

MINISTERIO DE FOMENTO

2182 *ORDEN de 28 de diciembre de 1998 por la que se establecen las especificaciones técnicas de los repetidores radio isofrecuencia para el servicio móvil terrestre.*

La Ley 11/1998, de 24 de abril, General de Telecomunicaciones, en el artículo 55 atribuye al Ministro de Fomento la competencia para aprobar las especificaciones técnicas de los equipos o aparatos de telecomunicaciones, recogiendo los requisitos esenciales que sean de aplicación. Igualmente, corresponde al Ministerio de Fomento la emisión del correspondiente certificado de aceptación que supone la conformidad con las especificaciones técnicas aplicables a los equipos o aparatos para los que se solicita, de acuerdo con el procedimiento que reglamentariamente se establezca.

Hasta tanto no se apruebe dicho Reglamento de procedimiento continuarán rigiendo, en virtud de lo establecido en la disposición transitoria primera de la citada Ley, las normas dictadas al amparo del artículo 29 de la Ley 31/1987, de 18 de diciembre, de Ordenación de las Telecomunicaciones y, entre ellas, el Reglamento regulador del procedimiento de certificación aprobado por el Real Decreto 1787/1996, de 19 de julio. Este Reglamento dispone, en sus artículos 9 y 10, que la resolución por la que se certifique el cumplimiento de las especificaciones técnicas se expedirá en la forma prevista en ese Reglamento, recibirá el nombre de Certificado de Aceptación y requerirá la previa aprobación de las especificaciones técnicas aplicables a los equipos de telecomunicación para los cuales se solicita.

De acuerdo con todo ello, esta Orden tiene por objeto la aprobación de las especificaciones técnicas que deberán cumplirse para que los repetidores radio isofrecuencia para el servicio móvil terrestre obtengan el correspondiente certificado de aceptación, de modo que, en su comercialización y uso, se garantice el uso eficiente del espectro radioeléctrico y se eviten las perturbaciones en el funcionamiento normal de los servicios de telecomunicación. De ahí, que lo dispuesto en esta Orden se entienda sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones de compatibilidad electromagnética establecidas en el Real Decreto 444/1994, de 11 de marzo.

Por otra parte, y en los aspectos que sean de aplicación, estos equipos también están sujetos a la regulación prevista en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias.

En la tramitación de esta Orden, que cuenta con el informe de la Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones, se ha dado audiencia al Consejo de Consumidores y Usuarios, en cumplimiento de lo previsto en el artículo 22 de la Ley 26/1984, de 19 de julio, General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios, y se ha seguido el procedimiento de información a la Comisión Europea en materia de normas y reglamentaciones técnicas establecido en el Real Decreto 1168/1995, de 7 de julio.

En su virtud, dispongo:

Artículo 1. *Objeto.*

Esta Orden tiene por objeto aprobar las especificaciones técnicas que han de cumplir los repetidores radio isofrecuencia para el servicio móvil terrestre, que se incorporan como anexo a esta Orden.

Artículo 2. *Especificaciones técnicas.*

Los repetidores radio isofrecuencia para el servicio móvil terrestre, para los que se desea obtener el cer-

tificado de aceptación a que se refiere el artículo 9 del Reglamento por el que se establece el procedimiento de certificación de los equipos de telecomunicación, aprobado por el Real Decreto 1787/1996, de 19 de julio, deberán cumplir las especificaciones técnicas contenidas en el anexo de esta Orden.

Artículo 3. *Requisitos de los repetidores.*

Para la obtención del certificado de aceptación será imprescindible que los repetidores a que se refiere el artículo 1, estén diseñados de forma que un usuario típico no pueda modificar, mediante el empleo de herramientas de uso común para el mismo, aquellos parámetros que den lugar a utilizaciones distintas de las especificadas en el Cuadro Nacional de Atribución de Frecuencias, en lo relativo a las frecuencias y potencias radiadas de operación. Se entenderá que estos parámetros son modificados cuando cambien las utilizaciones especificadas.

Artículo 4. *Procedimiento de obtención del certificado de aceptación.*

Para la obtención del certificado de aceptación, será de aplicación el procedimiento regulado en el Reglamento aprobado por el Real Decreto 1787/1996, de 19 de julio, y en su solicitud se utilizará el modelo recogido en el anexo IV de dicho Reglamento.

Artículo 5. *Reconocimiento mutuo.*

A los repetidores radio isofrecuencia para el servicio móvil terrestre, procedentes de los países integrantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, será aplicable lo dispuesto para los equipos terminales de telecomunicación procedentes de los Estados miembros de la Unión Europea, en el artículo 17.1 del Reglamento aprobado por el Real Decreto 1787/1996, de 19 de julio.

Disposición adicional única.

Lo dispuesto en esta Orden se entienda sin perjuicio del cumplimiento de las obligaciones derivadas de la aplicación de lo previsto en el Real Decreto 444/1994, de 11 de marzo, por el que se establecen los procedimientos de evaluación de la conformidad y los requisitos de protección relativos a la compatibilidad electromagnética de los equipos, sistemas e instalaciones y sus normas de desarrollo.

Disposición final única.

Esta Orden entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el «Boletín Oficial del Estado».

Madrid, 28 de diciembre de 1998.

ARIAS-SALGADO MONTALVO

ANEXO

Especificaciones técnicas de los repetidores isofrecuencia para el servicio móvil terrestre

1. *Generalidades*

1.1 Alcance.—Los repetidores isofrecuencia se emplean para mejorar las señales radio entre estaciones base y móviles en zonas de mala propagación, tales

como zonas topográficamente apantalladas, edificios y túneles.

La cobertura puede alcanzarse empleando antenas omnidireccionales, antenas direccionales y/o cables radiantes.

Un repetidor puede incluir uno o varios amplificadores de recepción, o filtros, pero no demodulador.

Esta es una especificación de tipo general para repetidores isofrecuencia para el servicio móvil terrestre, por lo que, en su caso, se aplicará aquella otra norma más específica que se ocupe de una subclase de estos equipos.

1.2 Frecuencias de funcionamiento.—El equipo realizará la transmisión de la misma frecuencia de la señal útil recibida.

1.3 Definiciones.—Tipos de repetidores:

Canal único: Dispositivo capaz de retransmitir una señal procedente de una fuente donante, manteniendo las mismas características de esa fuente.

Varios canales no contiguos: Un dispositivo que contiene varias etapas de canal único, con un Amplificador de potencia común. Los canales no son contiguos y en cada canal se retransmite una señal procedente de una fuente donante manteniendo las mismas características de esa fuente.

Para enlace descendente o enlace ascendente (unidireccional): Un dispositivo que proporciona amplificación de potencia de una señal de RF procedente de una estación base donante hacia estaciones móviles o de una estación móvil donante a una estación base.

Para enlace descendente y enlace ascendente (bidireccional): Un dispositivo que proporciona amplificación de potencia de una señal de RF en dos direcciones desde una estación base donante a estaciones móviles y de estaciones móviles donantes a una estación base.

Estado de reposo: Estado del repetidor sin señal de entrada.

2. Condiciones de prueba, fuentes de alimentación y temperaturas ambientales

2.1 Fuentes de alimentación de prueba.—Durante las pruebas la fuente de alimentación del equipo será sustituida por una fuente de alimentación de pruebas que pueda suministrar la tensión de prueba normal especificada. La impedancia interna de la fuente de alimentación de pruebas será lo bastante baja para que su influencia sobre los resultados de las pruebas sea despreciable. Para los fines de la prueba, se medirá la tensión de la fuente de alimentación en los terminales de entrada del equipo.

Si el equipo cuenta con un cable de alimentación la tensión de prueba será la que se mida en el punto de conexión del cable de alimentación al equipo.

En los equipos que funcionan con baterías se retirarán las baterías y la fuente de alimentación de pruebas se aplicará lo más cerca posible de los terminales de la batería.

Durante las pruebas se mantendrán las tensiones de la fuente de alimentación dentro de una tolerancia del ± 1 por 100.

2.2 Condiciones normales de prueba:

2.2.1 Temperatura y humedad normales.—Serán cualquier combinación de temperatura y humedad dentro de los márgenes siguientes:

Temperatura $+15^{\circ}\text{C}$ a $+35^{\circ}\text{C}$.

Humedad relativa 20 por 100 a 75 por 100.

Nota: Si no se pueden efectuar las pruebas en las condiciones anteriores, se añadirá al informe de pruebas

una nota indicando la temperatura y la humedad relativa reales durante las pruebas.

2.2.2 Fuente de alimentación de prueba normal:

2.2.2.1 Tensión de la red.—La tensión normal de prueba para equipos que se conectan a la red será la tensión nominal de ésta. La tensión nominal será la tensión declarada, o cualquiera de las tensiones declaradas, para las que se ha diseñado el equipo. La frecuencia de la fuente de alimentación de prueba correspondiente a la red de corriente alterna estará comprendida entre 49 y 51 Hz.

2.2.2.2 Otras fuentes de alimentación.—Para el funcionamiento con otras fuentes de alimentación la tensión normal de prueba será la declarada por el fabricante del equipo.

2.3 Condiciones extremas de prueba:

2.3.1 Temperaturas extremas.—Para las pruebas a temperaturas extremas se harán mediciones de acuerdo con los procedimientos especificados en la cláusula 2.4 a un valor de $+55^{\circ}\text{C}$ y a un valor inferior a -10°C . En el informe de pruebas se indicará si el equipo cumple con alguna de las clases señaladas en la ETS 300 019.

2.3.2 Tensiones extremas para las fuentes de alimentación:

2.3.2.1 Tensión de la red.—Las tensiones extremas de prueba de los equipos que se conectan a la red de corriente alterna serán la tensión nominal de la red más/menos 10 por 100. La frecuencia de la fuente de alimentación de prueba estará comprendida entre 49 y 51 Hz.

2.3.2.2 Fuentes de alimentación de baterías de plomo reguladas.—Cuando el equipo esté destinado para funcionar con baterías de plomo reguladas, las tensiones extremas de prueba serán 1,2 y 0,9 veces la tensión nominal de la batería.

2.3.2.3 Fuentes de alimentación que utilizan otros tipos de batería.—La tensión extrema de prueba inferior para los equipos con fuentes de alimentación que utilizan baterías primarias será la siguiente:

a) Para baterías Leclanché o de litio, 0,85 veces la tensión nominal.

b) Para baterías de mercurio o de níquel-cadmio, 0,9 veces la tensión nominal.

c) Para otros tipos de baterías primarias, la tensión de punto final declarada por el fabricante del equipo.

No se aplican tensiones extremas de prueba superiores.

2.3.2.4 Otras fuentes de alimentación.—Para los equipos que utilicen otras fuentes de alimentación, o que sean capaces de funcionar con diversas fuentes de alimentación, las tensiones de prueba extremas serán las acordadas entre el fabricante del equipo y quien realice las pruebas, y se registrarán en el informe de prueba.

2.4 Procedimiento de prueba a temperaturas extremas:

2.4.1 Procedimiento de prueba.—Antes de efectuar las mediciones, el equipo en pruebas deberá haber alcanzado el equilibrio térmico en el recinto de pruebas. Durante el período de estabilización de la temperatura el equipo permanecerá desconectado. Debe advertirse que en el caso de equipos que contengan circuitos de estabilización de temperatura diseñados para funcionar de manera continua, los circuitos de estabilización de temperatura se conectarán durante quince minutos después de haber alcanzado el equilibrio térmico, tras lo cual empezarán las pruebas que correspondan. Si no se comprueba el

equilibrio térmico mediante mediciones, se dejará un período de estabilización de temperatura de por lo menos una hora. Se elegirá la secuencia de las mediciones y se controlará el nivel de humedad en el recinto de pruebas de modo que no haya excesiva condensación.

2.4.1.1 Procedimiento para los equipos diseñados para funcionamiento continuo.—Si el fabricante declara que el equipo en prueba está diseñado para funcionamiento continuo, el procedimiento de prueba será el siguiente:

Antes de comenzar las pruebas a la temperatura superior se colocará el equipo en el recinto de pruebas hasta que se alcance el equilibrio térmico. A continuación se conectará el equipo poniéndolo en estado de transmisión durante un período de media hora, transcurrido el cual comenzarán las pruebas que correspondan.

2.4.1.2 Procedimiento para los equipos diseñados para funcionamiento intermitente.—Si el fabricante declara que el equipo en pruebas está diseñado para funcionamiento intermitente, el procedimiento de prueba será el siguiente:

Antes de comenzar las pruebas a la temperatura superior, se colocará el equipo en el recinto de pruebas hasta que se alcance el equilibrio térmico. A continuación se conectará el equipo poniéndolo en estado de transmisión durante un minuto, y después durante cuatro minutos en estado de recepción, tras lo cual comenzarán las pruebas que correspondan. Para las pruebas a las temperaturas inferiores se dejará el equipo en el recinto de pruebas hasta que se alcance el equilibrio térmico y luego se pasará al estado de reposo o de recepción durante dos minutos, tras lo cual comenzarán las pruebas propiamente dichas. Debe advertirse que en el caso de equipos que contengan circuitos de estabilización de temperatura diseñados para funcionar de manera continua, los circuitos de estabilización de temperatura se conectarán durante quince minutos después de haber alcanzado el equilibrio térmico, tras lo cual comenzarán las pruebas que correspondan. En estos equipos el fabricante proporcionará un circuito de alimentación del estabilizador de temperatura del cristal que será independiente de la fuente de alimentación del resto del equipo.

3. Condiciones en las pruebas radioeléctricas

3.1 Montajes de prueba.—Las fuentes de las señales de prueba aplicables a la entrada del repetidor se conectarán de forma tal que la impedancia que se presente a la entrada del repetidor sea de 50 ohmios.

Los efectos de cualquier producto de intermodulación y del ruido producidos en los generadores de señales deben ser despreciables.

Las pruebas se realizarán con una carga no reactiva y no radiante de 50 ohmios conectada al conector de salida, como antena artificial.

El montaje de prueba será tal que la impedancia de entrada para las fuentes de señales y la impedancia de salida para la carga corresponderán a 50 Ohmios.

Si el repetidor cuenta con un filtro dúplex incorporado o con un filtro asociado separado, se cumplirán los requisitos de esta especificación cuando se realicen las mediciones en los terminales de antena de ese filtro.

3.2 Instalación de pruebas.—El fabricante facilitará conexiones para permitir el acceso externo a la fuente de alimentación del repetidor.

El fabricante se asegurará de que las conexiones proporcionadas no tengan un efecto significativo sobre los resultados de las mediciones.

3.3 Recinto de prueba para medidas con campos radiados (ver también el apéndice A de la norma UNE-ETS 300086 como guía general).

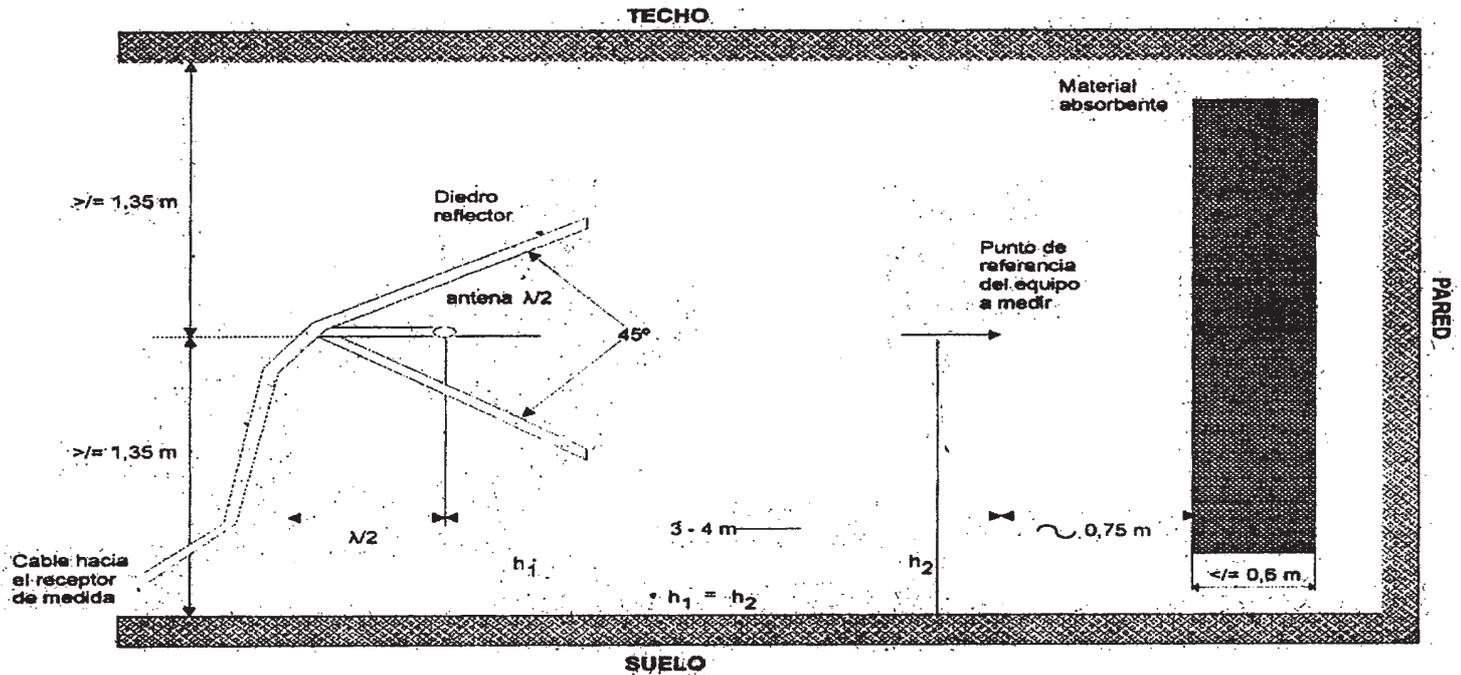
3.3.1 Recinto de pruebas al aire libre.—El recinto de pruebas estará sobre una superficie o terreno razonablemente nivelado. En un punto del recinto existirá un plano de tierra de por lo menos 5 metros de diámetro. En mitad de este plano de tierra se colocará un soporte no conductor capaz de girar 360° en el plano horizontal, para apoyar en él el equipo bajo prueba a 1,5 metros por encima del plano de tierra. El recinto de prueba será lo bastante grande para permitir la instalación de una antena de medida o de transmisión a una distancia $\lambda/2$ ó 3 metros, la que sea mayor. La distancia realmente utilizada se anotará con los resultados de las pruebas realizadas.

Se tendrá precaución en asegurarse que las reflexiones en objetos extraños contiguos al recinto y las reflexiones en el suelo no degraden los resultados de las mediciones.

3.3.2 Recinto interior alternativo.—Cuando la frecuencia de las señales que se midan sea mayor de 80 MHz puede utilizarse un recinto interior. Si se recurre a esta alternativa, se indicará así en el informe de pruebas.

El recinto de pruebas puede ser una sala de laboratorio con una superficie mínima de 6 metros por 7 metros y una altura mínima de 2,7 metros. Además de los aparatos de medida y del operador la sala estará lo más libre posible de objetos reflectantes que no sean las paredes, el suelo y el techo. La disposición del recinto se muestra en la figura 1. Las reflexiones potenciales en la pared situada detrás del equipo en pruebas se reducen colocando una barrera de material absorbente frente a ella. El reflector diédrico que rodea a la antena de prueba se utiliza para disminuir el efecto de las reflexiones en la pared opuesta y en el suelo y en el techo en el caso de mediciones con polarización horizontal.

Figura 1: Disposición del recinto interior (caso de polarización horizontal)



De manera similar, el reflector diédrico reduce los efectos de las reflexiones en las paredes laterales para las mediciones con polarización vertical.

Para la parte inferior de la gama de frecuencias (por debajo de unos 175 MHz) no se necesita reflector diédrico ni barrera absorbente.

Por razones prácticas la antena $\lambda/2$ de la figura 1 puede sustituirse por una antena de longitud constante, siempre que esta longitud este comprendida entre $\lambda/4$ y λ y sea suficiente la sensibilidad del sistema de medida. Igualmente puede variarse la distancia $\lambda/2$ a la arista. La antena de pruebas, el receptor de pruebas, la antena de sustitución y el generador de señales calibrados se utilizan de forma similar a la del método general. Para asegurarse de que no se originan errores en las proximidades del punto del trayecto de propagación en el que se produce la cancelación de fases, entre la señal directa y las restantes señales reflejadas, se desplazará la antena de sustitución una distancia de ± 10 centímetros en la dirección de la antena de pruebas así como en las dos direcciones perpendiculares a ella. Si estos cambios de distancia provocan un cambio de señal mayor de 2 dB, se variará la posición del equipo en pruebas hasta que se obtenga un cambio de menos 2 dB.

3.3.3 Cámara anecoica:

3.3.3.1 Generalidades.—Una cámara anecoica es una cámara apantallada cubierta en su interior por mate-

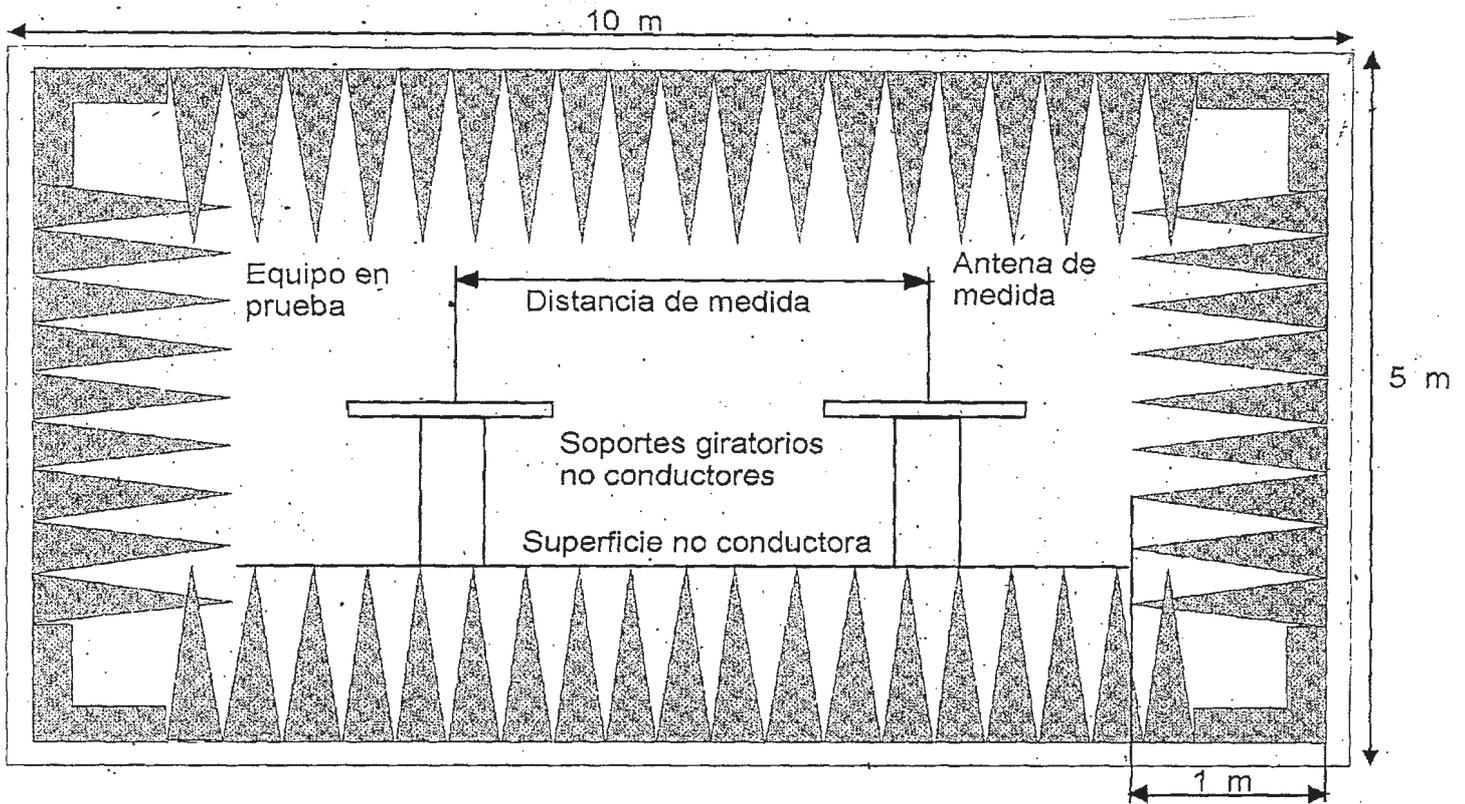
rial absorbente de radiofrecuencia y que simula espacio libre. Pueden realizarse mediciones absolutas o relativas de los repetidores. Las mediciones absolutas de la intensidad de campo requieren el calibrado de la cámara anecoica. La antena de pruebas, el equipo en prueba y la antena de sustitución se utilizan de forma similar a como en el recinto de pruebas al aire libre, pero se sitúan todos a la misma altura por encima del suelo.

3.3.3.2 Descripción.—Una cámara anecoica debe cumplir los requisitos de pérdida de apantallamiento y pérdida por reflexión en las paredes que se indican en la figura 2. La figura 3 muestra un ejemplo de construcción de una cámara anecoica con una superficie de base de 5 metros \times 10 metros y una altura de 5 metros. El techo y las paredes se revisten de materiales absorbentes con forma de pirámide de aproximadamente 1 metro de alto. La base se cubre con materiales absorbentes especiales que forman el suelo. Las dimensiones interiores disponibles de la cámara son 3 metros \times 8 metros \times 3 metros, de modo que se dispone de una distancia máxima de medida de 5 metros en el eje de esta cámara. Los materiales absorbentes del suelo rechazan las reflexiones en el suelo de modo que no es necesario cambiar la altura de la antena. Pueden utilizarse cámaras anecoicas de otras dimensiones.

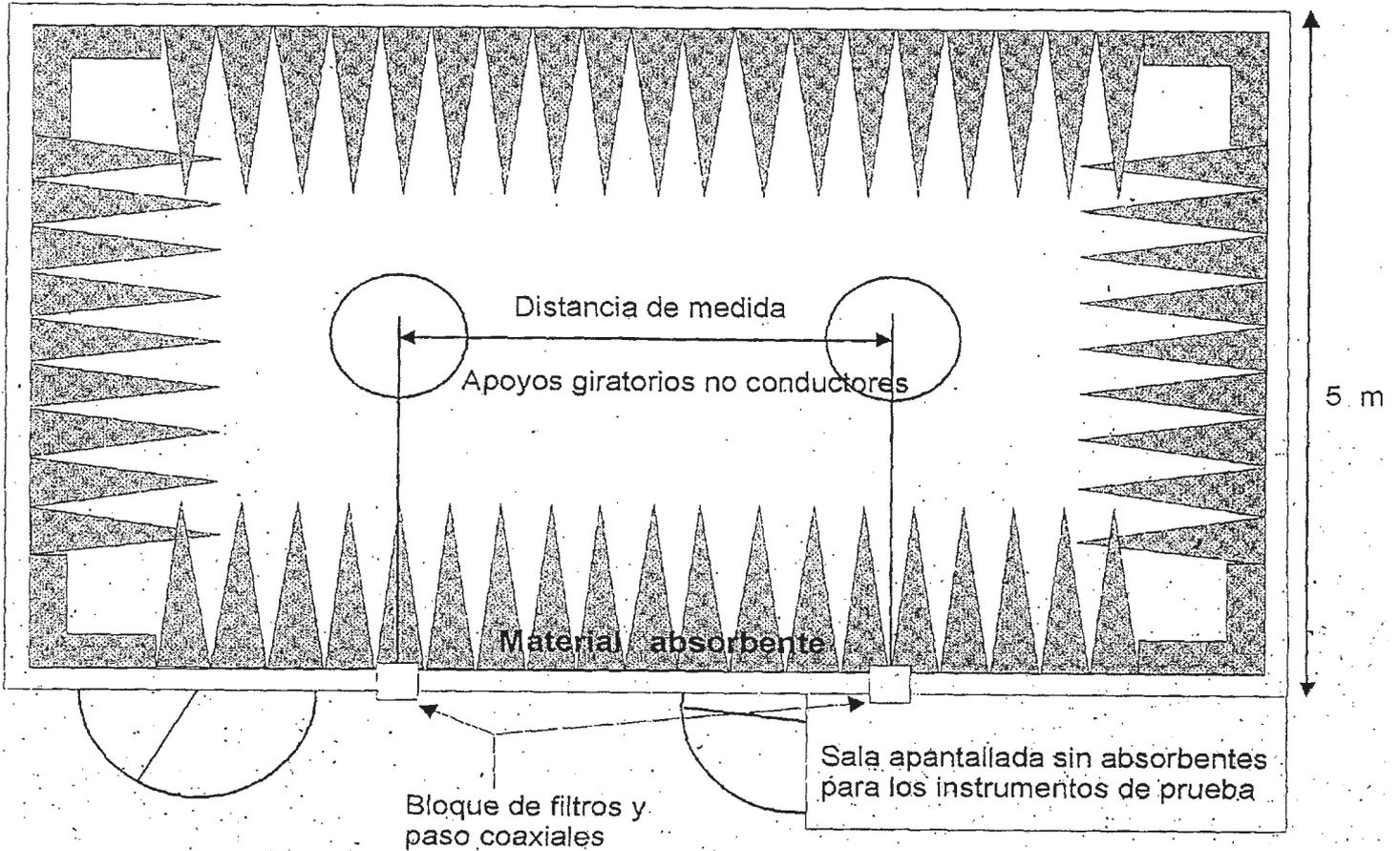
A 100 MHz la distancia de medida puede aumentarse hasta un máximo de dos longitudes de onda.

3.3.3.3 Influencia de las reflexiones parásitas.

Figura 2: Especificación para el apantallamiento y las reflexiones



Plano de tierra



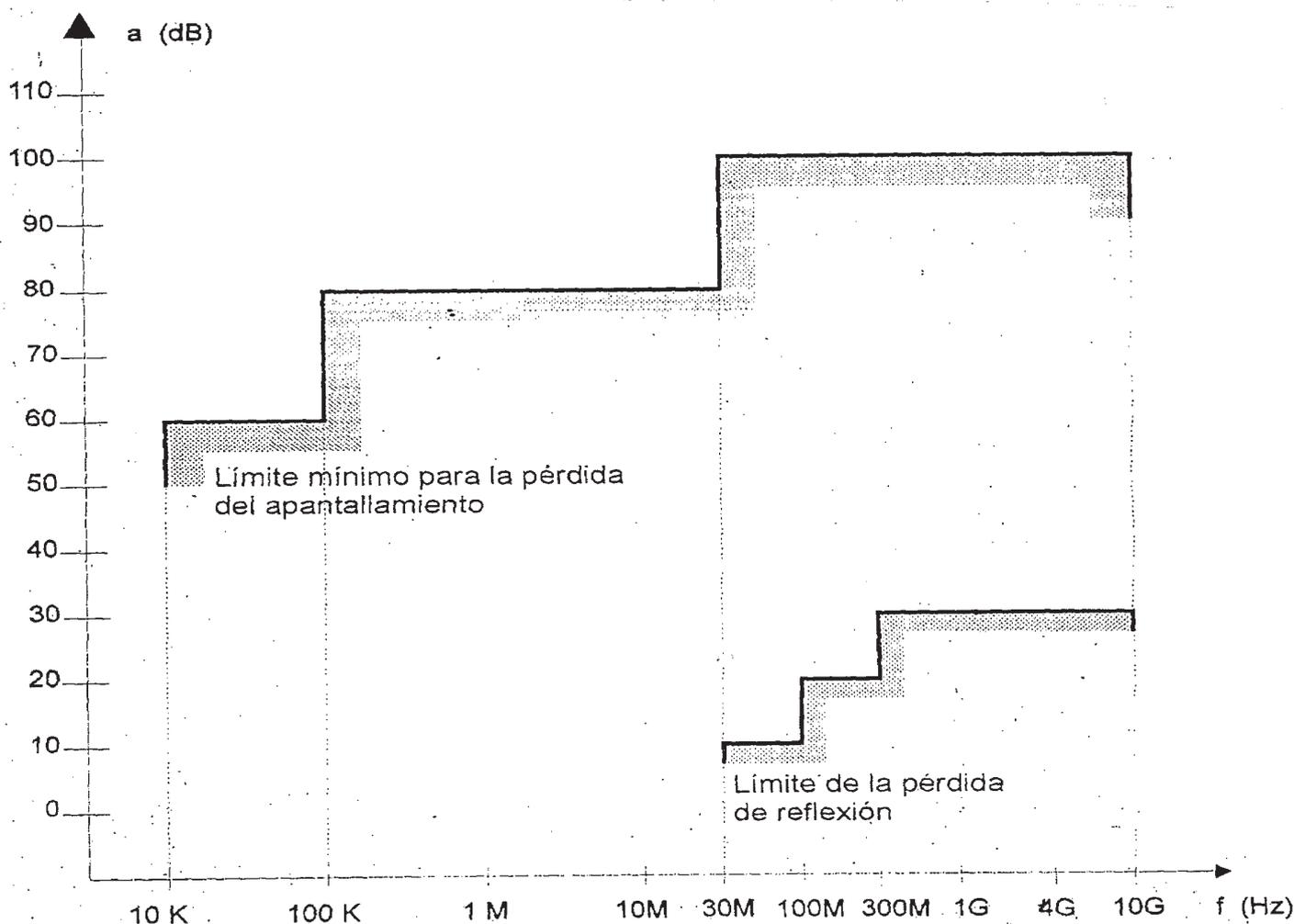
En propagación en espacio libre en condiciones de campo lejano la relación de la intensidad de campo E y la distancia R viene dada por $E = E_0 (R_0/R)$, donde E_0 es la intensidad de campo de referencia y R_0 es la distancia de referencia. Esta relación permite efectuar mediciones relativas ya que se eliminan todas las constantes dentro de la relación y carecen de importancia la atenuación de los cables, el desacoplo de la antena y las dimensiones de la antena.

Si se utiliza el logaritmo de la ecuación anterior, puede verse fácilmente la desviación de la curva ideal debido a que la correlación ideal entre la intensidad de campo y la distancia puede representarse entonces por una línea

recta. Este método indirecto muestra con claridad las perturbaciones debidas a las reflexiones y es mucho menos problemático que la medida directa de la atenuación de reflexión.

Con una cámara anecoica de las dimensiones indicadas anteriormente para frecuencias por debajo de 100 MHz no existen condiciones de campo lejano, y las reflexiones en las paredes son más fuertes, de modo que se necesita un calibrado cuidadoso. En la gama media de frecuencias, de 100 MHz a 1 GHz, la variación de la intensidad de campo con la distancia cumple las previsiones. Por encima de 1 GHz, debido a que se producirán más reflexiones, la variación de la intensidad de campo con la distancia no se correlacionará tanto.

Figura 3: Cámara anecoica blindada para mediciones en espacio libre simulado



3.3.3.4 Utilización.—El modo de empleo es el mismo que para un recinto de pruebas al aire libre, con la única diferencia de que no es necesario subir ni bajar la antena de pruebas mientras se busca un máximo, lo que simplifica el método de medida.

3.4 Antena de pruebas.—La antena de pruebas se utiliza para detectar la radiación del equipo en pruebas y de la antena de sustitución; cuando sea necesario se utilizará como antena de transmisión, cuando se utilice el recinto para medir las características del receptor. Esta antena se monta sobre un soporte que permita utilizar la antena con polarización horizontal o vertical y variar la altura de su centro sobre el suelo entre 1 y 4 metros. Preferentemente se utilizarán antenas de prueba con

acusada directividad. La dimensión de la antena de pruebas a lo largo del eje de medida no excederá del 20 por 100 de la distancia de medida. Para mediciones de radiación la antena de pruebas se conecta a un receptor de pruebas capaz de ser sintonizado a cualquier frecuencia en investigación y de medir con precisión los niveles relativos de señales a su entrada. Cuando sea necesario (para mediciones de receptor) se sustituye el receptor de pruebas por una fuente de señales.

3.5 Antena de sustitución.—La antena de sustitución será un dipolo $\lambda/2$, resonante a la frecuencia en consideración, o un dipolo reducido calibrado con referencia al dipolo $\lambda/2$. El centro de esta antena coincidirá con el punto de referencia del equipo en pruebas al que reemplaza. Este punto de referencia será el centro volu-

métrico del equipo cuando su antena se monte dentro de la carcasa, o el punto en que se conecte una antena exterior a la carcasa.

La distancia entre el extremo inferior del dipolo y el suelo será por lo menos de 30 centímetros.

La antena de sustitución se conectará a un generador de señales, cuando se utilice el recinto para mediciones en emisión, y a un receptor de medida calibrado, cuando se utilice el recinto para medir características del receptor. El generador de señales y el receptor funcionarán a las frecuencias en investigación y se conectarán a la antena a través de redes adecuadas de acoplamiento y equilibrio.

3.6 Modulación normal de prueba.

3.6.1 Repetidores utilizados con señales analógicas de FM.—Para la modulación normal de prueba la frecuencia de modulación será de 1 kHz y la desviación máxima de frecuencia resultante será el 20 por 100 de la separación entre canales. La señal de prueba estará sustancialmente libre de modulación de amplitud.

3.6.2 Repetidores utilizados con señales analógicas de AM.—Para la modulación normal de prueba la frecuencia de modulación será de 1 kHz y la profundidad de modulación resultante será del 60 por 100. La señal de prueba estará sustancialmente libre de modulación angular.

3.6.3 Repetidores utilizados con señales digitales.—Para la modulación normal de prueba la señal de modulación será una secuencia binaria pseudoaleatoria de, por lo menos, 511 bits, de acuerdo con la Recomendación O.153 del UIT-T, con una desviación máxima de frecuencia resultante del 20 por 100 de la separación de canales. La señal de prueba estará sustancialmente libre de modulación de amplitud.

3.7 Señales a la entrada.

Señal M1: Señal de radiofrecuencia sin modular, a una frecuencia correspondiente a la frecuencia del canal en prueba, y con un nivel que dé lugar a la potencia nominal de salida del repetidor.

Señal M2: Señal de radiofrecuencia a la frecuencia del canal en prueba, modulada con la modulación normal de prueba.

4. Mediciones

En el caso de repetidores bidireccionales, se realizarán las mediciones de este apartado tanto en sentido ascendente como descendente.

Los requisitos de esta norma se cumplirán para todos los niveles de potencia a los que esté destinado a funcionar el repetidor. Por razones prácticas se efectuarán mediciones solamente para el nivel de potencia más bajo y el más alto con los que el repetidor deba funcionar.

En el caso de repetidores para varios canales no contiguos, se efectuará la medición para cada canal.

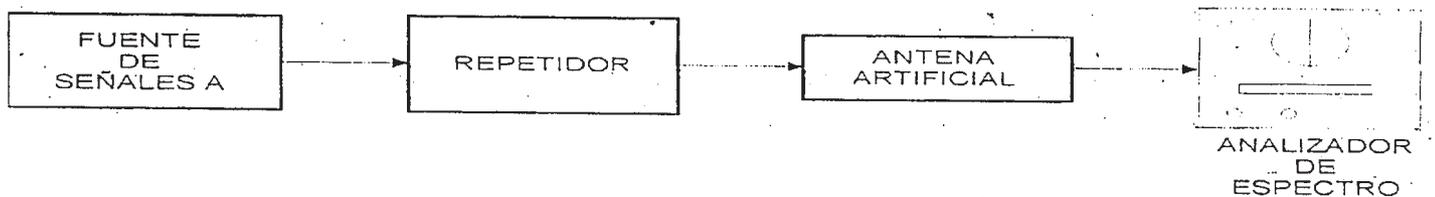
4.1 Potencia de salida.—Si el equipo está diseñado para funcionar con diferentes potencias de salida, la potencia nominal para cada nivel será declarada por el fabricante. El control de ajuste de potencia no será accesible al usuario.

4.1.1 Definiciones.—La potencia de salida es la potencia media suministrada a la antena artificial durante un ciclo de radiofrecuencia en condiciones de medida especificadas.

La potencia de salida nominal es la potencia de salida del equipo declarada por el fabricante.

4.1.2 Método de medida:

Figura 4: Montaje de medida de la potencia de salida



Se utilizará el montaje de medida de la figura 4.

a) Se aplicará la señal de entrada M1 (apartado 3.7) de la fuente de señales A al conector de entrada del repetidor.

El conector de salida se conectará a la antena artificial, y se medirá la potencia suministrada a esta antena artificial. Se aumentará el nivel de la señal procedente del generador hasta que se alcance la potencia nominal declarada por el fabricante. Se anotará el nivel de la señal.

b) Se aumentará 20 dB el nivel de la señal del generador A, sin necesidad de que sea mayor de -25 dBm, y se medirá la potencia de salida.

Las mediciones se efectuarán en condiciones normales de prueba, y en condiciones extremas de prueba (apartados 2.3.1 y 2.3.2 simultáneamente).

4.1.3 Límites.—La potencia de salida máxima en condiciones normales de prueba estará dentro de $\pm 1,50$ dB con relación a la potencia de salida nominal.

La potencia de salida en condiciones extremas estará dentro de +2,00 dB y -3,00 dB con relación a la potencia de salida nominal.

4.2 Atenuación de intermodulación.

4.2.1 Definición.—A efectos de esta especificación, la atenuación de intermodulación es una medida de la aptitud del repetidor para inhibir la generación de señales en sus elementos no lineales debido a:

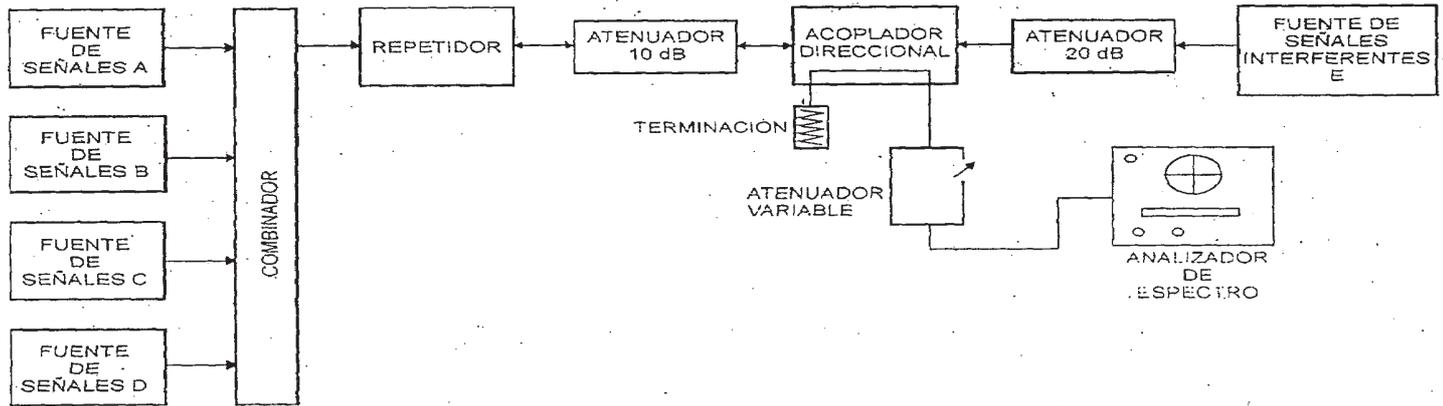
a) La presencia de una portada útil y de una señal interferente que entra en el repetidor a través de sus terminales de salida (antenas), o

b) La presencia de dos portadoras útiles que entran por los terminales de entrada del repetidor.

4.2.2 Método de medida:

4.2.2.1 Productos de intermodulación en la etapa de salida.

Figura 5: Montaje de medida para la atenuación de intermodulación (señal interferente en la salida)



Se utilizará el montaje de medida de la figura 5 (puede emplearse un número de canales mayor o menor de cuatro).

a) La salida del repetidor en prueba se conectará a la fuente de señales E a través de un dispositivo de acoplamiento que presente al repetidor una carga de impedancia 50 ohmios.

El dispositivo de acoplamiento puede consistir en un circulator, uno de cuyos puertos se conectará mediante un cable coaxial al terminal de salida del repetidor y el segundo puerto se terminará correctamente (valor nominal 50 ohmios). Esta terminación debe contar con conexión a un dispositivo de medida selectivo (por ejemplo, un analizador de espectros). El tercer puerto del circulator se conectará a la fuente de señales de prueba E mediante un circuito de aislamiento.

b) La entrada del repetidor en prueba se conectará a una fuente de señales A, sin modular, sintonizada a la frecuencia del canal, a través de un circuito de aislamiento. El nivel de potencia de la fuente de señales de entrada sin modular A se aumentará desde un nivel de señal muy bajo hasta que el nivel de potencia de salida del repetidor alcance el valor nominal de potencia de salida.

El repetidor en prueba y las fuentes de señales estarán separados físicamente de forma tal que las medidas no se vean influenciadas por radiación directa.

c) La fuente de señales de prueba E estará sin modular y su frecuencia entre 50 kHz y 100 kHz por encima de la frecuencia de la señal transmitida útil. Se elegirá la frecuencia de tal forma que las componentes de intermodulación a medir no coincidan con otras emisiones no esenciales. Se ajustará el nivel de potencia de la fuente de señales E a -30 dB con relación al nivel de potencia de salida resultante de la fuente de señales de entrada A, midiéndose ambos niveles a la salida del repetidor. El nivel de potencia de la señal de prueba se medirá en el lado del repetidor del cable coaxial, desconectado del repetidor y terminado correctamente (valor nominal 50 ohmios).

Nota: Como la impedancia que presenta el repetidor a la frecuencia de la señal de prueba es desconocida, la señal de prueba no puede medirse ni su amplitud compararse con las componentes de intermodulación, mientras esté conectado el transmisor.

d) Se medirá la potencia de salida del repetidor directamente en el terminal de salida (conectado a una carga no radiante y no reactiva).

Los niveles de la portadora útil y de las componentes de intermodulación se comparan mediante un dispositivo de medida selectivo.

Se variará la longitud del cable coaxial (entre la salida del transmisor y el dispositivo de acoplamiento) hasta que se obtenga máximo nivel de la componente de intermodulación que se considere.

Se repetirá esta medición con la señal de pruebas a una frecuencia entre 50 kHz y 100 kHz por debajo de la frecuencia útil.

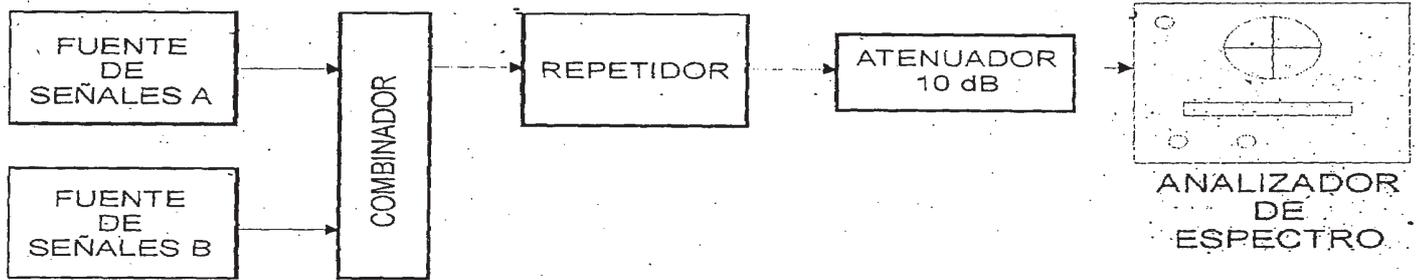
Cuando se realicen las mediciones anteriores debe tenerse la precaución de que la no linealidad en el dispositivo de medida selectivo no influya apreciablemente en los resultados. Además, debe asegurarse que las componentes de intermodulación que puedan ser generadas en la fuente de señales de prueba se reduzcan suficientemente, por ejemplo mediante un circulator.

e) La atenuación de intermodulación se expresa por la relación en dB entre el nivel de potencia de la portadora (dBc) y el nivel de potencia de una componente de intermodulación.

f) En el caso de repetidores con varios canales no contiguos, se repetirá para cada canal la medición utilizando los generadores de señales A y E. Adicionalmente se efectuará la medición con señales de entrada a la frecuencia nominal de cada canal aplicadas a través de un combinador a la entrada del repetidor. Para cada medición el nivel de la señal de los generadores B, C o D corresponderá al generador A.

4.2.2.2 Productos de intermodulación debidos a dos señales en la entrada.

Figura 6: Montaje de medida para la atenuación de intermodulación (dos señales de entrada)



Se empleará el montaje de medida de la figura 6.

a) La salida del repetidor se terminará correctamente (dispositivo de medida selectivo, por ejemplo, un analizador de espectro).

b) Se aplicarán dos señales de prueba, A y B, a la entrada del repetidor a través de una red de combinación.

La señal de prueba A estará sin modular y se sintonizará a la frecuencia del canal. Su nivel de potencia se aumentará desde un nivel de señal bajo hasta que el nivel de la señal de salida útil del repetidor alcance la potencia de salida nominal.

c) La señal de entrada se desconectará de la entrada del repetidor y se conectará a un dispositivo de medida selectivo. La señal de prueba B se sintonizará entre 50 kHz y 100 kHz por encima de la señal de prueba A y se ajustará el nivel de la señal hasta que sea igual al nivel de la señal de prueba A. Las señales de prueba de entrada se desconectarán del dispositivo de medida selectivo y se volverán a conectar a la entrada del repetidor.

Los niveles de las portadoras útiles y de las componentes de intermodulación se comparan mediante el dispositivo de medida selectivo.

d) Se repetirá esta medición con la señal de pruebas B a una frecuencia entre 50 kHz y 100 kHz por debajo de la señal de prueba A.

Cuando se efectúen las mediciones anteriores debe tenerse la precaución de que la no linealidad del dispositivo de medida selectivo no influya apreciablemente en los resultados. Además, debe asegurarse que las componentes de intermodulación que puedan generarse en la fuente de señales de prueba sean suficientemente reducidas, por ejemplo mediante un circulador.

e) La atenuación de intermodulación se expresa por la relación en dB del nivel de potencia de la portadora (dBc) respecto del nivel de potencia de una componente de intermodulación.

f) Se repetirá la medición con el nivel de cada señal de prueba A y B aumentado en 20 dB, sin que sea mayor de -25 dBm.

g) Se repetirá la prueba con la señal de prueba A sintonizada a la frecuencia de dos separaciones de canal y con la señal de prueba B sintonizada a la frecuencia de cuatro separaciones de canal por encima de la frecuencia del canal. Se ajustarán al mismo nivel que se indicó en el paso b).

h) Se aumentará el nivel de las dos señales hasta que el nivel de señal de salida del repetidor alcance la potencia de salida nominal. Se repetirá la prueba con las señales de prueba sintonizadas dos y cuatro canales por debajo de la frecuencia del canal.

i) La atenuación de intermodulación (fuera de banda) se expresa por la relación en dB del aumento de nivel de los dos generadores.

j) En el caso de repetidores con varios canales no contiguos, se repetirán las mediciones para cada canal.

4.2.3 Límite.—La atenuación de intermodulación será por lo menos de 45 dB para cualquier componente de intermodulación en las condiciones normales de prueba y en las condiciones extremas de prueba.

Para repetidores que vayan a utilizarse en servicios especiales (por ejemplo, en emplazamientos de comunidades) la atenuación de intermodulación será por lo menos de 70 dB para cualquier componente de intermodulación fuera de la banda de paso de funcionamiento del repetidor.

Esto puede conseguirse mediante dispositivos aislantes, tales como circuladores. Alternativamente, puede alcanzarse el límite requerido utilizando dispositivos aislantes exteriores que formen parte de otras instalaciones de transmisión.

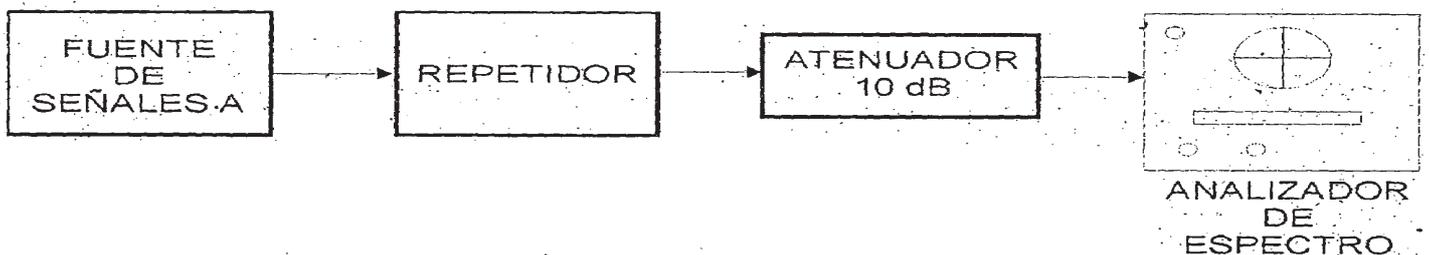
4.3 Potencia en el canal adyacente.

4.3.1 Definición.—La potencia en el canal adyacente es la parte de la potencia total de salida de un repetidor en condiciones definidas de modulación que cae dentro de una banda de paso especificada centrada en la frecuencia nominal de cualquiera de los canales adyacentes.

Esta potencia es la suma de las potencias medias producidas por la modulación y el ruido del repetidor.

4.3.2 Método de medida.

Figura 7: Montaje de medida de la potencia en el canal adyacente



Se utilizará el dispositivo de medida de la figura 7.

La potencia en el canal adyacente puede medirse con un receptor de medida de potencia que cumpla los requisitos dados en el anexo B a la UNE-ETS 300 086.

a) La señal de entrada M1 de la fuente de señales A se conectará a la entrada del repetidor para obtener la potencia de salida nominal en condiciones normales de prueba.

El conector de salida del repetidor se conectará a la entrada del «receptor» a través de un atenuador de potencia de 50 ohmios para garantizar que la impedancia que se presenta al repetidor es de 50 Ohmios y que el nivel a la entrada del «receptor» sea el adecuado.

b) Se ajustará la sintonía del «receptor» de modo que se obtenga una respuesta máxima. Esto corresponderá al punto de referencia 0 dB. Se anotará el ajuste del atenuador variable del «receptor» y la lectura del indicador de valor eficaz.

c) Se ajustará la frecuencia del «receptor» por encima de la frecuencia de salida del repetidor de modo que el punto de respuesta de -6 dB del «receptor» más próximo a la frecuencia de salida del repetidor esté situado a la distancia de esta salida nominal que se menciona en la tabla 1.

TABLA 1: DESPLAZAMIENTO DE FRECUENCIA

Separación de canales (kHz)	Anchura de banda necesaria especificada (kHz)	Desplazamiento del punto de -6 dB (kHz)
12,5	8,5	8,25
25	16	17

d) La señal de entrada al repetidor estará modulada con la modulación normal de prueba.

e) Se ajustará el atenuador variable del «receptor» para obtener la misma lectura que en el paso b) (o una relación conocida con ella).

f) La relación entre la potencia en el canal adyacente y la potencia de salida es la diferencia entre los ajustes del atenuador en los pasos b) y e), corregidos para tener en cuenta cualquier diferencia en la lectura del indicador de valor eficaz.

g) Se repetirá la medida sintonizando el «receptor» a una frecuencia por debajo de la portadora de modo que el punto de respuesta de -6 dB del «receptor» más próximo a la frecuencia portadora del transmisor esté situado a la distancia de la frecuencia portadora nominal dada en la tabla 1.

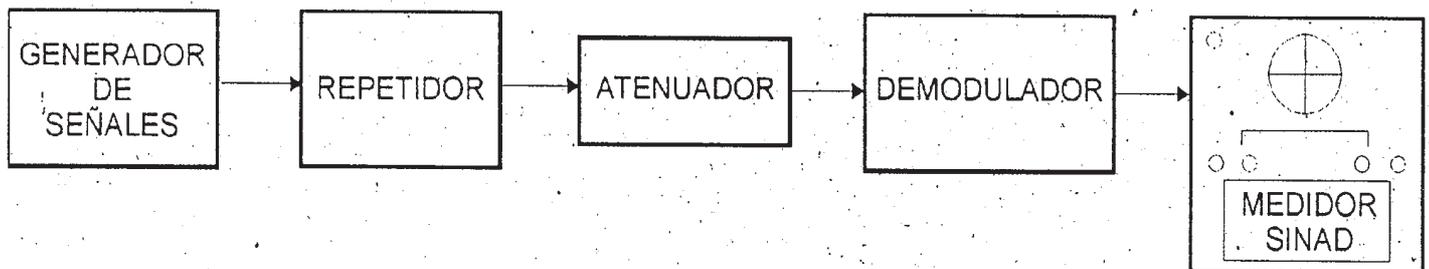
4.3.3 Límites.—Para separaciones de canales de 25 kHz, la potencia en el canal adyacente no superará un valor de 70,0 dB por debajo de la potencia de salida del repetidor sin que necesite ser inferior a 0,20 μ W. Para separaciones de canales de 12,5 kHz, la potencia en el canal adyacente no superará un valor 60,0 dB por debajo de la potencia de salida del repetidor sin que necesite ser inferior a 0,20 μ W.

4.4 Distorsión de la banda de paso.

4.4.1 Definición.—La distorsión de la banda de paso es la degradación de la calidad de la señal transmitida debida a la adición de ruido, diferencias de frecuencia y degradaciones de filtros en el repetidor.

4.4.2 Método de medida.

Figura 8: Montaje de medida de la distorsión de la banda de paso



Se utilizará el dispositivo de medida de la figura 8.

La fuente de señales, el demodulador y el medidor SINAD pueden ser partes componentes de un equipo de pruebas de radio móvil adecuado. Se utilizará el filtro con ponderación sofométrica de la UIT-T. El atenuador se ajustará a un valor adecuado para evitar la sobrecarga del demodulador.

a) Se sintonizará la frecuencia de la fuente de señales a la frecuencia del canal del repetidor y se modulará con la señal de pruebas M2.

b) Con el repetidor ajustado a la máxima ganancia, se ajustará el nivel de radiofrecuencia a la entrada de la unidad en pruebas para obtener la potencia de salida nominal máxima.

c) Se repetirá la medición con el nivel de entrada máximo especificado por el fabricante.

d) Se realizará una medición de la relación de señal ruido más distorsión a ruido más distorsión (SINAD).

Nota: Se recomienda variar la frecuencia de la señal de entrada $\pm 1,5$ kHz para encontrar el punto de la SINAD máxima. Cualquier diferencia con la frecuencia nominal se anotará en el informe de pruebas.

e) Se repetirá la prueba con la señal de entrada incrementada en 20 dB con relación al valor utilizado en el paso c) sin necesidad de que sea mayor de -25 dBm.

f) Las mediciones se efectuarán en condiciones normales de prueba y en condiciones extremas de prueba (apartados 2.3.1 y 2.3.2 aplicados simultáneamente).

4.4.3 Límite.—La SINAD medida será superior a 26 dB.

5. Resultados de las mediciones

La interpretación de los resultados anotados en el informe de pruebas tendrá en cuenta las incertidumbres de la siguiente tabla:

TABLA 2: INCERTIDUMBRES DE LAS MEDICIONES ABSOLUTAS:
VALORES MÁXIMOS

Potencia de RF	$<\pm 0,75$ dB
Potencia en el canal adyacente	$<\pm 5$ dB
Intermodulación del transmisor	$<\pm 3$ dB
SINAD medida	$<\pm 3$ dB
Temperatura	$<\pm 1^\circ\text{C}$

(Válidas hasta 1 GHz para los parámetros de radiofrecuencia RF).

Para los métodos de prueba conformes a esta norma, estas cifras de precisión son válidas con un grado de confianza del 95 por 100.

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGÍA

2183 *CIRCULAR 5/1998, de 29 de diciembre, de la Comisión Nacional del Sistema Eléctrico, mediante la cual se aprueba el procedimiento de operación del sistema (P.O.4) de gestión de las interconexiones internacionales.*

La disposición transitoria séptima del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica, establece que «durante un período máximo de un año a partir de la entrada en vigor del presente Real Decreto, se habilita al operador del sistema para que, en colaboración con los operadores de los sistemas eléctricos vecinos, establezca procedimientos para:

- La evaluación de la capacidad técnica de las líneas de interconexión y de la capacidad disponible para uso comercial una vez aplicados los criterios de seguridad establecidos en ambos sistemas.
- La gestión de las restricciones de red en las interconexiones internacionales.
- La participación de los agentes externos en el mercado de los servicios complementarios.
- La medida de los desvíos y la gestión de los intercambios de apoyo entre sistemas y su posterior liquidación económica con el operador del mercado y los agentes externos.
- La gestión de los intercambios de energía entre sistemas en tensiones inferiores a 220 kV».

En su apartado 2, la citada disposición transitoria séptima establece que: «Estos procedimientos serán aprobados por la Comisión Nacional del Sistema Eléctrico».

El artículo 8.1.séptima de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, atribuye a la Comisión Nacional del Sistema Eléctrico la función de «dictar las Circulares de desarrollo y ejecución de las normas contenidas en los Reales Decretos y las Ordenes del Ministerio de Industria y Energía que se dicten en desarrollo

de la presente Ley, siempre que estas disposiciones le habiliten de modo expreso para ello».

De conformidad con lo dispuesto en el apartado 2 de la disposición transitoria séptima del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, antes citada, y al amparo de lo dispuesto en el artículo 8.1.séptima de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, esta Circular tiene por objeto la aprobación por la Comisión Nacional del Sistema Eléctrico del procedimiento del sistema (P.O.4) de gestión de las interconexiones internacionales.

Este procedimiento ha sido remitido por el Operador del Sistema a esta Comisión con fecha 18 de diciembre de 1998. El citado Operador ha considerado conveniente recoger todos los procedimientos referidos en la disposición transitoria séptima del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, antes citado [salvo el del epígrafe b)] en un solo procedimiento, al que ha denominado Procedimiento de Gestión de las Interconexiones Internacionales P.O.4.

La gestión de las restricciones de red en las interconexiones internacionales [epígrafe b)] no se ha considerado objeto del presente procedimiento, tras la aprobación de la Orden de 14 de julio de 1998 por la que se establece el régimen jurídico aplicable a los agentes externos para la realización de intercambios intracomunitarios e internacionales de energía eléctrica. El apartado noveno de dicha Orden señala que el Operador del Sistema elaborará un procedimiento para la gestión de las restricciones de red en las interconexiones internacionales al amparo del artículo 31 del Real Decreto 2019/1997 que, de conformidad con este artículo, debe ser presentado al Ministerio de Industria y Energía para su aprobación, previo informe de la Comisión Nacional del Sistema Eléctrico.

El apartado 2 del procedimiento, relativo al ámbito de aplicación, establece los sujetos a los que es de aplicación el P.O.4. A continuación establece las definiciones que serán utilizadas en el procedimiento, desarrollando en el apartado 4, la metodología de cálculo de la capacidad de intercambio que determina los criterios de seguridad y funcionamiento aplicables para calcular la citada capacidad, así como los diversos horizontes temporales para los que se calcularán diferentes capacidades, definiéndose en cada uno de ellos un escenario de cobertura y de situación de red a los que se supeditará el Operador del Sistema. El resultado de los análisis deberá ser contrastado con los Operadores de Sistema de otros países, acordando un valor común. Dada la importancia que tiene el conocimiento de la capacidad de interconexión, tanto para los actuales agentes como para los futuros, se establecen también las obligaciones de información del Operador del Sistema para que haga públicos los escenarios asociados a los distintos horizontes considerados en los cálculos de la capacidad.

En el apartado 5 se determina la forma en que se realizará la medida de la energía intercambiada, debiendo establecerse un Reglamento Técnico para cada interconexión entre los distintos Operadores involucrados. Las medidas deberán cumplir con lo establecido en el Real Decreto 2018/1997, de 26 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Puntos de Medida.

En el apartado 6 se remite a los acuerdos que realice el Operador del Sistema con los Operadores vecinos para realizar la compensación de los desvíos. No obstante lo anterior se contempla la posibilidad de que, en caso de desvíos significativos, éstos sean gestionados como una transacción económica referenciada a los procesos del mercado en vez de ser compensados con posterioridad. También se menciona la forma en que se deben realizar las liquidaciones de los desvíos, haciendo referencia a la normativa vigente.