanto en recepción estereofónica como en recepción monofónica compatible. Los resultados y conclusiones de esas pruebas se presentan en los documentos enumerados en el anexo I al presente informe.

En Estados Unidos de América, las pruebas fueron organizadas por el National Stereophonic Radio Committee con la colaboración de numerosas empresas industriales. Se probaron seis sistemas, de los que sólo se retuvo el sistema de frecuencia piloto, que se puso en explotación regular en 1.961.

En Europa cinco organismos de radiodifusión han efectuado pruebas que han sido coordinadas por la Unión Europea de Radiodifusión (UER); además, en la primera serie de mediciones tomaron parte siete laboratorios industriales. Se ensayaron diez sistemas y se estimó que el mejor era el de frecuencia piloto. Después se han efectuado pruebas más detalladas de este sistema . También se han realizado pruebas del sistema de frecuencia piloto en el marco de la OIRT, cuya comisión Técnica sugirió la utilización de este sistema en los países miembros de la OIRT.

Nueve países han introducido un servicio regular estereofónico utilizando el sistema de frecuencia piloto por considerar que en general, era este el que mejor respondía a las condiciones enumeradas.

El sistema de frecuencia piloto ha sido ensayado con excursiones máximas de frecuencia ± 75 kHz y de ± 50 kHz.

Recepción monofónica compatible.-

Como consecuencia de las pruebas, la recepción monofónica compatible del sistema de frecuencia piloto, puede caracterizarse por los resultados que a continuación se indican, obtenidos a la salida de receptores domésticos corrientes:

- 3.2.1.1 Curva de respuesta en audiodiferencia : idéntica a la del servicio monofónico
- 3.2.1.2 Diafonía lineal S/M : -60 dB por debajo de 1 kHz; -44 dB entre 1 y 15 kHz.
- 3.2.1.3 Intermodulación S/M : igual o mejor que -40 dB
- 3.2.1.4 Distorsión armónica total : igual o ligeramente superior al valor en transmisión monofónica.
- 3.2.1.5 Diafonía no lineal S/M : mejor que -40 dB.
- 3.2.1.6 Relación S/ruido (ponderada) : 66 a 76 dB para un nivel de entrada en el receptor de -54 dBm.
- 3.2.1.7 Interferencia de batido : mejor que -50 dB.
- 3.2.1.8 Relación de protección en radiofrecuencia : aumento de 0 a 3 dB con relación a la transmisión monofónica, para separaciones entre portadoras de 0 a 300 kHz .
- 3.2.1.9 Sensibilidad a los efectos de propagación por trayectos múltiples :

practicamente equivalente a la de una transmisión monofónica.

3.2.1.10 Sensibilidad al ruido impulsivo; practicamente equivalente a una transmisión monofónica.

Recepción estereofónica.-

La recepción estereofónica del sistema de frecuencia piloto puede caracterizarse por los siguientes resultados, obtenidos a la salida de receptores domésticos corrientes.

Non obstante, se puede mejorar la mayoría de estos resultados utilizando una estación receptora más perfeccionada y, (precisamente) principalmente un decodificador, que comprenda:

- Un filtro paso-bajo inserto en el canal de la señal múltiple con un corte bastante agudo por encima de 53 kHz;

- Un filtro que atenúe las frecuencias no deseadas cerca de 19 kHz,

- Un dispositivo limitador de la modulación de amplitud de la frecuencia piloto en los circuitos de reconstitución de la subportadora.

Las cifras que figuran entre paréntesis corresponden a receptores perfeccionados.

3.2.2.1 Curva de respuesta en audiofrecuencia: idéntica a la de un servicio monofónico.

3.2.2.2. Diafonía lineal entre A y B : mejor que -35 dB entre 100 Hz y 3 kHz; ~~mejor que -20 dB entre 50 Hz y 100 hz~~ y desde 3 kHz hasta 15 kHz con independencia del nivel de entrada del receptor.

3.2.2.3 Intermodulación entre A y B : - 45 dB en 1 kHz, - 30 dB en 15 kHz, (-45 dB entre 50 hz y 15 kHz).

3.2.2.4 Distorsión armónica total: igual o ligeramente superior al valor en transmisión monofónica.

3.2.2.5 Diafonía no lineal entre A y B : mejor que -40 dB

3.2.2.6 Relación señal/ruido (ponderada): de 58 a 64 dB para un nivel de entrada en el receptor de - 54 dBmW.

3.2.2.7 Interferencia de batido: mejor que -50 dB.

3.2.2.8 Relaciones de protección en radiofrecuencia en función de la separación "incremento de f" entre portadoras Δ igual a 0 del mismo orden que el valor de 36 db adoptado en transmisiones monofónicas; Δ f = 50 kHz: de 50 a 55 dB (42 dB); conviene evidentemente, evitar la separación de 50 kHz en servicios estereofónicos;

Δ f = 100 kHz : de 25 a 30 dB (17 dB), siendo 12 dB el valor adoptado en transmisiones monofónicas;

Δ f = 200 kHz : igual o inferior al valor de 6 dB adoptado en transmisión monofónica.

3.2.2.9 Sensibilidad a los efectos de la propagación por trayectos múltiples; recepción satisfactoria cuando la relación señal/directa/señal/reflejada en la entrada del receptor es igual o superior a 16 dB (Se puede obtener una mejora de hasta 20 dB por lo que respecta a la distorsión, si se inserta un filtro de pase bajo de 53 kHz a la salida del discriminador del receptor).

3.2.2.10 Sensibilidad al ruido impulsivo: recepción satisfactoria cuando la intensidad de campo es superior a un límite comprendido entre 250 uV/m y 1mV/m, según las medidas legales adoptadas en los distintos países para la supresión de las interferencias.

3.2.3 Transmisión y recepción de programas monofónicos independientes por los canales M y S con 15kHz de anchura de banda en audiofrecuencia y profundidades máximas de modulación iguales.

3.2.3.1 Diafonía global (lineal y no lineal) S/M : -45dB.

3.2.3.2 Diafonía global (" ") M/S : -45dB

Estos valores pueden aminorarse 10 dB o mas en presencia de propagación por trayectos multiples.

3.2.4 Retransmisión directa de programas estereofónicos

No se ha observado ninguna dificultad en el caso de tres enlaces en serie.

Se ha comprobado que con el sistema de frecuencia piloto se puede asegurar el intercambio internacional de programas estereofónicos de alta calidad por medio de un sistema de telecomunicaciones por satélite

3.2.5 Variante del sistema de frecuencia piloto

En los Países Bajos se ha estudiado una variante del sistema de frecuencia piloto que utiliza una modulación de banda lateral única de la subportadora, con una amplitud vectorial igual a doble de las de las bandas laterales que se producen en el caso de la modulación normal de la subportadora, de tal suerte que la transmisión es compatible para los receptores estereofónicos que posean un decodificador por demodulación sincrónica. Esta variante podría tener interesantes aplicaciones en determinadas circunstancias, manteniendo al mismo tiempo los principios normales de recepción y decodificación.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LAS TRANSMISIONES DE RADIODIFUSION ESTEREOFONICA CON MODULACION DE FRECUENCIA QUE HAN DE SER CONTROLADAS

Se recomienda que durante la transmisión de los programas se utilicen instrumentos de medida que indiquen el porcentaje de cresta de modulación de la portadora principal por:

- a) El canal principal M
- b) El canal de la subportadora de estereofonía S.
- c) La señal piloto
- d) Todas las señales especificadas en la recomendación 450, transmitidas simultaneamente.

Otras medidas a realizar durante los periodos de prueba y de ajuste las características siguientes:

- a) Respuesta amplitud/frecuencia de cada uno de los canales M, A y B.
- b) Distorsión armónica en cada uno de los canales A y B.
- c) Relación de la señal /ruido en cada uno de los canales A y B.
- d) Atenuación de la diafonía entre los canales A y B
- e) Diafonía debida al canal principal, M, en el subcanal de estereofonía, S, y la debida al subcanal de estereofonía, S, en el canal principal.
- f) Valor de la frecuencia de la señal piloto
- g) Grado de supresión de la subportadora.
- h) Fase de la subportadora con relación a la señal piloto
- i) Modulación de amplitud parásita involuntaria total de la portadora principal.

POLARIZACION DE LAS EMISIONES DE RADIODIFUSION CON MODULACION DE FRECUENCIA EN LA BANDA 8 (ONDAS METRICAS)

Desde el comienzo de la radiodifusión en la banda 8 (ondas métricas) se ha hecho hincapié en la alta calidad, tendencia que se ha acentuada aún más con la aparición de las transmisiones estereofónicas. Por ello, al planificar estos nuevos servicios, se ha puesto especial cuidado en el correcto establecimiento de las instalaciones de recepción con antenas montadas en los tejados. Se han realizado estudios que demuestran que, en estas condiciones, la polarización horizontal presenta ciertas ventajas.

La aparición del transistor ha hecho posible la producción en masa de receptores portátiles de precio módico de gran sensibilidad para la modulación de frecuencia, capaces de funcionar de manera satisfactoria con antenas de varilla incorporadas. Por otra parte, el empleo de las ondas métricas en los receptores de automóviles, aunque actualmente no se considere satisfactoria de manera universal pueden irse popularizando. De modo general, estas nuevas categorías de receptores contribuyen a crear un mercado de masas, y aun cuando no permiten sacar el máximo partido posible de las emisiones de alta calidad, son utilizados en tan gran número que los organismos de radiodifusión deben tenerlos en cuenta. Debe también mencionarse que existe en general un aumento constante de la demanda de receptores de alta calidad, especialmente de los que permiten la recepción estereofónica.

La información disponible induce a creer que, con el tipo de antenas utilizadas por los receptores portátiles o de automóvil,

la señal recibida puede ser a veces más intensa si se emite una componente con polarización vertical. El empleo de una componente polarizada verticalmente, que se suma a la componente horizontal, se está generalizando en los últimos tiempos en América del Norte, donde los nuevos servicios emplean frecuentemente la polarización circular. Este método de transmisión se ha revelado ventajoso para la recepción por vehículos, ya que permite compensar los desvanecimientos debidos a la formación de ondas estacionarias y produce normalmente una señal de más potencia en las zonas despejadas. En Irlanda, contrariamente al resto de los países, todas las emisiones de la banda 8 emplean la polarización vertical, mientras en el Reino Unido ciertas emisoras locales de la BBC utilizan la polarización oblicua y la mayoría de las estaciones locales de radiodifusión de la IBA están concebidas para la polarización circular. Estudios realizados en la República Federal de Alemania y en Italia han demostrado, sin embargo que las emisiones con polarización horizontal son menos sensibles a la distorsión por trayectos múltiples en determinados tipos de terrenos, lo que es especialmente importante para la estereofonía y las demás señales en multiplaje.

El presente informe pretende facilitar información a los organismos de radiodifusión que les permita elegir fácilmente, de acuerdo con las circunstancias, la polarización más apropiada para los nuevos programas en cuya puesta en servicio se hayan interesados.

Tipos de polarización utilizados en radiodifusión.-

La polarización empleada en radiodifusión puede ser de diversos tipos, definidos como sigue;

- Polarización Horizontal: tipo de polarización en el cual el vector eléctrico se halla en un plano Horizontal.

- Polarización Vertical: tipo de polarización en el cual el vector eléctrico se halla en un plano vertical.

- Polarización Oblicua: tipo de polarización en el cual el vector eléctrico tiene una inclinación de 45° con respecto a la Horizontal. Este modo puede considerarse como el resultado (resultante) de dos componentes de igual amplitud y fase, una polarizada horizontalmente y la otra verticalmente.

- Polarización circular : tipo de polarización en el cual la extremidad del vector eléctrico describe un círculo. Esta polarización puede considerarse como la resultante de componente polarizada verticalmente y horizontalmente, de igual amplitud y combinadas en cuadratura de fase. Se dice que la polarización circular es dextrorsum o sinistrorsum cuando el vector eléctrico, visto desde el punto de transmisión, gira respectivamente en el sentido de las agujas del reloj o en sentido inverso.

-DoblePolarización: Tipo de polarización en el cual la antena radia componentes de polarización vertical y horizontal, de amplitud sensiblemente igual pero sin relación de fase precisa entre ellas.

En general, las fuentes polarizadas vertical y horizontalmente pueden estar desplazadas una de otra, de manera que la polarización resultante esté comprendida entre la polarización circular y la polarización oblicua, en función del ángulo.

- Polarización mixta: este término se aplica a todos los métodos de difusión con componentes polarizadas verticalmente y horizontalmente

Comprende la polarización oblicua, la polarización circular y la doble polarización.

En la práctica, debido al tipo de antenas empleadas para la recepción doméstica, es poco probable que un tipo de polarización mixta presente una determinada ventaja sobre los demás.

Si un organismo de radiodifusión desea utilizar una polarización mixta en lugar de polarización horizontal o vertical, la elección deberá hacerse teniendo en cuenta la disposición más cómoda para la realización de la antena de transmisión. En dicho caso, conviene aumentar en 3 dB la potencia de transmisión si se quiere obtener el mismo nivel a la entrada de los receptores con la misma antena de recepción polarizada horizontal o verticalmente. Es de destacar que si se utilizan antenas directivas, la forma de polarización elegida sólo se obtendrá posiblemente en el haz principal.

Es importante señalar que al hacer uso de una polarización mixta, resulta normalmente imposible asegurar una protección mutua entre servicios utilizando polarizaciones cruzadas (verticales u horizontales). En caso de polarización mixta, no se obtendrá mejora alguna de la discriminación de polarización con respecto a la polarización horizontal o vertical empleando en la recepción el mismo tipo de antena que la emisora del programa deseado. Esta consideración es válida tanto para la polarización circular dextrorsum como para la sinistrorsum, ya que el sentido de rotación de la señal que llega por detrás de la antena es contrario al de la señal que llega por delante.

Factores determinantes de la propagación.-

Componente directa o difractada

Las señales de radiodifusión que llegan a un punto de recepción

están constituidas generalmente por varias componentes, la más intensa de las cuales es una onda directa, o una difractada. La amplitud de esta onda directa o difractada es claramente independiente de la polarización, a menos que la difracción se produzca en colinas redondeadas o lisas (sin vegetación, ni obstáculos de altura superior a 1 m aproximadamente). En este caso, una onda de polarización vertical sufrirá menor atenuación que una onda de polarización horizontal. Otro caso particular es aquel en el que la propagación se produce por encima de colinas cubiertas de coníferas, ya que los árboles tienen mayor tendencia a dispersar la componente de polarización vertical, lo que produce una pérdida más elevada para este tipo de polarización. A poca distancia del suelo las condiciones límites aconsejan utilizar una componente de polarización vertical, pero ello debilita las señales de polarización horizontal. Así como si la altura de la antena es reducida, la polarización vertical permitirá obtener una señal más intensa.

Componente reflejada.-

Además de la componente difractada, se reciben normalmente una o varias señales reflejadas; las causas de este fenómeno pueden ser muy diversas, y se pueden clasificar en los tres grupos siguientes:

- Reflexiones a ras del suelo frente a la antena de recepción. La diferencia de trayecto entre las señales directas y reflejada es normalmente muy pequeña, lo que hace que el eco no produzca distorsión, sino simplemente una variación de la intensidad de campo. Cuando el ángulo de incidencia no es superior a alrededor de 1º grado el efecto es casi siempre claramente de recepción elevada, por ejemplo, por encima de un valle o de una bahía, el retardo del eco puede ser sensible, y la polarización horizontal presentará en general un eco relativamente superior.

- Reflexiones procedentes de los lados del trayecto, cuando el reflector es una construcción, árboles, colinas o montañas.

Cuando las reflexiones son debidas a superficies verticales o casi verticales su amplitud sera en general, notablemente mayor con polarización vertical (emisiones de) que con emisiones de polarización horizontal. Es posiblemente este factor el que hace que las transmisiones con polarización vertical sean relativamente más sensibles a los efectos de los trayectos múltiples que las transmisiones con polarización horizontal. En la práctica, el fenómeno es más acusado cuando el trayecto directo está enmascarado y existen a ambos lados del mismo estructuras o elementos topográficos que reciban un campo de polarización intenso. El efecto puede ser importante cuando la diferencia de trayecto entre la señal directa y la señal reflejada es superior a unos tres kms (10 μ S). Con este retardo pueden observarse una distorsión perceptible si la amplitud del eco es de alrededor del 15% en estereofonía o el 40% en monofonía, pero el valor exacto de este porcentaje depende del nivel de supresión de la modulación de amplitud en el receptor.

- Reflexiones procedentes de más allá del punto de recepción producidas por superficies verticales o casi verticales, como edificios, árboles o montañas.

Cuando la dimensión del objeto reflector es importante en los planos verticales y horizontales la polarización carece normalmente de importancia, aunque algunos resultados obtenidos en la República Federal de Alemania muestran que los edificios tienen tendencia a reflejar las señales de la banda 8 (ondas métricas) polarizadas verticalmente con mas intensidad que las polarizadas horizontalmente.

Cuando el reflector es un árbol, en especial de la familia de las coníferas, las señales de polarización vertical son reflejadas con más intensidad. Como en el punto anterior, los efectos solo son importantes cuando la diferencia de trayectos es superior a unos tres kms.

RADIOENLACE DE MICROONDAS.-

Debido a las consideraciones hechas en la Introducción sobre la capacidad del radioenlace se ha elegido uno tal que permite la transmisión de un programa de TV y cuatro vías de sonido.

Al igual que en el caso de la emisora su elección ha sido hecha en base a las recomendaciones del CCIR=

RECOMENDACION 382-2.-

DISPOSICION DE LOS CANALES RADIOELECTRICOS DE LOS SISTEMAS DE RELEVADORES RADIOELECTRICOS PARA TELEFONIA Y TELEVISION CON UNA CAPACIDAD DE 600 a 1.800 CANALES TELEFONICOS O SU EQUIVALENTE, QUE TRABAJAN EN LAS BANDAS DE 2 Y 4GHz.

EL CCIR

CONSIDERANDO

- a) Que en ciertos casos, conviene poder interconectar en las frecuencias radioeléctricas, los sistemas de relevadores radioeléctricos de los circuitos internacionales que trabajan en las bandas de 2 y 4 Ghz;
- b) Que en una banda de frecuencia de 400 MHz de anchura puede ser conveniente interconectar hasta seis canales radioeléctricos de ida y seis de retorno
- c) Que se realizarían economías si pudieran interconectarse tres canales de ida y tres de retorno, por lo menos, en sistemas de relevadores radioeléctricos, cada uno de los cuales utilizará antenas comunes de transmisión recepción;
- d) Que pueden reducirse enormemente los efectos perturbadores mediante una disposición juiciosa de las frecuencias radioeléctricas de los sistemas de relevadores radioeléctricos que consten de varios canales radioeléctricos .

e) Que, en ciertos casos, puede ser conveniente intercalar canales radioelectricos ~~tx~~ adicionales con los de la disposición principal

Recomienda

1) Que la disposición preferida de los canales radioelectricos para seis canales de ida y seis canales de retorno, como máximo, que comprenda cada uno de 600 a 1.800 canales telefónicos, o su equivalente, y utilicen frecuencias de las bandas de 2 y 4 GHz, sea la que se indica en la fig. 3 obtenida como sigue:

Sea f la frecuencia central de la banda de frecuencias
 en MHz f_n

f_n la frecuencia central de uno de los canales radioelectricos de la mitad inferior de la banda, en MHz

f_n la frecuencia central de uno de los canales radioelectricos de la mitad superior de la banda, en MHz;

Las frecuencias (en MHz) de cada canal se expresaran entonces mediante las relaciones siguientes:

$$\text{mitad inferior de la banda : } f_n = f_0 - 208 + 29n,$$

$$\text{" superior de la banda : } f_n = f_0 + 29n$$

donde

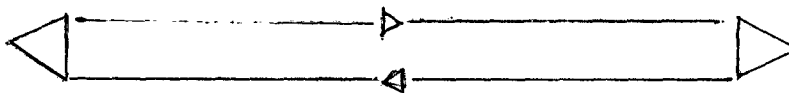
$$n = 1, 2, 3, 4, 5 \text{ ó } 6$$

2) Que en la sección en que se haga la interconexión internacional todos los canales de ida estén situados en una mitad de la banda y todos los de retorno en la otra mitad .

3) Que para los canales radioeléctricos adyacentes de una misma mitad de banda se utilicen con preferencia, y alternativamente, polarizaciones distintas; por ejemplo, para los canales impares

en los dos sentidos de transmisión de una sección determinada, las polarizaciones H (V) y, para los canales pares, las polarizaciones V (H), como se indica en la figura siguiente

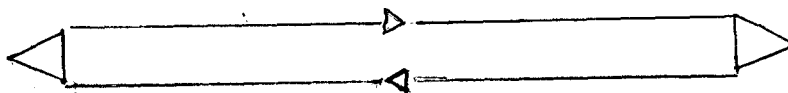
Canales 1,3,5 H(V)
2,4,6 V(H)



Canales 1',3',5' H(V)
2',4',6' V(H)

Nota. Cuando se utilicen antenas de doble polarización podrá adoptarse la disposición de canales representada en la figura 2, previo acuerdo entre las administraciones interesadas.

Canales 1,3,5 H)V(
2,4,6 V(H)



Canales 1',3',5' V(H)
2',4',6' H(V)

4) Que si se utilizan antenas comunes transmisión-recepción se transmiten por una sola antena tres canales radioelec. como máximo, es preferible que las frecuencias de los canales se elijan empleando la combinación $n = 1,3$ y 5 en las dos mitades de la banda, o la combinación $n = 2,4$ y 6 en las dos mitades de la banda

EFFECTOS DE LA PROPAGACION EN EL DISEÑO Y FUNCIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS RELEVADORES RADIOELECTRICOS CON VISIBILIDAD DIRECTA.

Al diseñar y explotar un sistema de relevadores radioeléctricos es preciso tener en cuenta los fenómenos de propagación. Los textos redactados por la comisión de estudio 5 contienen numerosas informaciones al respecto. en particular, la sección C "Radiometeorología" del volumen V se refiere a los fenómenos fundamentales de propagación y el informe 338-3 se dedica mas especialmente a los datos de propagación requeridos para sistemas de relevadores radioelectricos con visibilidad directa.

El presente informe tiene como finalidad agrupar informaciones prácticas tomadas de los textos de la comisión de Estudio 5 o mediciones realizadas por las administraciones. Las expresiones matemáticas en este informe para describir las características de propagación se consideran en detalle en el informe 338-3.

- Desvanecimiento en una sola frecuencia.-

Las dos causas principales del desvanecimiento que se observan en un tramo de un sistema de relevadores radioelec. son: la interferencia debida a la propagación por trayectos múltiples y la atenuación causada por la lluvia o por los gases de la atmósfera.

Los trayectos múltiples debidos a la atmósfera tienen una influencia que aumenta lentamente con la frecuencia, pero mucho más rapidamente con la longitud del trayecto (la probabilidad de desvanecimiento profundo sigue una ley aproximada en $f.d$ 3,5).

Los efectos de los trayectos múltiples debidos a la reflexión sobre el suelo pueden producir desvanecimientos profundos de larga duración, especialmente cuando es muy elevada la reflectivi-

dad del terreno (terreno llano, mares , etc). Se puede obtener una gran reducción del desvanecimiento utilizando la diversidad vertical en el espacio.

La atenuación debida a los gases debe tenerse en cuenta a partir de 15 GHz, aproximadamente.

La atenuación debida a la lluvia es casi despreciable por debajo de 8 GHz, pero aumenta muy rapidamente con la frecuencia (el número de dB/Kms aumenta aproximadamente según f^2 entre unos 8 y 20 GHz y con una rapidez ligeramente menor por encima de dicha frecuencia). Por el contrario, habida cuenta de las dimensiones limitadas de las zonas lluviosas, especialmente cuando se trata de lluvias intensas, la atenuación no es proporcional a la longitud del trayecto.

En consecuencia, los trayectos múltiples constituyen el elemento preponderante de las atenuaciones para frecuencias inferiores a 10 GHz, y la lluvia se convierte progresivamente en el elemento preponderante a partir de una frecuencia que depende del clima y de la longitud del trayecto, pero que generalmente es del orden de 10 a 12 GHz

- Desvanecimientos selectivos en una banda de frecuencias ;
Limitación de la anchura de banda de transmisión.

Si como resultado de desvanecimientos selectivos en frecuencia no se mantienen las relaciones en amplitud y en fase para todas las frecuencias que componen la señal transmitida, resulta de ello una distorsión de esta señal. El efecto de esta distorsión depende obviamente del tipo de modulación utilizado pero, en todos los casos aumenta rápidamente con la anchura de banda y, por lo tanto, con la capacidad del canal radioelectrico.

a) Sistemas analógicos que utilizan la modulación de frecuencia.

En dicho caso, la distorsión se traduce en ruido de intermodulación y en una variación del nivel de la banda de base.

Normalmente, el ruido de intermodulación debido a los trayectos múltiples en la atmósfera no es demasiado molesto, pues ~~se~~ empieza a aparecer únicamente cuando el desvanecimiento es muy intenso, es decir, cuando el ruido térmico es muy elevado. Por lo tanto es normalmente despreciado frente al ruido térmico, al menos hasta 1.800 canales telefónicos.

Por el contrario, cuando la propagación por trayectos múltiples profiere de reflexiones sobre el ~~s~~suelo, el ruido de intermodulación puede revestir mayor importancia, ya que los retardos de las señales reflejadas pueden ser mayores. Es preciso pues evitar las reflexiones sobre el suelo y esa necesidad aumenta a medida que la capacidad del canal es mayor. Si esto no puede lograrse totalmente mediante la elección del trayecto y mediante la directividad de las antenas, puede reducirse notablemente el ~~e~~ efecto de las reflexiones utilizando una técnica de recepción por diversidad vertical en el espacio.

La variación del nivel de la banda de base se manifiesta sobre todo por un incremento importante y rápido de dicho nivel cuando la cresta del desvanecimiento coincide exactamente con la frecuencia portadora, pues ello equivale a un aumento del índice de modulación. Dicho efecto aumenta rápidamente con la capacidad del canal y puede llegar a molestar en los canales altos a partir de 1.800 canales. Ahora bien, ese efecto puede corregirse de modo muy eficaz mediante el empleo de una técnica de diversidad en la recepción.

- Efectos de la propagación sobre la discriminación por polarización ortogonal.

En modulación digital se ha de considerar la posibilidad de reutilizar frecuencias mediante polarizaciones ortogonales, con objeto de aumentar la capacidad de transmisión. Esta reutilización de frecuencias solo es posible si la propagación no crea una disminución indebida en el desacoplamiento entre señales con polarización ortogonal. También se utiliza a menudo la polarización ortogonal para aumentar el aislamiento de canales digitales o analógicos explotados en frecuencias adyacentes. En este caso, el aislamiento entre canales aumenta, además debido a los efectos de filtrado de la frecuencia.

CARACTERISTICAS PREFERIDAS PARA LA TRANSMISION SIMULTANEA DE UN CANAL DE TELEVISION Y DE CUATRO CANALES DE SONIDO, COMO MAXIMO, DE POR SISTEMAS DE RELEVADORES RADIOELECTRICOS ANALOGICOS.

- Introducción.

Sólo se prevee este modo de explotación para los sistemas con capacidad para 1.800 canales telefónicos. De conformidad con las decisiones tomadas en la Reunión de Expertos del CCIR, se prevee una anchura de banda máxima de 6MHz para las transmisiones internacionales de TV (por ejemplo la Eurovisión). Como se tiene gran interés en establecer una separación bastante grande entre la frecuencia de video más elevada y los canales de sonido sin los cuales el filtro que hay que colocar entre las señales de video y las de sonido podría producir señales transitorias perturbadoras en el canal de video, la anchura del espectro disponible en la banda de base para acomodar las portadoras de sonido se ve reducida a la banda 7 a 8,8 MHz. En esta banda tan estrecha pueden acomodarse cuatro canales de sonido de buena calidad. Al estudiar la elección de frecuencias, deberán tomarse en consideración los objetivos de calidad especificados por la CMTT.

- Disposición de la frecuencia en la banda de base para la transmisión simultanea de un canal de TV y de cuatro canales de sonido.

Posición de las frecuencias de los productos de intermodulación.

Las subportadoras de los cuatro canales de modulación sonora proyectados están comprendidas dentro de una octava de frecuencia, lo que significa que no estaran afectadas por ningún producto de distorsión no lineal de 2º orden.

Los productos de distorsión no lineal de 3º orden que resulten de la intermodulación de las subportadoras, deberán quedar a cierta distancia de las frecuencias de las subportadoras de modo que caigan fuera de las bandas de audiofrecuencia, habida cuenta de las tolerancias prácticas de frecuencia para las subportadoras. Parece suficiente una separación de unos 40 kHz entre las frecuencias nominales de los productos de intermodulación de 3º orden y las de las subportadoras, dado que las variaciones sistemáticas de frecuencia de todas las subportadoras interdependientes (provocadas, por ejemplo, por la temperatura ambiente) se anularan, y que sólo habrá que preveer una señal para los cambios individuales de frecuencia de las subportadoras.

Ciertos productos de distorsión no lineal de 3º orden pueden caer en las inmediaciones del límite superior del canal de vídeo, pero es probable que resulte despreciable con relación a los de 2º orden. Hay que procurar que los productos de intermodulación de 3º orden de la subportadora más baja de la señal piloto de continuidad estén suficientemente alejados de las frecuencias correspondientes a las subportadoras de la crominancia del sistema o sistemas de TV en color que se hayan de utilizar.

Por otra parte, no conviene que los productos de distorsión no lineal de 3º orden entre la subportadora caigan demasiado cerca de la frecuencia de la señal piloto de continuidad, a fin de evitar toda perturbación de la señal piloto o de sus bandas laterales que se utilizan para un canal de servicio o con cualquier otro fin. Por último, para evitar interferencias en los canales de sonido, conviene que las frecuencias de las subportadoras sean distintas de los segundos armónicos de las componentes más importantes de crominancia.

Para que se cumplan las condiciones señaladas, es necesario que sean desiguales los intervalos entre las subportadoras. Si se quiere obtener una frecuencia desplazada de por ejemplo 40 kHz, es preciso que los distintos intervalos entre las subportadoras Δf y entre la subportadora superior y la señal piloto de continuidad difieran entre sí por lo menos en 40 KHz. Hay que procurar que la separación mínima entre las subportadoras sea lo bastante grande, a fin de evitar que los filtros de paso de banda, necesarios para eliminar la diafonía no lineal entre las subportadoras adyacentes produzcan distorsiones lineales indeseables en el interior de sus bandas de paso, lo que provocaría distorsiones no lineales inadmisibles en los canales de sonido. Al elegir la separación mínima, conviene tener en cuenta que el nivel nominal máximo de tensión de un canal de sonido puede rebazarse como consecuencia de una mal adaptación de nivel o de ajuste defectuoso del volumen del sonido, lo que obliga a prever un margen suplementario de 3dB.

TIPOS DE CANALES DE SERVICIO QUE HAN DE PREVEERSE PARA LA EXPLOTACION
Y EL MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE RELEVADORES RADIOELECTRICOS .
RECOMENDACION 400-2

EL CCIR,

CONSIDERANDO

a) que es necesario disponer de canales de servicio para mantenimiento, vigilancia y control de los sistemas de relevadores radioelectricos;

b) Que, si por cualquier circunstancia, falla el sistema de relevadores radioelectricos, las comunicaciones de servicio entre diversas estaciones del enlace, y entre estas estaciones y otros puntos, han de tomar probablemente gran importancia;

c) Que es conveniente llegar a un acuerdo en cuanto al número y función de los canales de servicio, a fin de facilitar el establecimiento de proyectos para los sistemas de relevadores radioelectricos;

d) Que los canales de servicio se utilizan para los fines siguientes:

- Circuitos telefónicos omnibus,
- Circuitos telefónicos expresos,
- Circuitos de vigilancia,
- Circuitos de control y operación;

e) Que los canales de servicio no se conectaran a la red telefónica pública ,

Recomienda por unanimidad:

Que en los sistemas de relevadores radioelectricos internacionales:

1. Se conecten las estaciones terminales del sistema de relevadores radioelectricos, propiamente dicho, a las estaciones terminales de la sección de regulación de línea mediante una lí-

2. Que se conecten directamente a la red telefónica pública todas las estaciones provistas de personal.

3. Se prevea un canal de servicio telefónico (circuitos omnibus) que enlace todas las estaciones del sistema, atendidas o no.

4) Se prevea un segundo canal de servicio telefónico (circuito telefónico expreso) para establecer directamente las conversaciones telefónicas entre las estaciones provistas de personal, a las que lleguen las señales de vigilancia.

5) Las disposiciones apropiadas para la transmisión de señales de vigilancia y de control sean objeto de acuerdo entre las administraciones interesadas.

6) Los canales telefónicos de servicio posean, en lo posible, las características (exceptuada la potencia de ruido) recomendadas por el CCITT para los canales telefónicos internacionales y, en particular, puedan transmitir la banda de frecuencias 300 / 3400 Hz.

7) En todos los canales telefónicos de servicio (incluso en los utilizados por los circuitos de vigilancia y control) de longitud inferior o igual a 280 Kms, la potencia sofométrica media de ruido durante una hora cualquiera no exceda, en lo posible, de 20.000 pWop en un punto de nivel relativo 0.

CALCULOS.-

GENERALIDADES .

Para el cálculo de la atenuación seguiremos la recomendación 525 del CCIR.

Formulas fundamentales.-

La propagación en el espacio libre puede calcularse de dos formas diferentes, cada una de las cuales se adapta más especialmente a un tipo de servicio.

En el caso de un solo transmisor que dé servicio a gran número de receptores distribuidos al azar (radiodifusión, servicio móvil), se calcula el campo a cierta distancia del transmisor, en una dirección dada mediante la relación siguiente:

$$E = \frac{\sqrt{30P}}{d} \quad (1)$$

siendo:

E la intensidad de campo

P la potencia isotrópica radiada equivalente, y

d la distancia

se sustituye a menudo la fórmula (1), por la (2), en la que se emplean unidades prácticas :

$$E_{mV/mm} = 173 \frac{\sqrt{P_{kW}}}{d_{km}} \quad (2)$$

Cuando se trata de un enlace entre puntos fijos, es preferible calcular la atenuación en espacio libre entre antenas isotrópicas, denominada también pérdida de transmisión de referencia de la manera siguiente:

$$L_b = 20 \log \left(\frac{4nd}{\lambda} \right) \quad (3)$$

siendo:

34

L_b la pérdida de transmisión de referencia, en dB

d la distancia

λ la longitud de onda

expresandose d y λ en las mismas unidades.

la fórmula (3) puede también escribirse en función de la frecuencia en vez de la longitud de onda :

$$L_b = 32,45 + 20 \log f_{\text{MHz}} + 20 \log d_{\text{km}} \quad (4)$$

EMISORA DE FM.

El punto mas alejado se encuentra a una distancia de unos 30 Kms.

Aplicando la fórmula (2) del apartado de cálculos

$$E_{\text{mV/m}} = 173 \frac{\sqrt{P_{\text{kw}}}}{d_{\text{km}}}$$

Para hallar la potencia isotropa equivalente, hemos de tener en cuenta la ganancia de la antena, a la que supondremos omnidireccional, de ganancia 3 dB y polarización horizontal. De lo que se deduce que la potencia isotropa es de 2 kw

sustituyendo:

$$E = 173 \frac{\sqrt{2}}{30} = 8 \text{ mV/m}$$

Valor que como vemos supera los mínimos establecidos por el CCIR

RADIOENLACE.-

-Cálculo de la altura de las torres.

La misma debe ser tal que en la línea que une los centros de las antenas emisora y receptora, tenga en todo su recorrido una altura mínima igual al "clearance" C dado por la fórmula

$$C = 0,6 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{d} \cdot 10^3} + \frac{d_1 \cdot d_2}{39}$$

y que se considera en el punto mas desfavorable del trayecto. En nuestro caso este punto está situado a 21.5 kms .

En la fórmula:

d longitud del vano en kms

d_1, d_2 distancia en kms del punto en estudio a los extremos del vano.

λ longitud de onda, en metros correspondiente a la frecuencia de trabajo

Como estamos trabajando en la banda de 4GHz

$$\lambda = \frac{0,300}{4} = 0,075 \text{ m}$$

Sustituyendo y operando obtenemos $C=10\text{mts.}$

No obstante y con objeto de prever nuevas instalaciones y posibles obstáculos que pudieran surgir elegimos una altura de 20 mts.

-Cálculo de la atenuación del vano.-

Consideraciones .

En el espacio que rodea la línea geométrica que une el centro de las antenas se considera que que hay espacio libre si la primera zona de Fresnel está libre de obstáculos. Esta zona es un elipsoide de

revolución cuyos puntos focales coinciden con las antenas y cuya superficie incluye todos los puntos desde los cuales podría reflejarse una onda con una diferencia de longitud de camino de media longitud de onda, comparada con el camino directo entre las dos antenas. A efectos prácticos los vértices del elipsoide pueden coincidir con las propias antenas.

Para determinar el semieje del elipsoide sirven las siguientes fórmulas prácticas :

punto medio del vano

$$VF_m = 274 \sqrt{\frac{d}{f}}$$

cualquier otro punto del vano:

$$VF = 547 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{f \cdot d}}$$

en las cuales

d_1, d_2 distancias en kms desde los extremos respectivos del vano al punto considerado.

$d = d_1 + d_2$ (distancia total)

f frecuencia en MHz

Cuando la primera zona de Fresnel está libre (de obstáculos) la atenuación debida al espacio libre entre dos radiadores isotrópicos viene dada por la expresión conocida:

$$L_b = 32,45 + 20 \log f_{\text{MHz}} + 20 \log d_{\text{km}}$$

en nuestro caso:

$$L_b = 32,45 + 20 \log f_{\text{MHz}} + 20 \log d_{\text{km}} = 32,45 + 72 + 27,8 = 132 \text{ dB}$$

Nota.- Hemos aplicada esta fórmula puesto que tenemos libre la zona de Fresnel.

En el cálculo de la potencia necesaria para el transmisor del radioenlace haremos uso de los siguientes parámetros:

P_0 = Potencia buscada

P_r = Nivel mínimo de recepción (dato conocido dado por el fabricante, en nuestro caso su valor es de -60dBm)

L_b = Atenuación en el espacio libre (132 dB)

L_t = Pérdidas en filtros y guías de onda (5dB)

G_t y G_r = Ganancia de antenas emisora y receptora, respectivamente (las que utilizaremos son de 25 dB cada una)

$$P_0 = 132 + 5 - 60 - 50 = \underline{27 \text{ dBm}} \text{ equivalentes a } 500\text{mW}$$

Nota.-Para el cálculo de la atenuación no hemos incluido el factor de corrección que se utiliza para incluir la rugosidad del terreno debido a que en las tablas no figura para distancias tan cortas. Me estoy refiriendo a la atenuación en espacio libre.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS

EMISORA DE FM

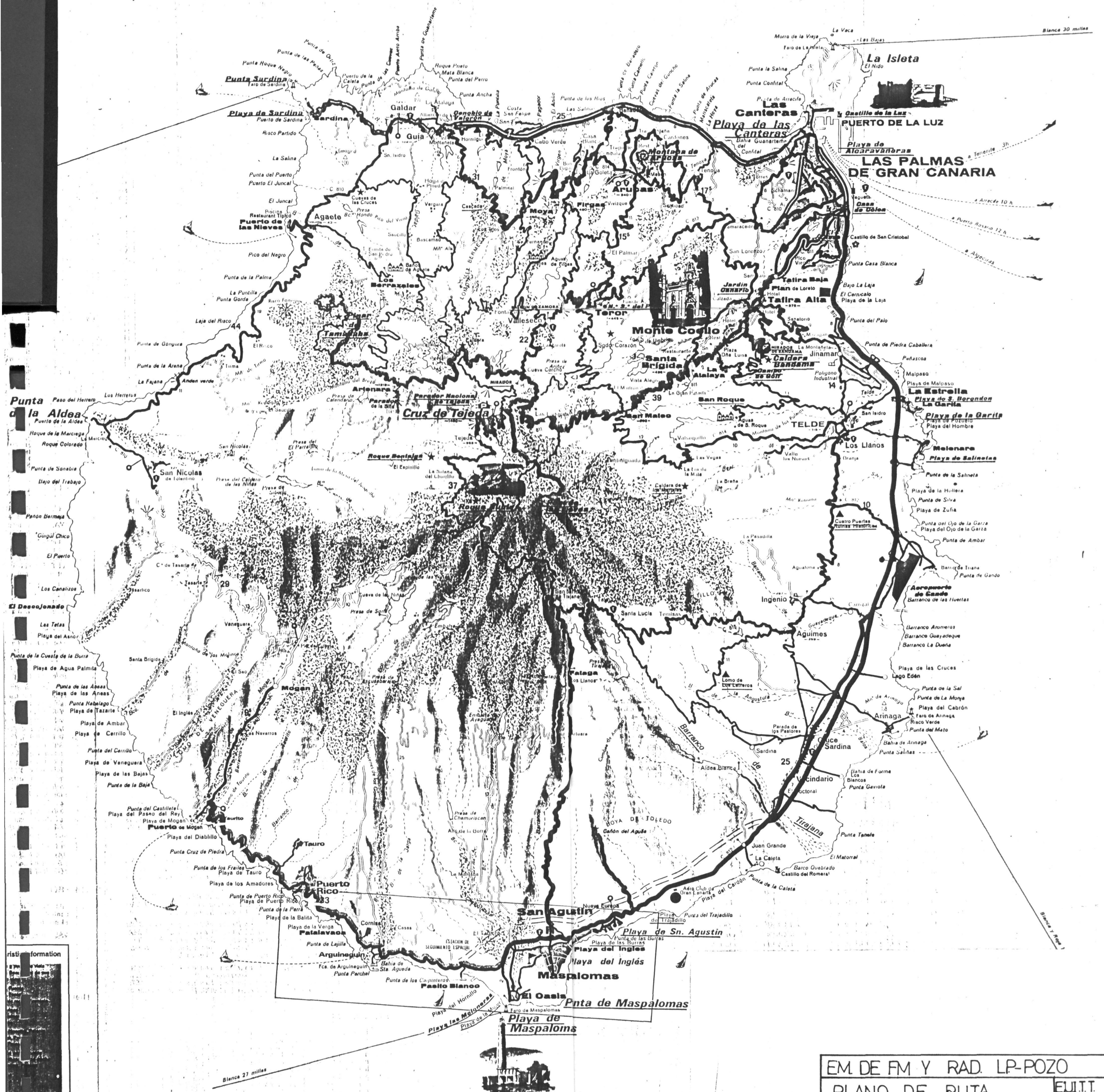
TIPO DE EMISION	F_3
BANDA DE FRECUENCIA	88-175 MHz
POTENCIA DE SALIDA	1000 W
IMPEDANCIA DE SALIDA	50 Ohm.
IMPEDANCIA DE ENTRADA DE AUDIO	500 Ohm Equil.
NIVEL DE ENTRADA DE AUDIO	+ 10 dBm
RESPUESTAS MONOCANAL	± 1 dB, 50 o 75 μ s de preénfasis
CAPACIDAD DE MODULACION	± 100 KHz, 30-15.000 Hz
RESPUESTA DE ESTEREOFONIA.....	20Hz-100kHz $\pm 0,2$ db
DISTORSION DE FRECUENCIA DE AUDIO	0,5%
RUIDO FM	-65dB por debajo de 100% a 400 Hz
RUIDO AM	-55dB por debajo de la portadora
ESTABILIDAD DE FRECUENCIA DE LA PORTADORA.....	± 1000 Hz
DESVIACION DE FRECUENCIA DE LA PORTADORA ::.....	Menos de ± 200 Hz a 100% de modulación

RADIOENLACE

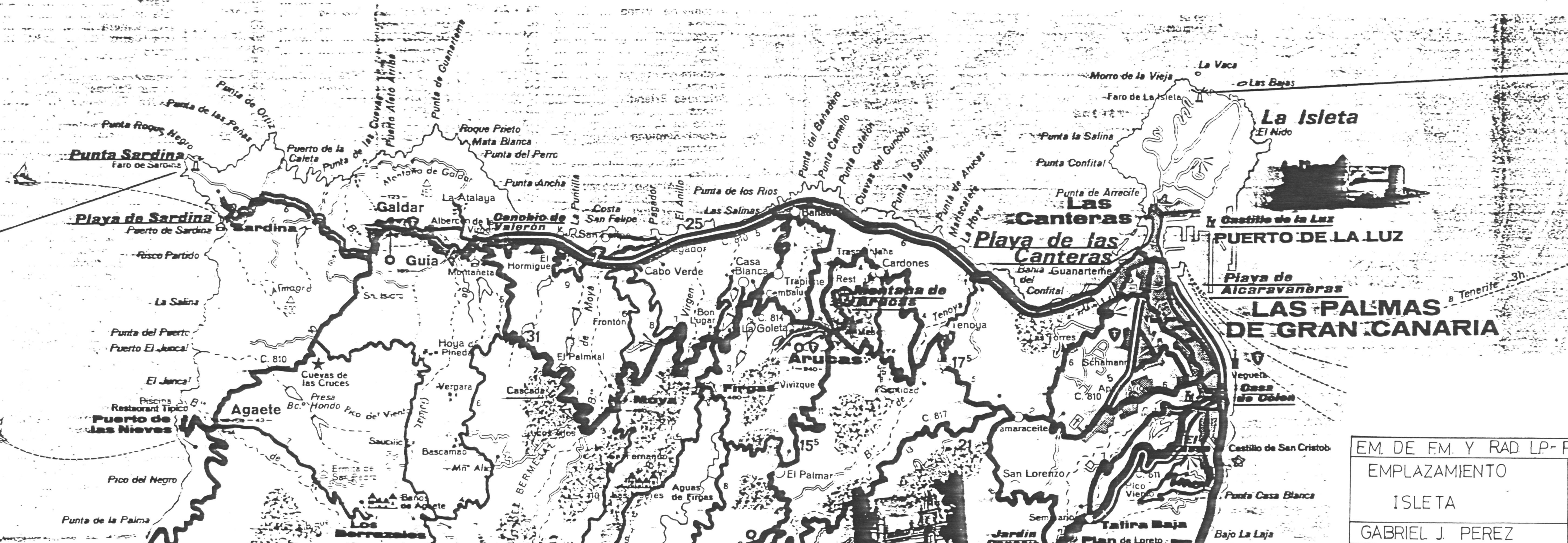
TIPO DE MODULACION	Modulación de Frec.
BANXA DE TRABAJO	3400 Mhz-3800 Mhz
SEPARACION DE CANALES	32 MHz
ANCHURA DEL CANAL	28 MHz
SEPARACION DE FRECUENCIAS ENTRE EMISION Y	
RECEPCION	208,5 MHz
FACTOR DE RUIDO	9,5 dB
POTENCIA DE SALIDA	500 mW
BANDA PASANTE	± 13 MHz a 1 dB
FRECUENCIA INTERMEDIA	115 MHz
TOLERANCIA DEL OSCILADOR LOCAL	± 50 kHz

LAS PALMAS DE GRAN CANARIA, OCTUBRE DE 1.981

GRAN CANARIA



EM. DE FM Y RAD. LP-POZO	
PLANO DE RUTA SELECCIONADO	
GABRIEL J. PEREZ	
E.U.I.T.	PLANO N° 1

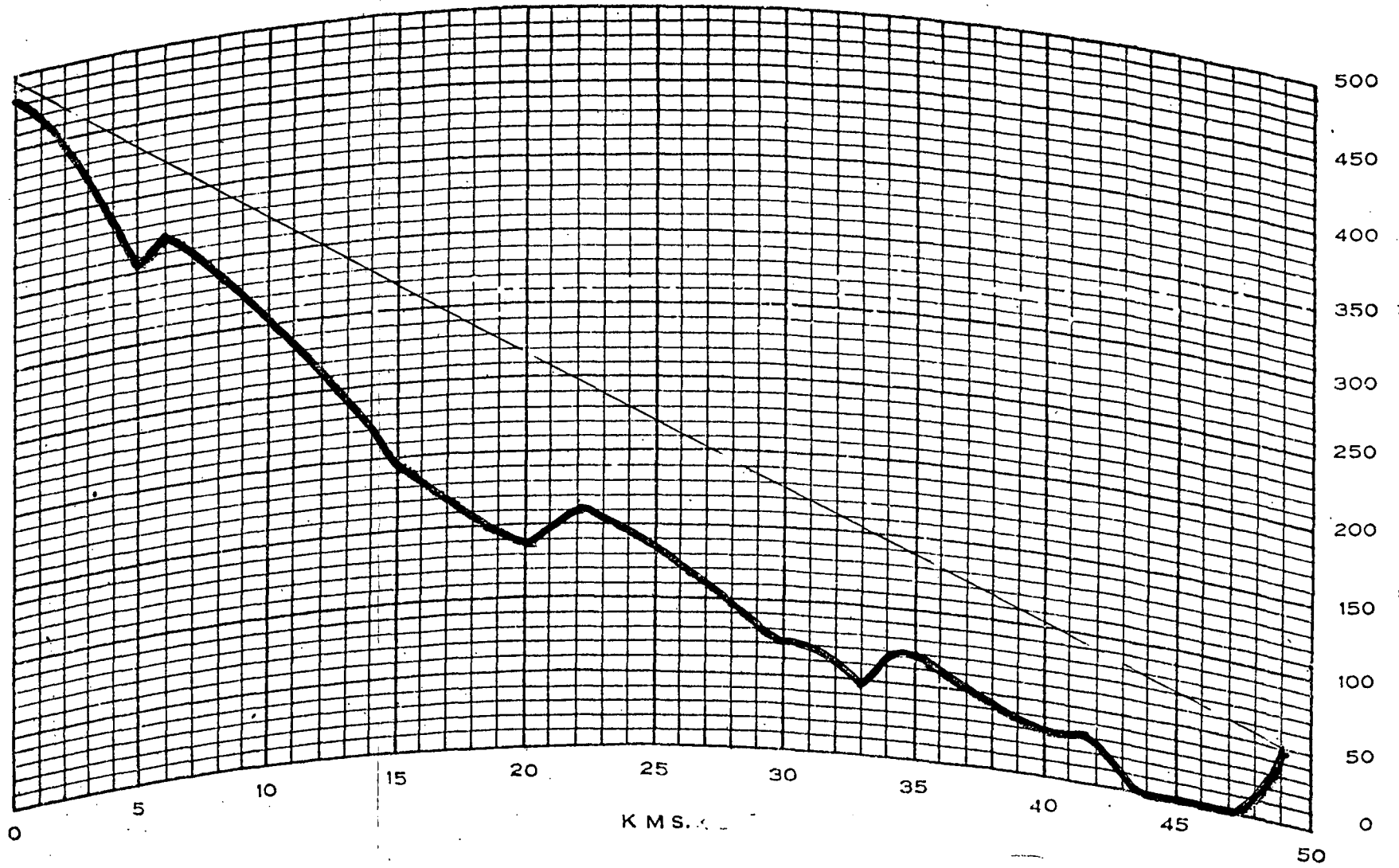


EM. DE F.M. Y RAD. LP- POZ	EUI
EMPLAZAMIENTO	PLAN
ISLETA	N 2
GABRIEL J. PEREZ	



EM. DE F.M. Y RAD LP-POZO	
EMPLAZAMIENTO	EUI.T.T.
POZO	PLANO
GABRIEL J. PEREZ	Nº 3

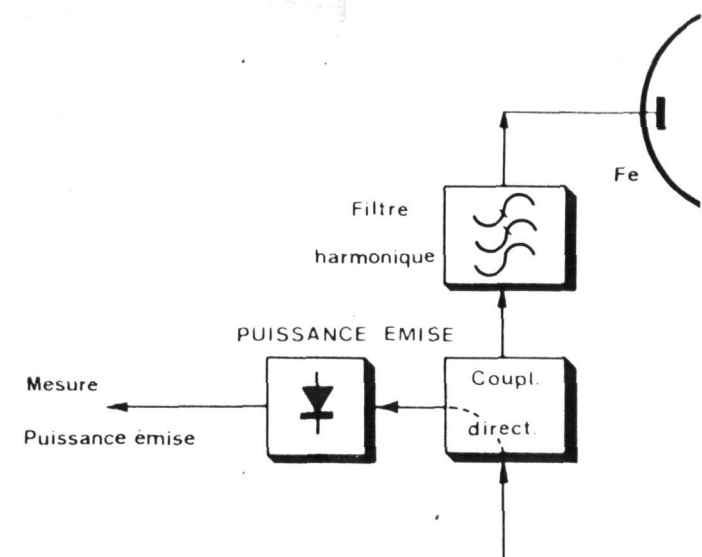
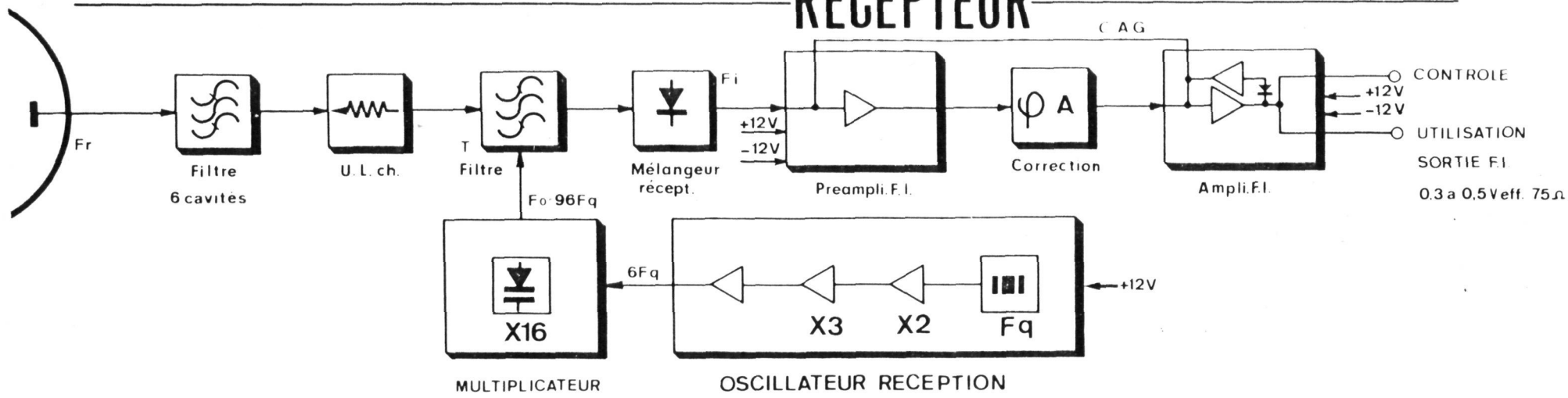
ALTURA REAL EN METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR



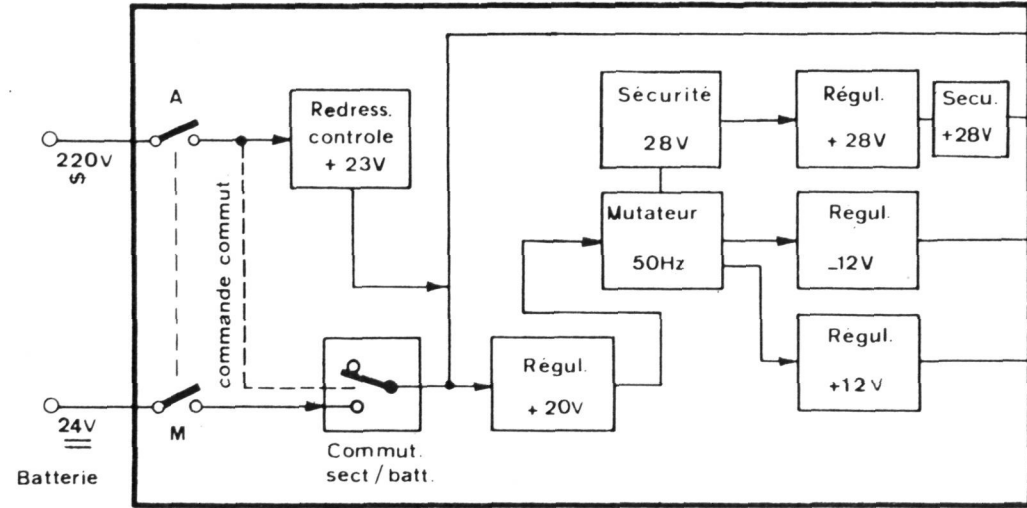
26

EM. DE FM Y RAD. LP-POZO	
PERFIL	E.U.I.T.T.
	PLANO Nº 4
GABRIEL J. PEREZ	

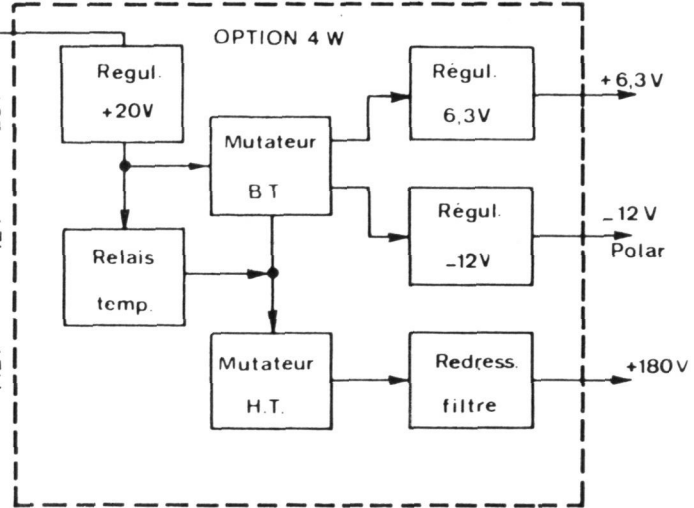
RECEPTEUR



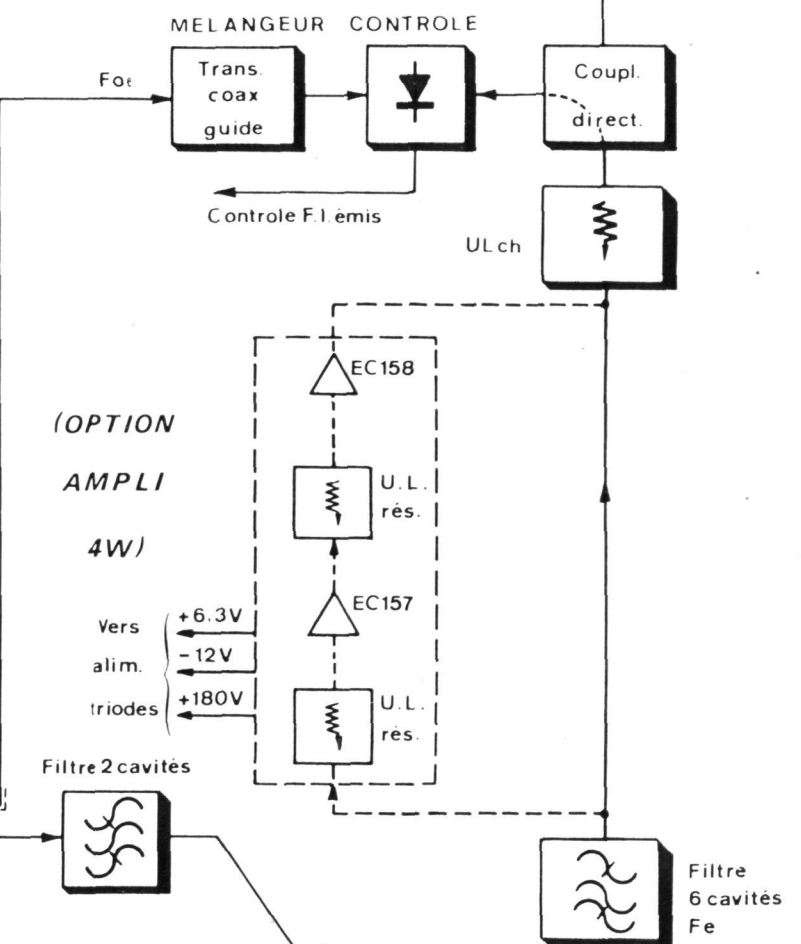
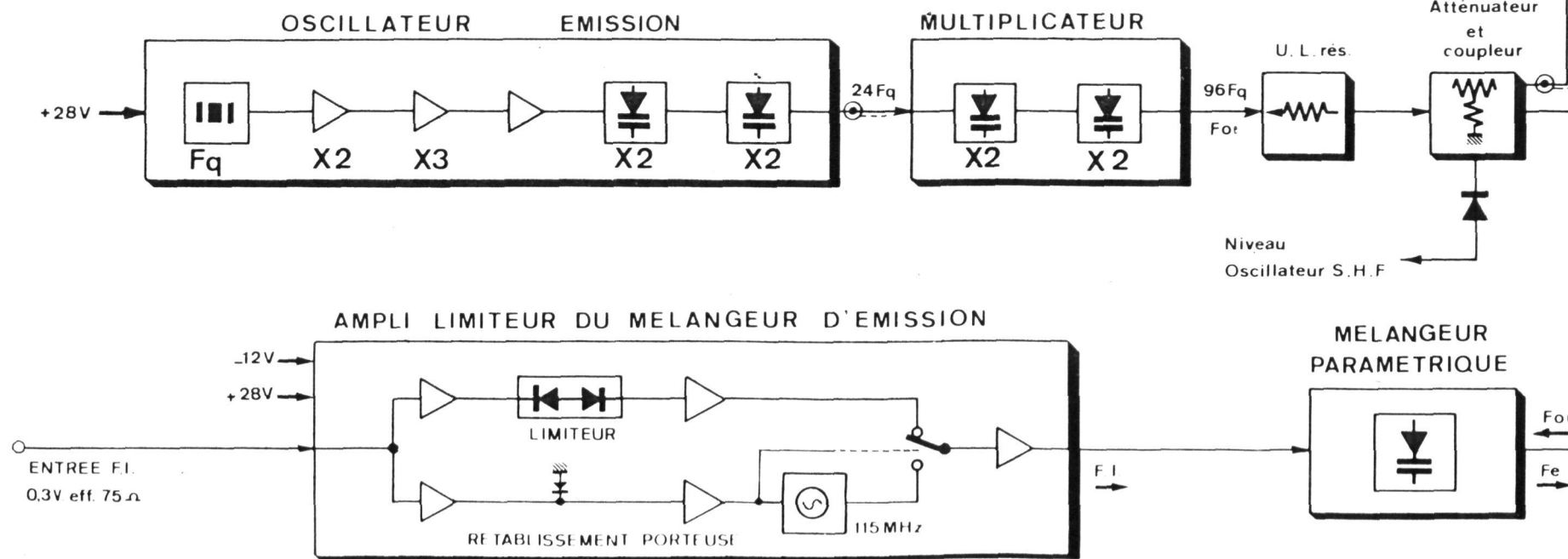
ALIMENTATION TRANSISTORS



ALIMENTATION TRIODES



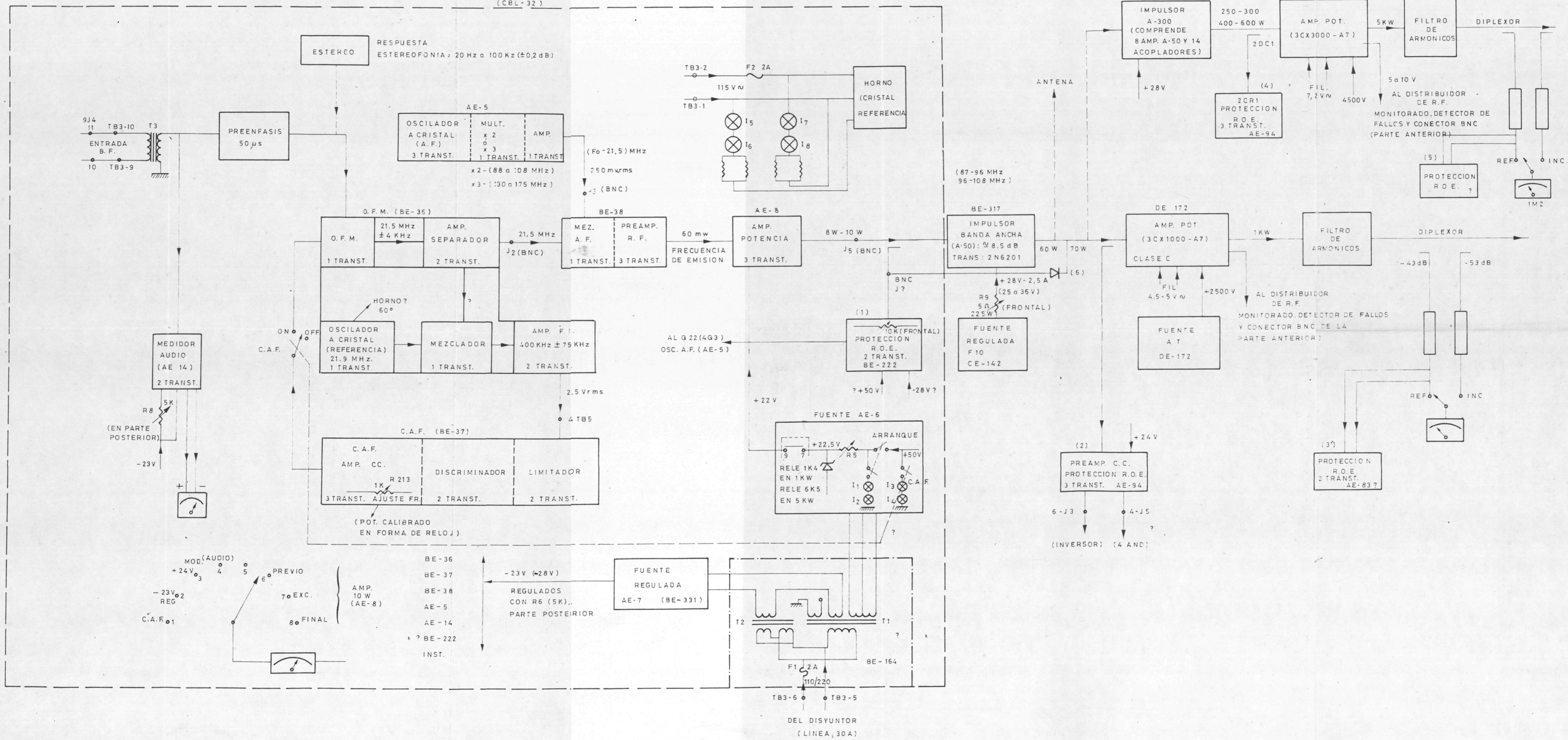
EMETTEUR

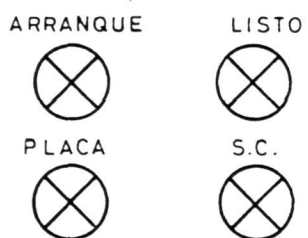
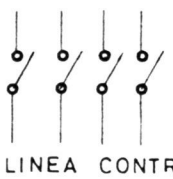
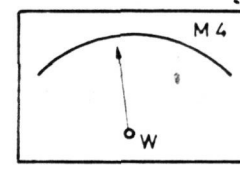
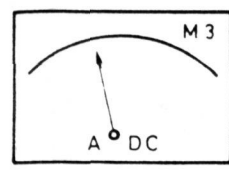
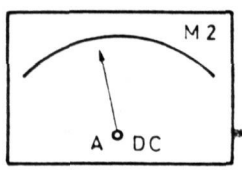
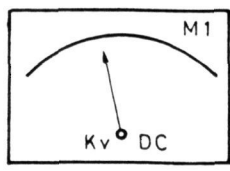


EM DE FM Y RAD LP POZO
 DIAG BLOQUE DEL EUITT
 RADIOENLACE PANN
 GABRIEL J PEREZ N° 8

EXCITADOR E-FM-10A (CBL-16) - (88-175 MHz)

(CBL-33)
(CBL-32)

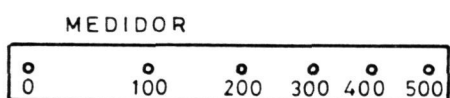
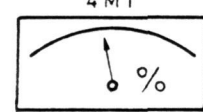
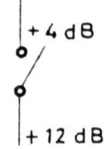
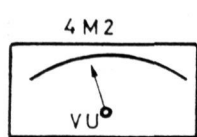




PREVIO (BE-317)

AMP. FINAL (DE-172)

TRABA A.T.	TRABA A.P.	4 AND	INV. AT/AP	INV. S.C.	MEM. AT/AP	MEM. LUCES
1	2	3	4	5	6	7
CE-96	CE-96	CE-89	CE-90	CE-90	CE-95	CE-95



ARRANQUE

AJUSTE PROTECCION



C.A.F.

EXCITADOR 10 W

MOD. (AUDIO)
+24 V
-23 V Reg.
C.A.F.



HORNO 1

COMPROBACION?
PREVIO
EXCITADOR
FINAL

HORNO 2

FUENTES DE ALIMENTACION DE B.T. (F-10) Y A.T. (DE-172)

SALIDA MONITOR (R.F.)



AJUSTE FIL.
R6



AJUSTE +28 V (F10)
R9



EM. DE FM Y RAD. LP POZO

ARMARIO

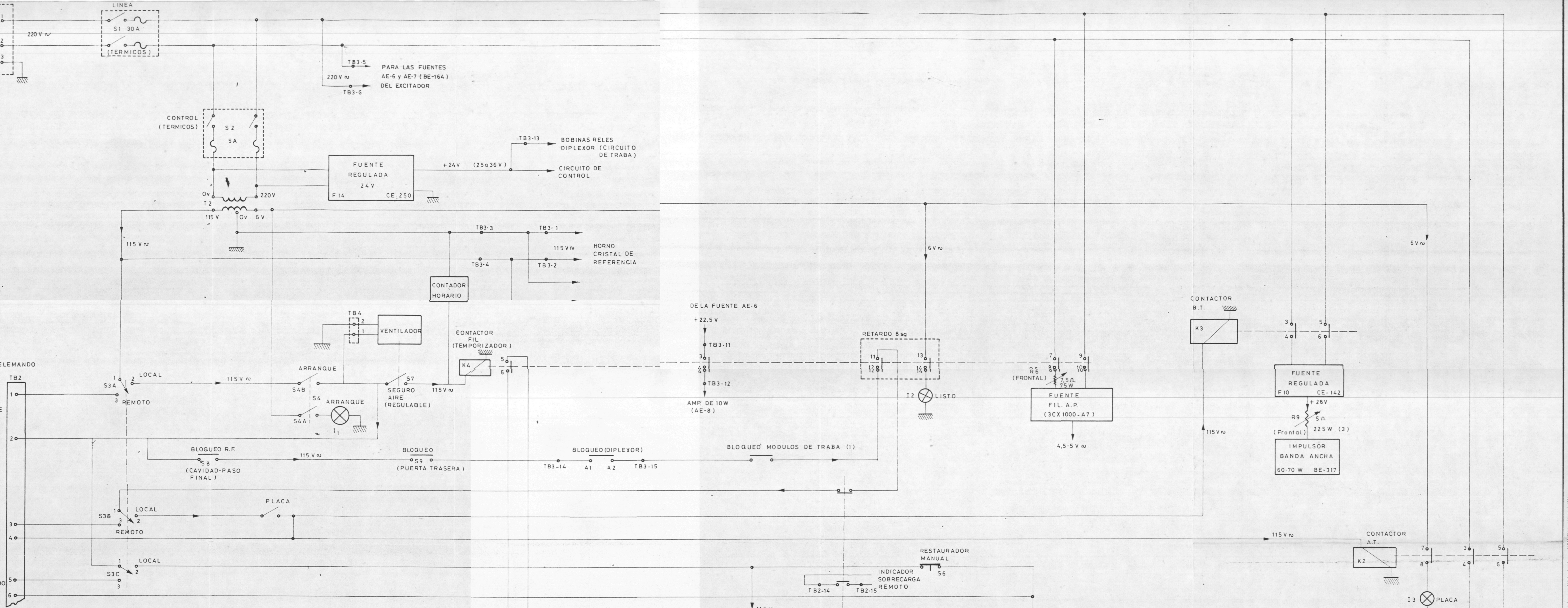
GABRIEL J PEREZ

EUIT.T.

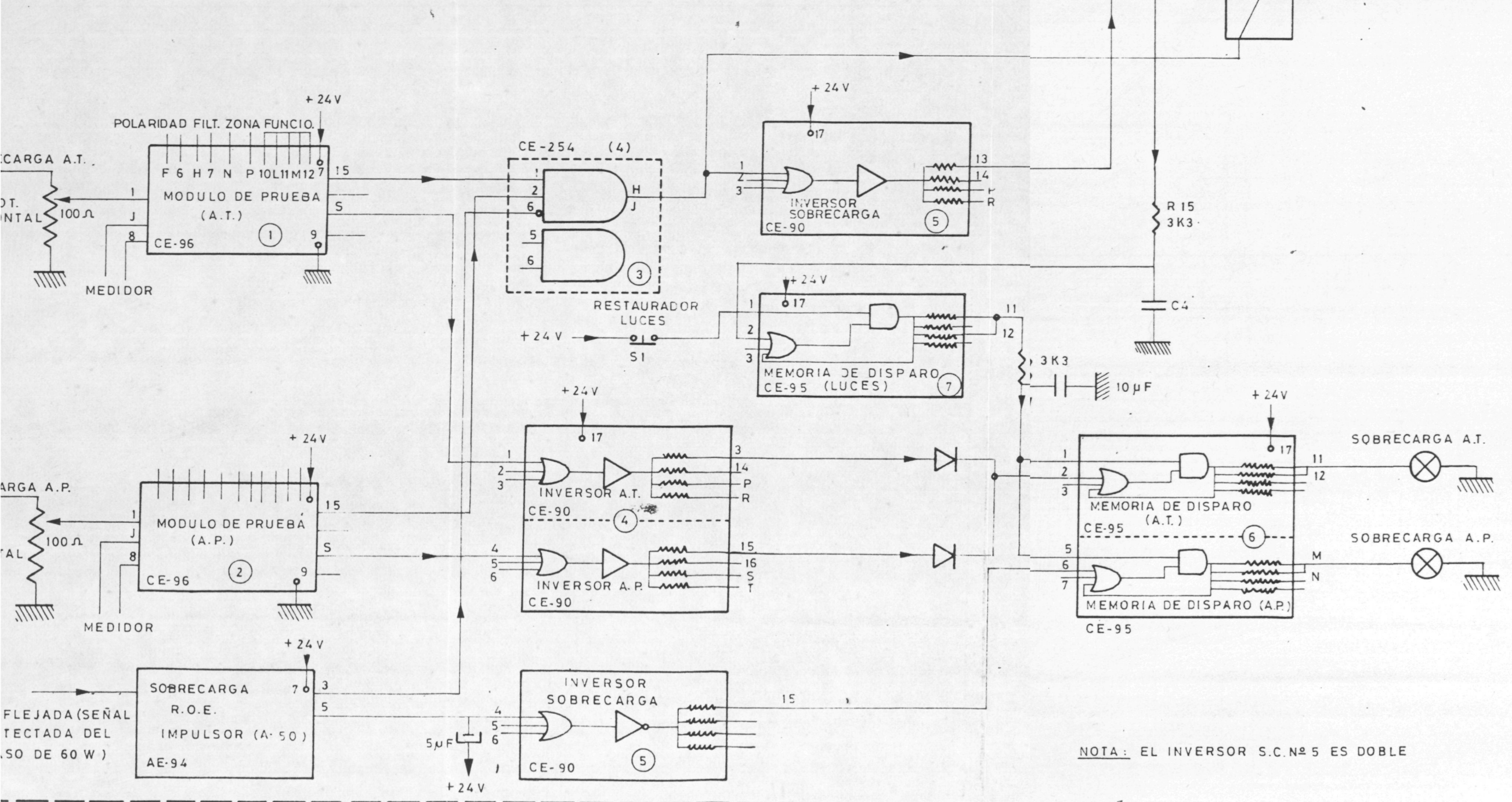
PLANO

N'

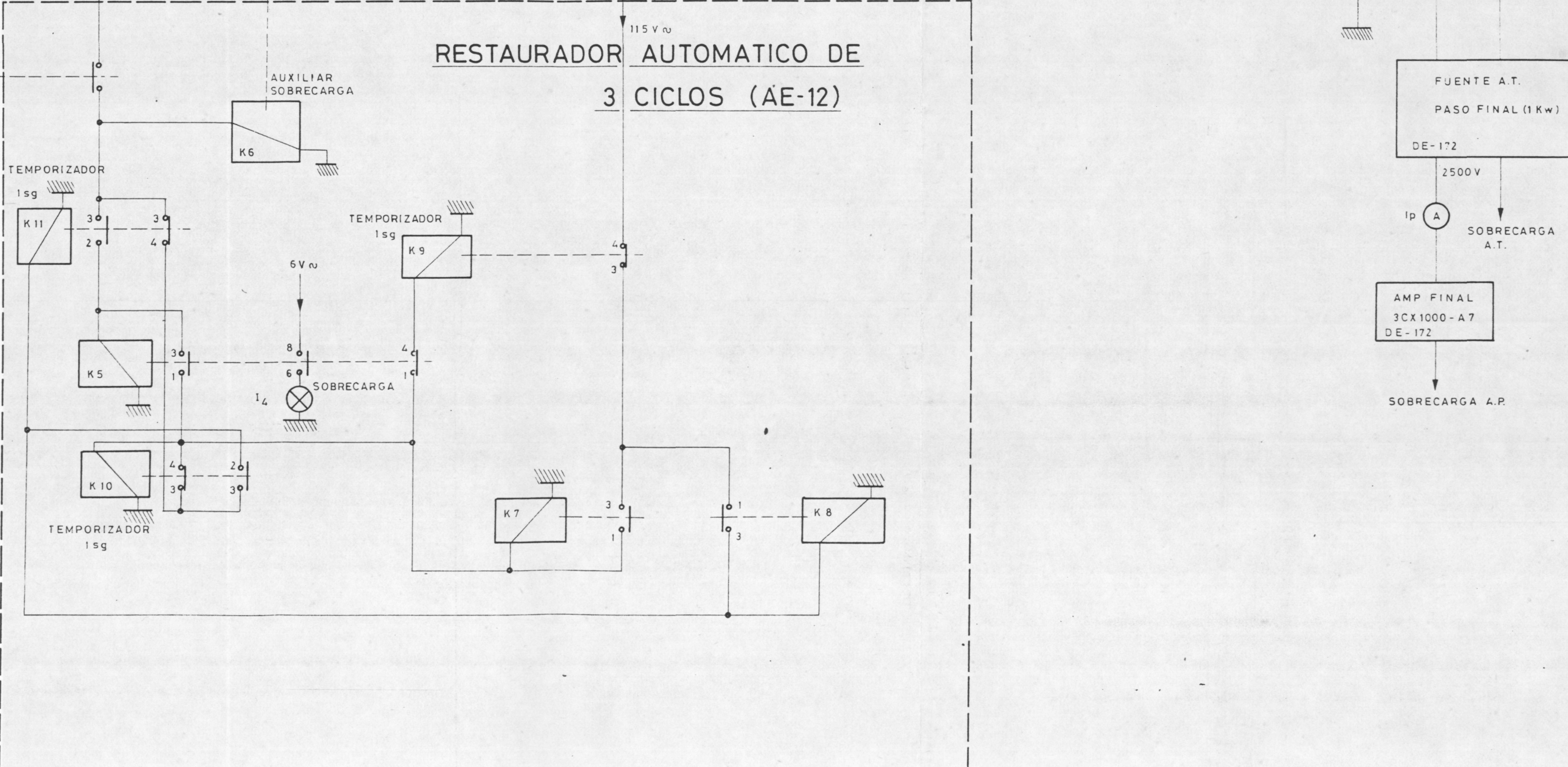
6



CIRCUITO LOGICO DE SOBRECARGAS (2)

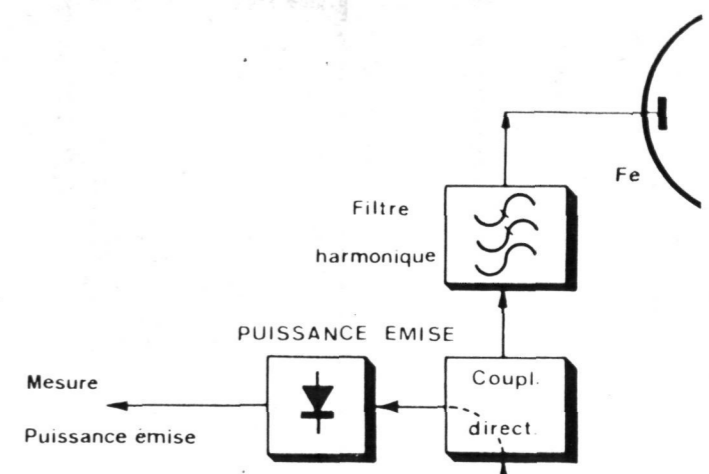
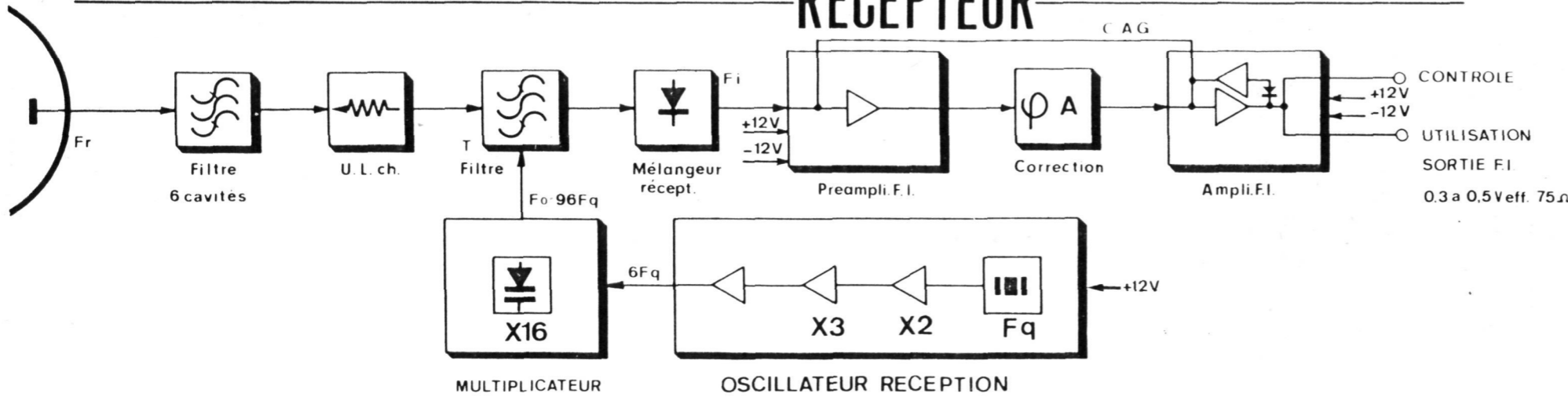


RESTAURADOR AUTOMATICO DE 3 CICLOS (AE-12)

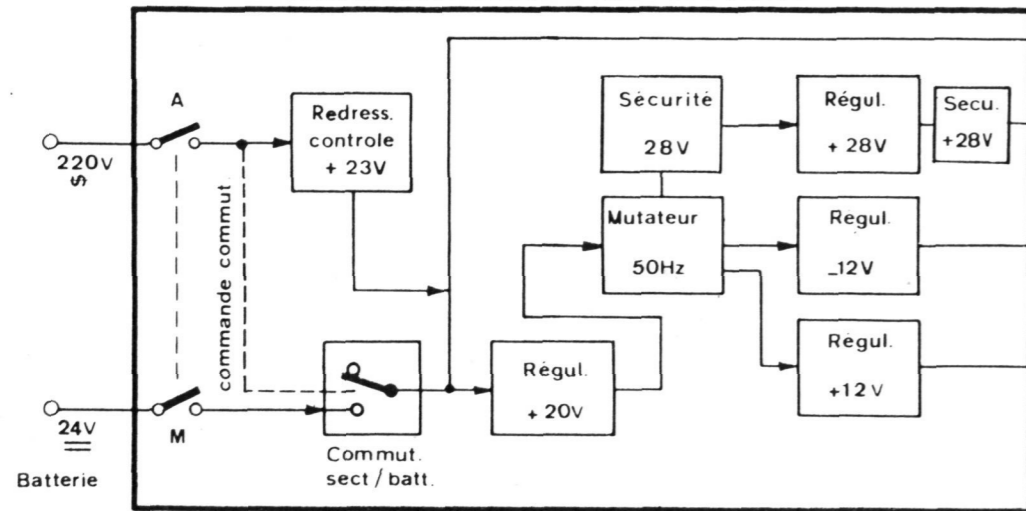


- (1) TODOS LOS MODULOS DE CONTROL (SOBRECARGAS) BLOQUEAN LA TRABA EXCEPTO MEMORIA LUCES
- (2) LAS SOBRECARGAS R.O.E. QUE NO ESTAN EN CIRCUITOS SON: PASO FINAL 10W (PROTECCION) PROTECCION PROBLEMA
- (3) AUNQUE EN EL FRONTAL DEL MODULO PONE 4Y EN REALIDAD ES UNA 2AND+3AND

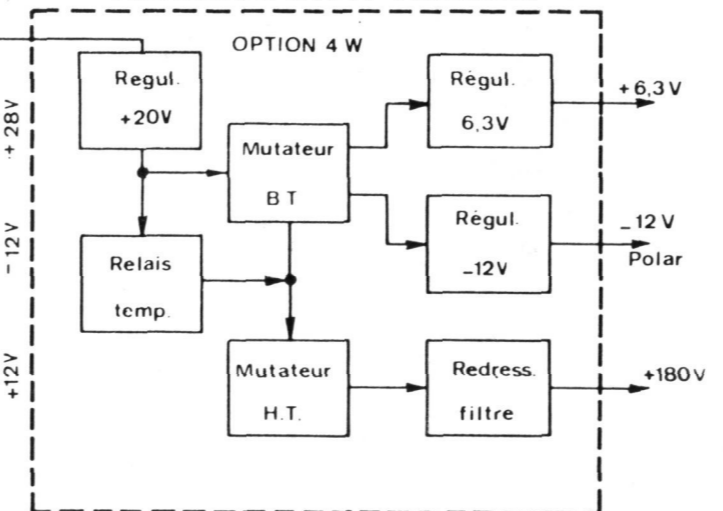
RECEPTEUR



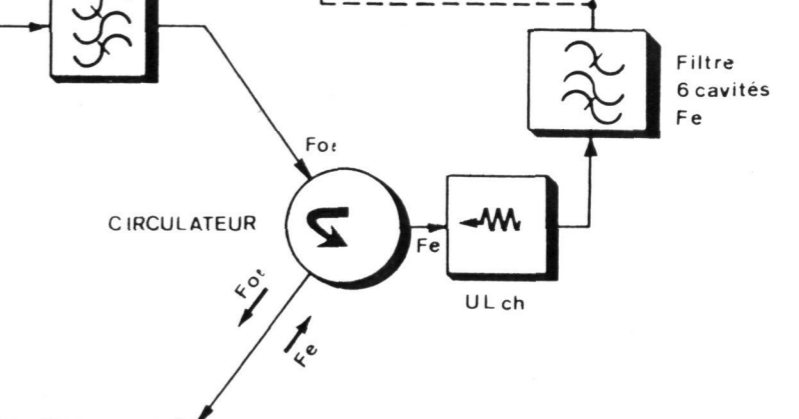
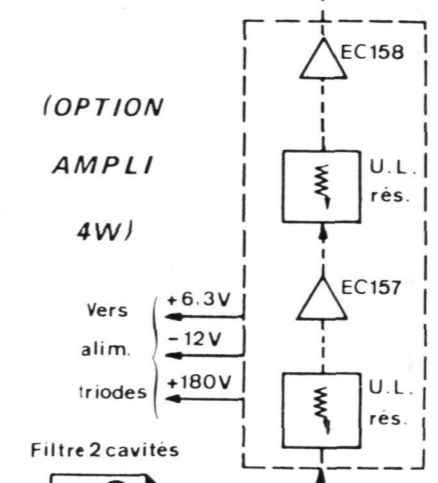
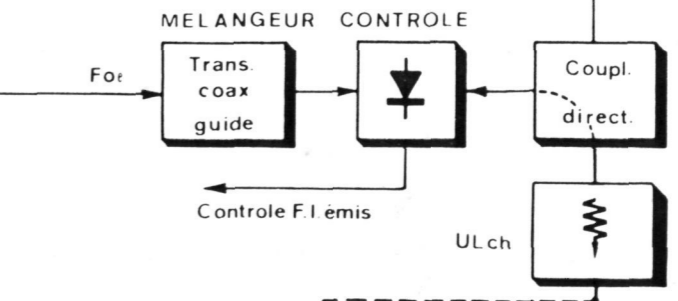
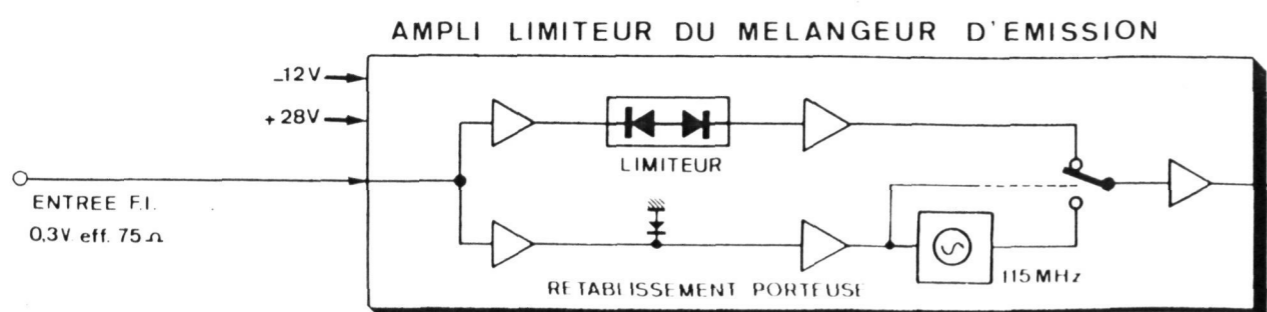
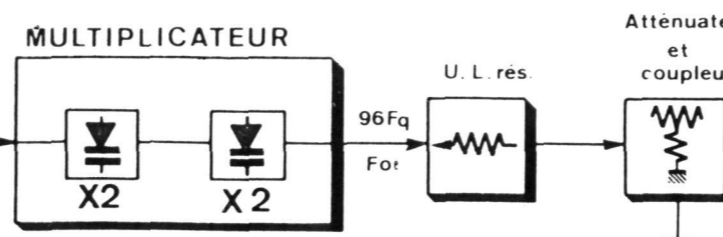
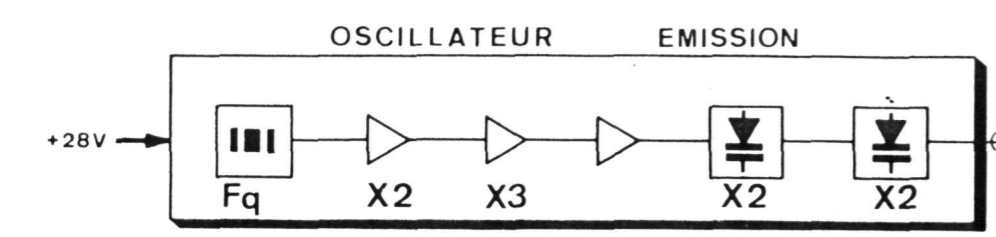
ALIMENTATION TRANSISTORS



ALIMENTATION TRIODES



EMETTEUR



EM DE FM Y RAD LP POZO
 DIAG BLOQUE DEL EUITT
 RADIOENLACE
 GABRIEL J PEREZ
 N° 8

