

## RECOMENDACIÓN UIT-R SM.1140\*

**PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA UTILIZADOS EN LAS MEDIDAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS RECEPTORES AERONÁUTICOS QUE SIRVEN PARA DETERMINAR LA COMPATIBILIDAD ENTRE EL SERVICIO DE RADIODIFUSIÓN SONORA EN LA BANDA DE UNOS 87-108 MHz Y LOS SERVICIOS AERONÁUTICOS EN LA BANDA 108-118 MHz**

(Cuestión UIT-R 201/2)

(1995)

**Alcance**

Esta Recomendación sirve de base para los procedimientos de prueba destinados a medir las características de los receptores aeronáuticos utilizados para determinar la compatibilidad entre el servicio de radiodifusión sonora en la banda de unos 87-108 MHz y los servicios aeronáuticos en la banda 108-118 MHz.

**Palabras clave**

Procedimientos de prueba, características de los receptores aeronáuticos, compatibilidad, radiodifusión sonora

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que para utilizar eficazmente el espectro es necesario evaluar la compatibilidad entre el servicio de radiodifusión sonora en la banda de unos 87-108 MHz y los servicios de radionavegación aeronáutica en la banda 108-118 MHz;
- b) que el Anexo 10 al Convenio de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) (véanse las definiciones del Apéndice 2 al Anexo 1) no especifica las características de inmunidad ante la interferencia del receptor necesarias para evaluar plenamente esta compatibilidad;
- c) que los procedimientos de prueba indicados en el Anexo 1 se utilizaron en el desarrollo de criterios de evaluación de la interferencia adecuados para los receptores de 1998 según el Anexo 10 al Convenio de la OACI que figuran en la Recomendación UIT-R SM.1009;
- d) que para perfeccionar los criterios de evaluación de la interferencia que figuran en la Recomendación UIT-R SM.1009 hay que efectuar nuevas pruebas en los receptores de radionavegación aeronáutica diseñados para cumplir los criterios de inmunidad ante la interferencia del Anexo 10 al Convenio de la OACI;
- e) que es necesario contar con procedimientos de prueba normalizados,

*recomienda*

- 1** que se utilicen los procedimientos de prueba indicados en el Anexo 1 para determinar las características del localizador típico de un sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) «y de los receptores de radiofaro omnidireccional en ondas métricas (VOR)» en lo referente a la compatibilidad con el servicio de radiodifusión sonora en la banda de unos 87-108 MHz;
- 2** que los resultados de las pruebas efectuadas conforme a los procedimientos del Anexo 1 se utilicen para perfeccionar, si hace al caso, los criterios de evaluación de la compatibilidad (véase la Recomendación UIT-R SM.1009).

---

\* La Comisión de Estudio 1 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2001 y 2019, de conformidad con la Resolución UIT-R 1.

## Procedimientos de prueba

### ÍNDICE

- 1 Antecedentes e introducción
- 2 Mecanismos de interferencia
- 3 Características de la señal
- 4 Configuración de prueba
- 5 Técnicas de medición

Apéndice 1 – Equipo de pruebas

Apéndice 2 – Definiciones

## 1 Antecedentes e introducción

**1.1** Anteriormente, se han encontrado dificultades al efectuar comparaciones directas de los resultados de prueba presentados por las diferentes administraciones, debido a las diversas interpretaciones de las definiciones y de los criterios de prueba. Por ejemplo, dependiendo de la interpretación particular, se ha utilizado:

- un nivel mínimo de la señal del localizador de  $-86$  dBm o de  $-89$  dBm;
- una corriente de guía del rumbo (véase la Nota 1) de  $7,5$   $\mu$ A o de  $9$   $\mu$ A;
- una señal normalizada de desviación del localizador de  $0,093$  DDM (véase la Nota 1) o de  $90$   $\mu$ A;
- una preacentuación MF de  $50$   $\mu$ s o de  $75$   $\mu$ s;
- una desviación máxima de la señal MF de  $\pm 75$  kHz de cresta, de  $\pm 32$  kHz de cuasi-cresta o de  $\pm 32$  kHz de cresta;
- unas fuentes de ruido coloreado del UIT-R y de ruido rosa con y sin modulador estereofónico.

NOTA 1 – En el Apéndice 2 al Anexo 1 figuran estas definiciones.

Además, muchos de los informes de prueba se limitan a la utilización de los niveles mínimos de la señal del VOR/localizador ILS y una frecuencia en el extremo de la banda de  $108,1$  MHz para el localizador y de  $108,2$  MHz para el receptor VOR.

**1.2** La OACI ha especificado en su Anexo 10, Parte I (§ 3.1.4 para el localizador ILS y § 3.3.8 para el VOR) que:

- a partir del 1 de enero de 1995, todas las nuevas instalaciones de localizador ILS y de receptor VOR cumplirán las normas de calidad en cuanto a inmunidad contra la interferencia;
- a partir del 1 de enero de 1998, todos los sistemas de localizador ILS y de recepción VOR cumplirán las nuevas normas de calidad en cuanto a inmunidad contra la interferencia.

La fórmula especificada para el caso de dos señales de interferencia de tipo B1 es la siguiente:

$$2 N_1 + N_2 + 3 [24 - 20 \log (\max(0,4; 108,1 - f_1)) / 0,4] > 0$$

siendo:

- $f_1$ : la frecuencia de radiodifusión (MHz) más próxima a  $108,1$  MHz
- $N_1, N_2$ : los niveles de la señal de radiodifusión (dBm) a la entrada del receptor aeronáutico para las frecuencias de radiodifusión  $f_1$  y  $f_2$ , respectivamente
- $f_2$ : la frecuencia de radiodifusión (MHz) más alejada de  $108,1$  MHz.

No obstante, hubo dificultades en cuanto a la planificación de frecuencias y la realización al aplicar esta fórmula porque:

- no contempla los casos de interferencia de tipo B1 con intermodulación de 3 señales;
- hace referencia a la frecuencia de  $108,1$  MHz en vez de a los sistemas de localizador ILS y VOR reales;
- no tiene en cuenta las diferencias entre los sistemas de localizador ILS y VOR;
- no contiene un factor de corrección para tener en cuenta la mejora de la inmunidad resultante de los aumentos de nivel de la señal deseada.

Los criterios de interferencia de tipo B2 especificados en el Anexo 10 de la OACI no contienen un factor de corrección para tener en cuenta la mejora de la inmunidad resultante de los aumentos del nivel de la señal deseada. El Anexo 10 de la OACI no especifica ningún tipo de criterios de interferencia de tipo A1 o A2.

**1.3** Se utilizaron las normas de receptores de inmunidad de 1998 del Anexo 10 al Convenio de la OACI como base para las normas de calidad operacional mínima (MOPS) desarrolladas por la Radio Technical Commission for Aeronautics (RTCA) en la Región 2 y su homóloga, EUROCAE, en la Región 1. En particular, los documentos aplicables de la RTCA son:

RTCA/DO-195: Minimum Operational Performance Standards for Airborne ILS Localizer Receiving Equipment Operating Within the Radio Frequency Range of 108-112 MHz (1986);

RTCA/DO-196: Minimum Operational Performance Standards for Airborne VOR Receiving Equipment Operating Within the Radio Frequency Range of 108-117.95 MHz (1986).

No obstante, estas normas MOPS se refieren únicamente a los aspectos de inmunidad del receptor a la interferencia de tipo B2 (véase el § 2.2.3) y al caso de interferencia de tipo B1 con dos señales (véase el § 2.2.2), para un conjunto limitado de frecuencias de prueba y niveles de señal.

**1.4** La elaboración de criterios y técnicas realistas de evaluación de la compatibilidad exige explorar las características de inmunidad en toda la gama de las frecuencias del localizador (es decir, 108,10-111,95 MHz), las frecuencias del VOR (es decir 108,05-117,95 MHz) las frecuencias de radiodifusión MF y los niveles de señal.

**1.5** Esta Recomendación especifica los procedimientos de prueba para determinar las características de inmunidad ante la interferencia de los sistemas de localizador ILS y de recepción VOR de 1998 del Anexo 10 al Convenio de la OACI en relación con la interferencia de tipo A1, A2, B1 y B2 procedente de las estaciones de radiodifusión. Estos procedimientos de prueba fueron desarrollados fuera del Grupo de Tareas Especiales 2/1 de Radiocomunicaciones que estudia la compatibilidad entre los servicios aeronáutico y de radiodifusión y se utilizaron en pruebas de laboratorio con receptores de 1998 según el Convenio de la OACI en el Centro Técnico de la Administración de la Aviación Federal (FAA) de Atlantic City, New Jersey, Estados Unidos de América durante 1993-1994, siendo motivo de pruebas posteriores de verificación efectuadas por otras organizaciones.

## **2 Mecanismos de interferencia**

### **2.1 Interferencia de tipo A**

#### **2.1.1 Introducción**

La interferencia de tipo A es la causada por las emisiones no deseadas procedentes de uno o más transmisores de radiodifusión en la banda aeronáutica.

#### **2.1.2 Interferencia de tipo A1**

Un solo transmisor puede generar emisiones no esenciales o varios transmisores de radiodifusión pueden intermodularse produciendo componentes que caen en las bandas de frecuencias aeronáuticas; a esto se le denomina interferencia de tipo A1.

#### **2.1.3 Interferencia de tipo A2**

Una señal de radiodifusión puede incluir componentes no despreciables en las bandas aeronáuticas; este mecanismo de interferencia, que se denomina de tipo A2, aparecerá en la práctica únicamente cuando haya transmisores de radiodifusión con frecuencias próximas a 108 MHz e interferirá únicamente en las frecuencias ILS/VOR próximas a 108 MHz.

### **2.2 Interferencia de tipo B**

#### **2.2.1 Introducción**

La interferencia generada en un receptor aeronáutico procedente de las emisiones de radiodifusión en frecuencias fuera de la banda aeronáutica se denomina interferencia de tipo B.

#### **2.2.2 Interferencia de tipo B1**

La intermodulación puede ser generada en un receptor aeronáutico como resultado del funcionamiento de éste en la zona no lineal, debido a señales de radiodifusión que caen fuera de la banda aeronáutica y se denomina interferencia de tipo B1. Para que se produzca este tipo de interferencia han de estar presentes al menos dos señales de radiodifusión y sus frecuencias deben guardar una relación que, en combinación no lineal, puede generar un producto de intermodulación

en un canal deseado de RF utilizado por el receptor aeronáutico. Una de las señales de radiodifusión debe tener potencia suficiente para llevar al receptor a las zonas de no linealidad, pero la interferencia puede producirse aún cuando las otras señales tengan una amplitud mucho menor.

Se consideran únicamente los productos de intermodulación de tercer orden que toman la forma de:

$$f_{intermod} = 2f_1 - f_2 \quad \text{caso de dos señales, o}$$

$$f_{intermod} = f_1 + f_2 - f_3 \quad \text{caso de tres señales}$$

siendo:

$f_1, f_2, f_3$ : frecuencias de radiodifusión (MHz) y  $f_1 > f_2 > f_3$

$f_{intermod}$ : frecuencia del producto de intermodulación (MHz).

### 2.2.3 Interferencia de tipo B2

La desensibilización que se produce cuando el paso de RF de un receptor aeronáutico se ve sometido a sobrecarga por una o más emisiones de radiodifusión, se denomina interferencia de tipo B2.

Otros mecanismos internos del receptor, tales como los de las respuestas espurias, pueden ser considerados incorrectamente como interferencia de tipo B2. Estas respuestas pueden identificarse por el carácter extremadamente sensible a la frecuencia de la interferencia cuando se prueban en un modo de radiofrecuencia no modulada.

## 3 Características de la señal

### 3.1 Características de la señal ILS

La parte del localizador de una señal ILS funciona en la gama de frecuencias 108-111,975 MHz. La radiación procedente del sistema de antena del localizador produce un diagrama de campo compuesto modulado en amplitud por un tono de 90 Hz y otro de 150 Hz. El diagrama de campo de radiación produce un sector del rumbo, predominando un tono en un lado de dicho rumbo y el otro en el lado opuesto.

### 3.2 Características de la señal VOR

El VOR funciona en la gama de frecuencias 108-117,950 MHz y radia una portadora de radiofrecuencia a la que se asocian dos modulaciones de 30 Hz separadas. Una de estas modulaciones, denominada la fase de referencia, es tal que su fase es independiente del acimut del punto de observación. La otra modulación, denominada la fase variable, es tal que su fase en el punto de observación difiere de la fase de referencia en un ángulo igual a la marcación del punto de observación respecto al VOR.

### 3.3 Características de la señal de radiodifusión MF

Las estaciones de radiodifusión MF funcionan en la gama de frecuencias 87 a 108 MHz. Estas estaciones radian una señal modulada en frecuencia con:

- una desviación de cuasi-cresta de  $\pm 32$  kHz con una preacentuación de 50  $\mu$ s de la señal de banda de base; o
- una desviación de cresta de  $\pm 75$  kHz con una preacentuación de 75  $\mu$ s de la señal de banda de base.

Se utiliza una modulación de ruido conforme a la Recomendación UIT-R BS.559 para simular una señal de audio de radiodifusión MF.

## 4 Configuración de prueba

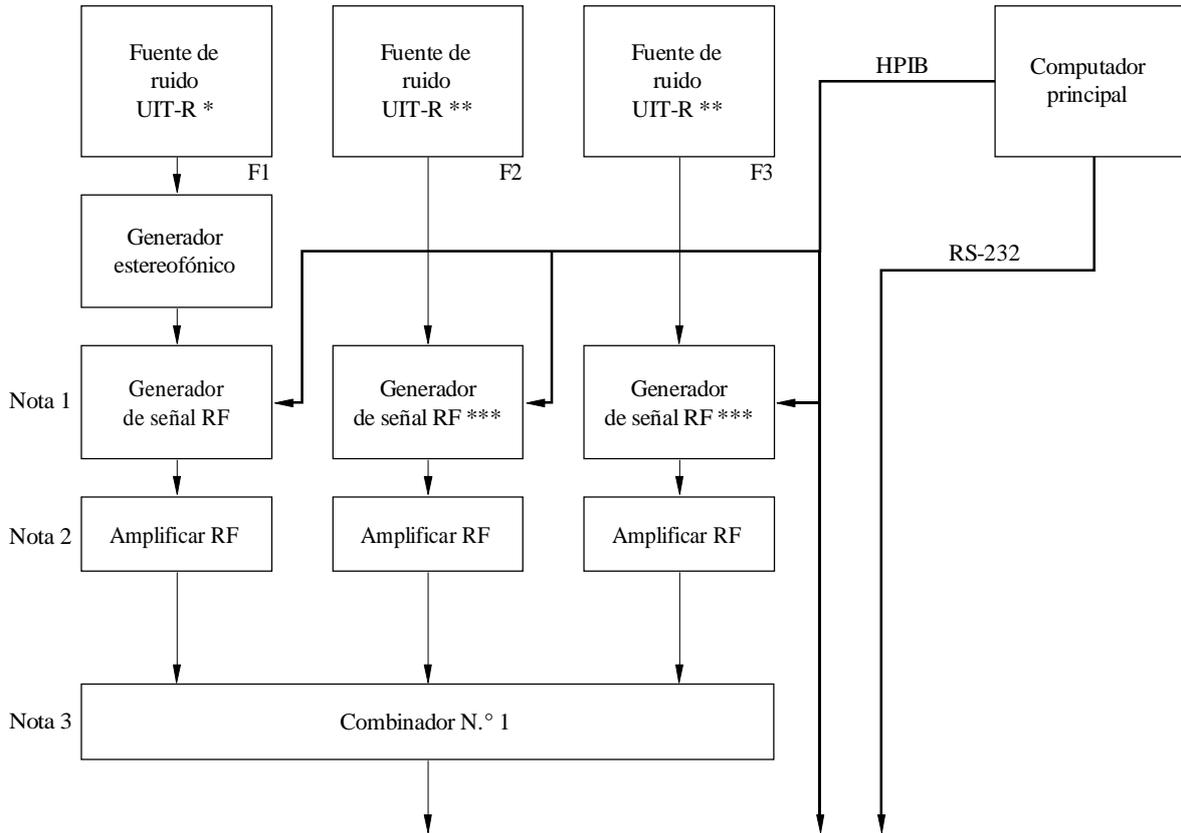
### 4.1 Panorámica de la configuración de prueba

Las Figs. 1a, 1b y 1c muestran una configuración de prueba adecuada (incluyendo características importantes del equipo).

En esta prueba debe utilizarse preferentemente una configuración semiautomática consistente en un computador para la ejecución de la prueba, el control del equipo de prueba y la recogida de datos. El computador principal debe ajustar las salidas del generador de señal deseada y de señal no deseada y establecer la interfaz con el receptor sometido a prueba para registrar la corriente de guía del rumbo y la tensión de bandera.

Las pruebas de receptores digitales obligan a utilizar un computador adicional para establecer la interfaz con el bus ARINC 429.

FIGURA 1 a



**Nota 1**

Umbral de ruido,  $F = -136$  dBc/Hz  
 RF máxima,  $M = +8,0$  dBm  
 Nivel de ruido,  $N = -128$  dBm/Hz

**Nota 2**

Ganancia = 22 dB  
 Factor de ruido = 7,0 dB  
 Salida máxima = +30 dBm  
 Aislamiento inverso = 55 dB

$M = +30$  dBm  
 $N = -99$  dBm/Hz

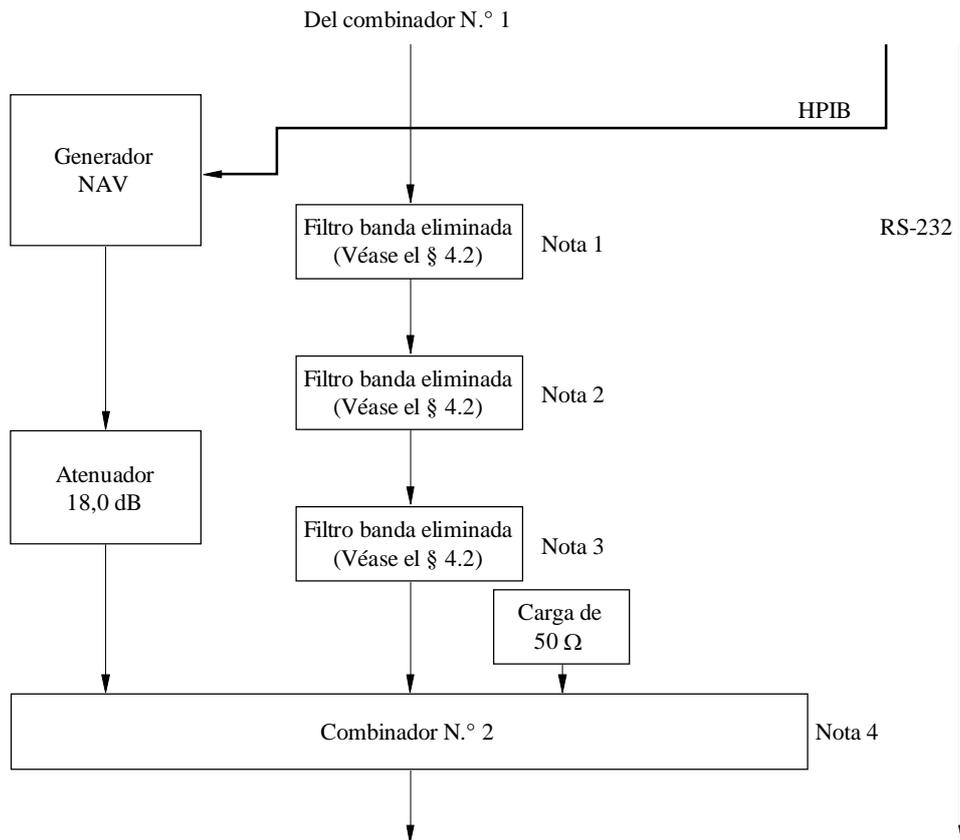
**Nota 3**

Pérdidas de inserción = 5 dB  
 Aislamiento  $\geq 20,0$  dB

$M = +25$  dBm  
 $N = -104$  dBm/Hz

- \* Sin modulación para las pruebas B2.
  - \*\* Utilizada únicamente para la B1 con desviación.
  - \*\*\* Sin señal para las pruebas A1, A2 y B1.
- $F1 > F2 > F3$

FIGURA 1b

*Nota 1*

Filtro de cavidad sintonizada  $M = +24,5 \text{ dBm}$   
 Pérdida de inserción = 0,5 dB  $N = -122,5 \text{ dBm/Hz}$   
 Rechazo = 18 dB  
 Anchura de banda a 3 dB = 0,2 MHz

*Nota 2*

Filtro de cavidad sintonizada  $M = +24 \text{ dBm}$   
 Pérdida de inserción = 0,5 dB  $N \leq -140,0 \text{ dBm/Hz}$   
 Rechazo = 18 dB  
 Anchura de banda a 3 dB = 0,2 MHz

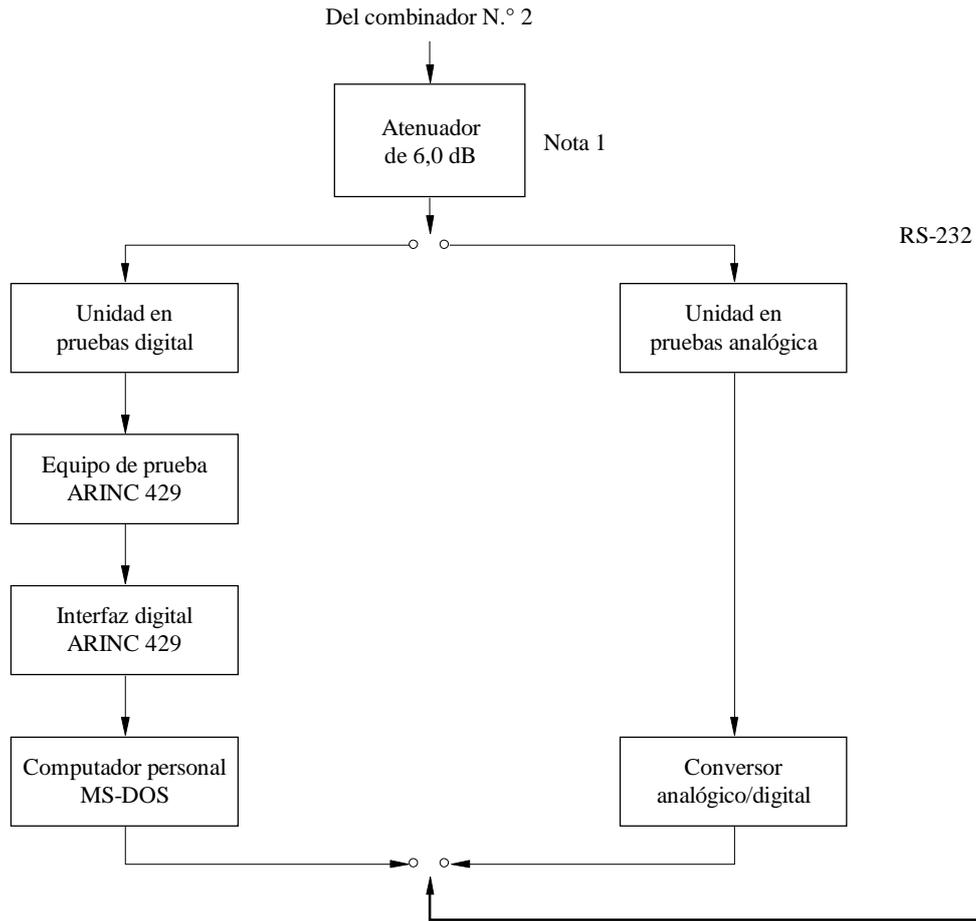
*Nota 3*

Filtro de cavidad sintonizada  $M = +23,5 \text{ dBm}$   
 Pérdida de inserción = 0,5 dB  $N \leq -140,0 \text{ dBm/Hz}$   
 Rechazo = 18 dB  
 Anchura de banda a 3 dB = 0,2 MHz

*Nota 4*

Pérdida de inserción = 5,0 dB  $M = +18,5 \text{ dBm}$   
 Aislamiento = 20 dB  $N \leq -140,0 \text{ dBm/Hz}$

FIGURA 1c



Nota 1  
Pérdida de inserción = 6,0 dB

$M = +12,5 \text{ dBm}$   
 $N \leq -140,0 \text{ dBm/Hz}$

D03

## 4.2 Descripción de la configuración de prueba

4.2.1 La fuente de ruido UIT-R para la señal estereofónica se compone de un generador de ruido blanco, un filtro de ruido conforme a la Recomendación UIT-R BS.559 y un filtro de preacentuación de 50 o 75  $\mu\text{s}$ .

4.2.2 En cualquiera de los casos, hay que aplicar la señal de ruido, S1, al generador estereofónico manteniendo el nivel de la señal del canal izquierdo en fase, pero a un nivel 6 dB superior, con el canal derecho. A continuación se modula para dar la señal estereofónica MF. Esta señal estereofónica  $f_1$  debe utilizarse en las pruebas de interferencia de tipo A1, A2 y B1 (véase la Fig. 1a).

4.2.3 Las frecuencias  $f_2$  y  $f_3$  se utilizan únicamente durante las pruebas de interferencia B1. Durante las pruebas de coincidencia B1,  $f_2$  y  $f_3$  no están moduladas. Para la prueba de interferencia B1 con separación,  $f_2$  y  $f_3$  son señales monoaurales procedentes de la fuente de ruido UIT-R descrita anteriormente. La función de modulación de frecuencia se efectúa mediante generadores de señal RF.

4.2.4 En las pruebas B2 debe utilizarse una señal de RF no modulada ( $f_1$ ).

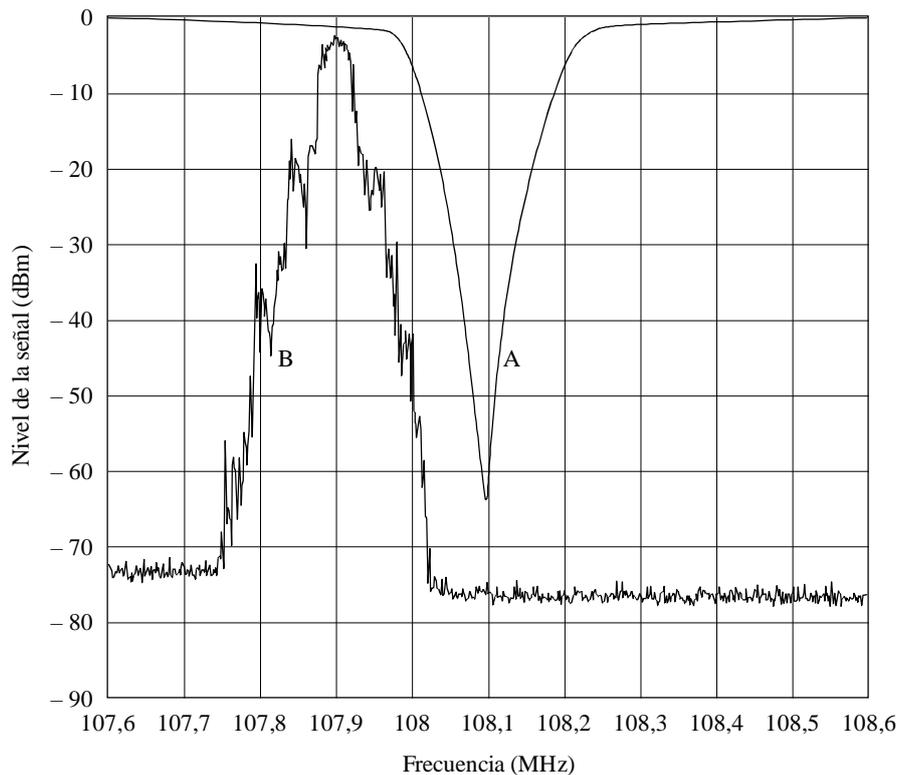
4.2.5 Los niveles elevados de señal que requieren los criterios de inmunidad de los futuros receptores OACI exigen una amplificación adicional que puede lograrse con amplificadores de RF. Durante estas pruebas debe utilizarse un nivel de señal máxima al menos de +15 dBm a la entrada del receptor.

**4.2.6** Los tres filtros de banda eliminada deben estar sintonizados a la frecuencia deseada para rechazar cualquier componente de frecuencia deseada o de ruido de RF que pueda producirse en los circuitos de señal de MF. Los filtros deben dar un rechazo de al menos 54 dB.

Dichos filtros no deben utilizarse en las pruebas de tipo A1. Pueden dejarse en el circuito para mantener una adaptación de impedancias entre los circuitos de la señal MF y el receptor si mantienen una separación de sintonía de varios MHz respecto a la frecuencia aeronáutica. En la Fig. 2 se representan las características del filtro.

NOTA 1 – Las limitaciones prácticas del equipo de prueba actual obligan a utilizar los filtros de banda eliminada en las pruebas de tipo A2 para reducir el umbral de ruido del generador de señal y las emisiones no esenciales en la frecuencia aeronáutica al nivel de  $-140$  dBm/Hz especificado en esta Recomendación. Desafortunadamente, los filtros tienen el efecto asociado de atenuar algunas componentes de modulación MF de la señal de radiodifusión simulada. Puede ser posible obtener una simulación más realista utilizando un transmisor de radiodifusión MF real, un oscilador de cristal con una fuente de gran potencia o un generador de señal con un umbral de ruido comparable al de un transmisor MF. La causa de las dificultades de las pruebas A2 ha de investigarse más ampliamente.

FIGURA 2  
Representaciones de una respuesta típica de filtro y de un espectro típico MF



Frecuencia central = 108,1 MHz  
 Margen = 1,000 MHz  
 Nivel de referencia = 10,0 dBm  
 Escala = 10 dB/Div.  
 Atenuación = 20 dB  
 Anchura de banda de resolución = 3,00 kHz  
 Anchura de banda de vídeo = 3,00 kHz  
 Tiempo de barrido = 333,4 ms

Curvas A : respuesta del filtro  
 B : espectro típico MF

D04

**4.2.7** El generador de señal de navegación que produce las señales del localizador y del VOR tiene un aislamiento respecto a las señales MF de 18 dB como mínimo. De esta manera se evita que las señales MF de alto nivel entren en el generador de navegación y den lugar a productos de intermodulación.

- 4.2.8** Las señales combinadas de MF y de navegación deben conectarse a la entrada del receptor de navegación mediante un atenuador de 6 dB que establece la adaptación de impedancias entre los equipos de prueba y el receptor.
- 4.2.9** La salida del receptor de navegación analógico debe registrarse con un computador de recogida de datos a través de un convertidor analógico/digital (A/D).
- 4.2.10** Para el receptor digital, los datos ARINC 429 deben aplicarse a un equipo de prueba ARINC 429. Dichos datos deben convertirse en datos digitales mediante el computador compatible IBM-PC. El computador principal debe utilizarse para realizar el programa de pruebas y recoger los datos.
- 4.2.11** La norma RTCA DO-195 y su equivalente EUROCAE recomiendan un método estadístico para determinar los errores máximos del rumbo de los receptores del localizador ILS basándose en una probabilidad del 95% y limitan el error de centrado al 5% de la desviación normalizada. La compatibilidad del receptor se analiza utilizando una técnica similar. El 5% de la desviación normalizada del localizador viene dado por  $(0,05 \times 0,093 \text{ DDM})$  ó  $4,5 \mu\text{A}$  ( $0,00465 \text{ DDM}$ ) y puede lograrse un 95% de probabilidad utilizando más o menos dos desviaciones típicas,  $2\sigma$ , de la distribución normal. Una desviación equivalente de  $4,5 \mu\text{A}$  para el VOR equivale a  $0,3^\circ$  de cambio en la indicación de marcación.
- 4.2.12** Las mediciones se efectúan tomando una serie de muestras de la desviación de salida (del bus ARINC-429 para los receptores digitales y mediante un convertidor analógico/digital para los receptores analógicos) y calculando a continuación la desviación media y la desviación típica de los datos. La desviación típica del caso básico (sin señales interferentes) se multiplica por dos para obtener el valor básico  $2\sigma$  y se añaden  $4,5 \mu\text{A}$  ( $0,00465 \text{ DDM}$ ) al valor básico  $2\sigma$  para obtener un límite superior del valor  $2\sigma$  en presencia de señales interferentes. El umbral de interferencia se define como el punto en el que el valor  $2\sigma$  excede del límite superior.
- 4.2.13** La frecuencia de muestreo para los receptores analógicos debe ser de una muestra cada 50 ms a fin de mantener la concordancia con las especificaciones ARINC-429 para los receptores digitales. Debe tomarse un mínimo de 50 muestras si se quiere asegurar una buena precisión del cálculo estadístico, aunque es más importante evaluar los datos en un intervalo de tiempo suficiente para reducir el efecto de correlación debido a la poca anchura de banda post-detección del receptor (del orden de 1 Hz) para el ruido aleatorio.
- 4.2.14** Este método de medida de la compatibilidad del receptor puede aproximarse por un cambio en la corriente de variación del rumbo de  $7,5 \mu\text{A}$  ( $0,00775 \text{ DDM}$ ) que dure más de 200 ms en cualquier ventana de 2 s (técnica utilizada para mediciones anteriores), siempre que el receptor funcione al menos 10 dB por encima de su límite de sensibilidad.
- 4.3 Precauciones de la prueba**
- 4.3.1** La configuración de pruebas debe tener un umbral de ruido a la entrada del receptor no mayor de  $-140 \text{ dBm/Hz}$  para evitar la contaminación de los datos.
- 4.3.2** Los filtros de banda eliminada utilizados no deben atenuar significativamente las bandas laterales de la señal MF, lo que causaría una modulación de amplitud indeseada de las señales de entrada.
- 4.3.3** Debe haber un aislamiento suficiente entre los generadores de señal para que no se produzcan componentes de intermodulación significativas dentro de dichos generadores.
- 4.3.4** Al simular las señales ILS y VOR debe utilizarse equipo concebido específicamente para dichos fines.
- 4.3.5** Deben adoptarse las precauciones necesarias para evitar el calentamiento excesivo de los receptores.
- 4.3.6** Las formas de onda de señal de prueba MF son críticas para las pruebas de tipo A1, A2 y B1 con separación de la frecuencia de interferencia; como estas señales de prueba tienen pendientes agudas en las frecuencias separadas, cambios pequeños de anchura de banda pueden dar lugar a grandes cambios de amplitud. Como la forma de la onda es tan crítica que incluso con un ajuste minucioso del equipo no se garantiza la adaptación de las formas de onda del analizador de espectro, debe efectuarse un ajuste visual de las formas de onda de la pantalla para asegurar la compatibilidad con las mediciones anteriores. Los ajustes en las formas de onda deben efectuarse variando el nivel de audio del generador y no ajustando el control de desviación.

**4.3.7** A diferencia del efecto de «avalancha» en las pruebas de interferencia de tipo B1, el efecto de la interferencia de tipo A1 es «suave»; en algunos casos los efectos de interferencia pueden tender a fluctuar en un periodo de muestreo de 10-15 s. Estos largos periodos de muestreo pueden utilizarse si es necesario para obtener resultados repetibles.

**4.3.8** Para que los resultados sean compatibles con datos obtenidos previamente, los ajustes de las pruebas y los procedimientos deben confirmarse efectuando pruebas puntuales con un receptor ensayado previamente en las pruebas de Atlantic City, si se dispone de él.

**4.3.9** Es importante señalar que hay otros mecanismos internos del receptor, tales como el de las respuestas espurias, que pueden ser considerados incorrectamente como interferencia de tipo B2. Las respuestas espurias detectadas durante las pruebas de tipo B2 no deben indicarse como resultado de pruebas B2. No se han establecido criterios de evaluación de las respuestas espurias.

**4.3.10** No se recomienda la modulación de la señal MF con ruido coloreado durante las pruebas de señales distintas de las del localizador, pues el ruido coloreado puede dar resultados de prueba que no sean fiables. Se requieren nuevas investigaciones para determinar la validez de la utilización de una modulación con ruido coloreado UIT-R para las pruebas de la señal no deseada.

## 4.4 Equipo de prueba

El Apéndice 1 muestra una lista del equipo de prueba utilizado durante los ensayos de Atlantic City en 1993/1994. Puede utilizarse otro equipo de prueba, pero han de observarse las precauciones indicadas en el § 4.3.

## 5 Técnicas de medición

### 5.1 Condiciones de prueba MF

**5.1.1** *Material del programa simulado:* Ruido coloreado conforme a las Recomendaciones UIT-R BS.559 y UIT-R BS.641.

**5.1.2** *Modo:* Estereofónico

La señal moduladora se aplica en fase al canal izquierdo y derecho con una diferencia de nivel de 6 dB entre canales.

**5.1.3** *Desviación:*  $\pm 32$  kHz de cuasi-cresta conforme a la Recomendación UIT-R BS.641.

NOTA 1 – En los ensayos anteriores efectuados en la Región 1 se utilizaron desviaciones de cuasi-cresta de  $\pm 32$  kHz, mientras que en las pruebas de la Región 2 se utilizó una desviación de cresta de  $\pm 75$  kHz. En este procedimiento de pruebas se refleja la utilización de la desviación de cuasi-cresta de  $\pm 32$  kHz conforme a las Recomendaciones UIT-R.

**5.1.4** *Preacentuación:*

- Región 1 y partes de la Región 3: 50  $\mu$ s
- Región 2: 75  $\mu$ s

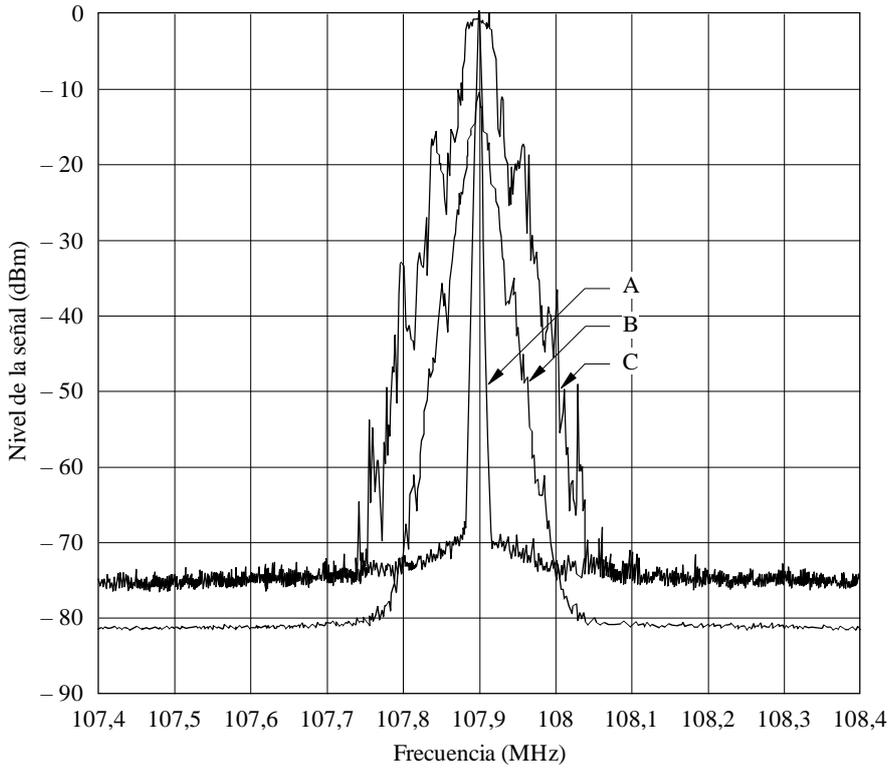
Verificaciones puntuales utilizando 75  $\mu$ s con desviación de cresta de  $\pm 75$  kHz. Si los resultados varían significativamente respecto a los obtenidos utilizando 50  $\mu$ s y  $\pm 32$  kHz de desviación de cuasi-cresta, deben repetirse las pruebas utilizando 75  $\mu$ s y  $\pm 75$  kHz.

**5.1.5** *Formas de onda:* Es fundamental que las señales de prueba MF utilizadas en los ensayos tengan la forma de onda correcta. Las Figs. 3a y 3b son ejemplos de las formas de onda necesarias para los casos de desviación de cuasi-cresta de  $\pm 32$  kHz con preacentuación de 50  $\mu$ s y de desviación de cuasi-cresta de  $\pm 96$  kHz con preacentuación de 50  $\mu$ s. Las Figs. 4a y 4b representan la forma de onda necesaria para la desviación de cresta de 75 kHz con preacentuación de 75  $\mu$ s y de desviación de cresta de 225 kHz con preacentuación de 75  $\mu$ s.

**5.1.6** *Nivel(es) de la(s) señal(es):* Inicialmente se aplica un nivel reducido (es decir, al menos 10 dB por debajo del umbral previsto) y a continuación se incrementa éste hasta alcanzar el umbral de interferencia. Cerca del umbral de interferencia se modifica el nivel de la señal en pasos de 1 dB.

FIGURA 3a

Representaciones de espectro MF utilizando una desviación  
cuasi-cresta de  $\pm 32$  kHz y preacentuación de  $50 \mu s$



Nivel de referencia = 10,00 dBm  
Atenuación = 20 dB  
Promedio = 50 barridos  
Frecuencia central = 107,900 MHz  
Anchura de banda  
de resolución = 3,00 kHz  
Anchura de banda de vídeo = 3,00 kHz  
Margen = 1,000 MHz  
Tiempo de barrido = 333,4 ms  
Curvas A : referencia de la portadora  
B : promedio  
C : cresta

FIGURA 3b

Representaciones de espectro MF utilizando una desviación  
cuasi-cresta de  $\pm 96$  kHz y preacentuación de  $50 \mu s$

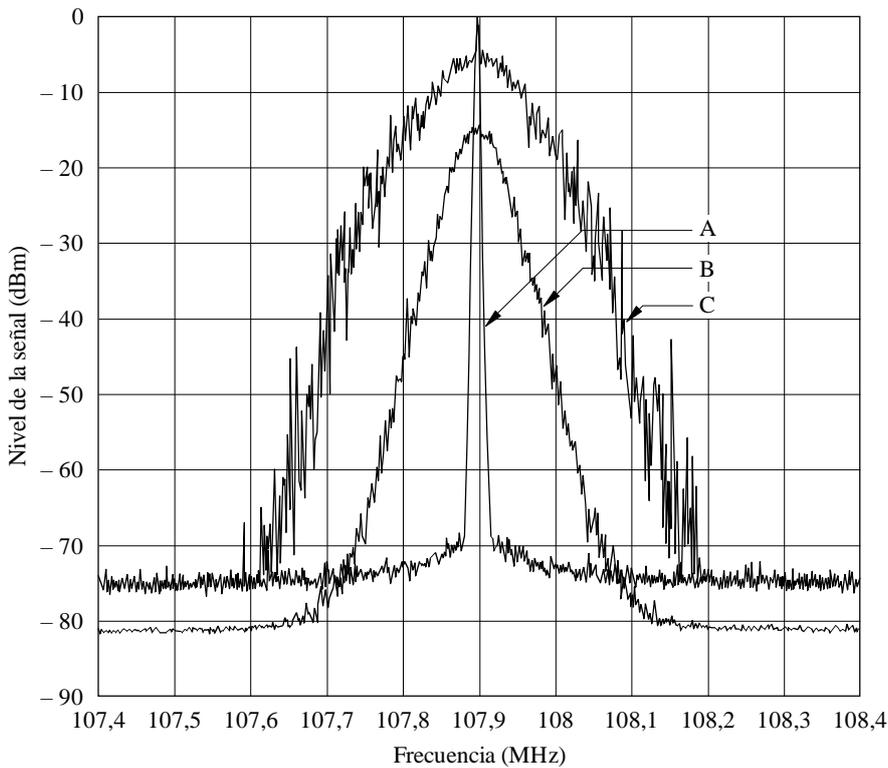
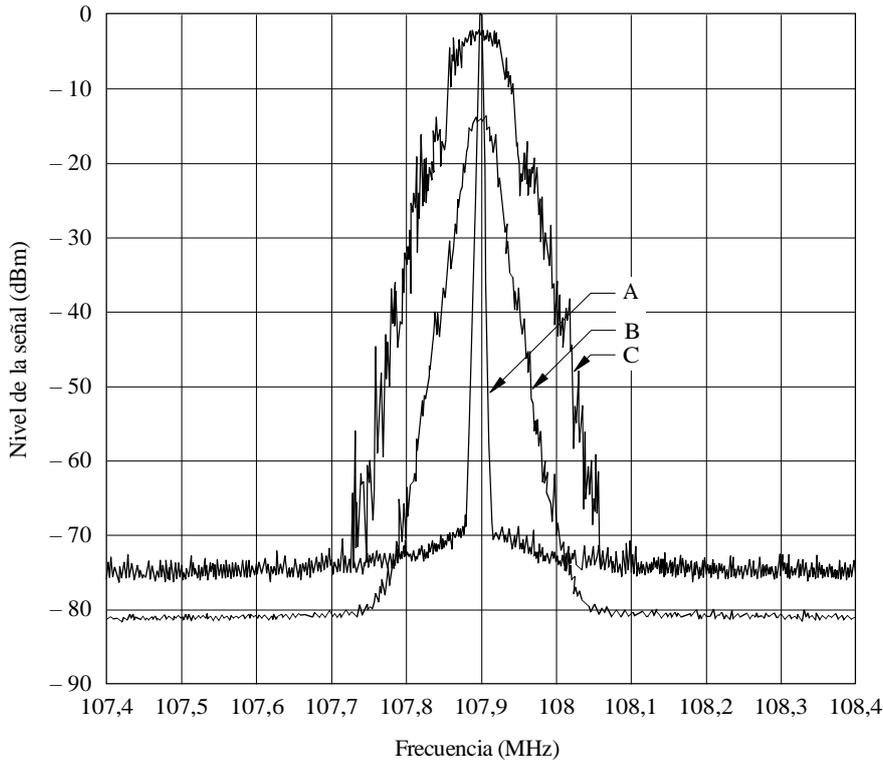


FIGURA 4a

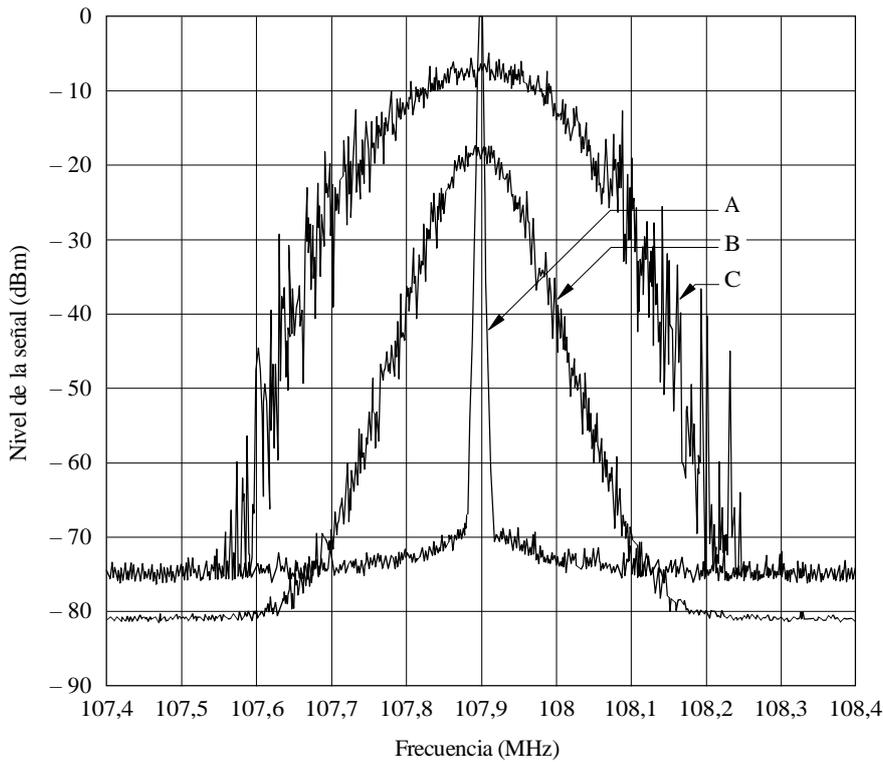
Representaciones de espectro MF utilizando una desviación de cresta de  $\pm 75$  kHz y precentuación de  $75 \mu s$



Nivel de referencia = 10,00 dBm  
 Atenuación = 20 dB  
 Promedio = 50 barridos  
 Frecuencia central = 107,900 MHz  
 Anchura de banda de resolución = 3,00 kHz  
 Anchura de banda de vídeo = 3,00 kHz  
 Margen = 1,000 MHz  
 Tiempo de barrido = 333,4 ms  
 Curvas A : referencia de la portadora  
 B : promedio  
 C : cresta

FIGURA 4b

Representaciones de espectro MF utilizando una desviación de cresta de  $\pm 225$  kHz y precentuación de  $75 \mu s$



**5.1.7 Frecuencia:** La necesaria para las pruebas específicas.

NOTA 1 – En la norma RTCA/DO-195 se especifica una modulación de la frecuencia MF máxima en un producto de intermodulación con ruido rosa o ruido coloreado del UIT-R y una desviación máxima de frecuencia de  $\pm 75$  kHz. No se utiliza en modulador estereofónico.

**5.2 Resultados de las pruebas**

Los receptores de 1998 según el Anexo 10 del Convenio OACI sometidos a prueba pueden o no tener selectividad en banda. Por tanto, se han seleccionado las frecuencias de la señal deseada en los extremos de la banda y en la mitad de ésta para examinar las posibles diferencias de los resultados. No obstante, han de tomarse datos con todas las combinaciones de prueba especificadas si se detectan tendencias evidentes en dichos datos.

**5.3 Procedimientos de prueba del receptor del localizador ILS**

**5.3.1 Umbrales de interferencia**

**5.3.1.1 Con una señal de localizador**

- Aumento de  $2\sigma$  (dos desviaciones típicas respecto a la media) de la corriente de variación del rumbo de al menos 0,00465 DDM (4,5  $\mu$ A) por encima del valor básico de  $2\sigma$  medido sin presencia de señal interferente.
- Aparición de la bandera de aviso durante 1 s, si no se produce antes lo anterior.

**5.3.1.2 Sin señal del localizador**

- Desaparición de la bandera de aviso durante más de 1 s.
- Esta prueba se efectúa únicamente para verificar el funcionamiento adecuado de la bandera del receptor conforme a la norma RTCA/DO-195 MOPS.

**5.3.1.3 Condiciones de prueba del localizador**

- a) *Variación de rumbo:* 0,093 DDM (verificación puntual a 0 DDM).
- b) *Nivel de la señal:* -98, -86, -70 y -55 dBm, y caso de ausencia de señal del localizador.
- c) *Frecuencia:* La necesaria para la prueba específica.

NOTA 1 – El nivel de la señal de referencia OACI y RTCA/DO-195 es de -86 dBm. El nivel de referencia obtenido del § 3.4 del Anexo 1 de la Recomendación UIT-R IS.1009 es de -98 dBm. Los resultados para este nivel sólo son válidos si la interferencia de la señal MF es superior al umbral de ruido con nivel suficiente para incluir la causa primaria de avería.

**5.3.2 Particularidades de la prueba de interferencia en transmisor tipo A1**

- a) *Método de definición del criterio de protección:* La relación de protección (dB) para una  $f$  especificada es igual al nivel de la señal del localizador (dBm) menos el nivel mínimo de la señal no deseada (dBm) necesario para causar la interferencia.
- b) *Frecuencias:*

Caso N.º	$f_{loc}$	$f$
1	108,10	$108,10 + \Delta f$
2	110,10	$110,10 + \Delta f$
3	111,95	$111,95 + \Delta f$

siendo:

- $f_{loc}$ : frecuencia del localizador (MHz)
  - $f$ : frecuencia de la señal no deseada (MHz)
  - $\Delta f$ : diferencia entre la frecuencia de la señal del localizador y de la señal MF (es decir, el producto de intermodulación)
- 0,  $\pm 0,05$ ,  $\pm 0,10$ ,  $\pm 0,15$ ,  $\pm 0,20$  y  $\pm 0,30$  MHz

c) *Desviación máxima de las señales MF:*

- para  $\Delta f = 0$ , desviación =  $\pm 32$  kHz de cuasi-cresta;
- para las demás  $\Delta f$ , desviación =  $\pm 96$  kHz de cuasi-cresta.

NOTA 1 – La señal no deseada es un producto de intermodulación simulado (es decir una emisión espuria).

- Verificación puntual a  $\Delta f = 0$  utilizando  $75 \mu\text{s}$  con  $\pm 75$  kHz de desviación de cresta. Si los resultados varían significativamente respecto a los obtenidos utilizando  $50 \mu\text{s}$  y una desviación cuasi-cresta de  $\pm 32$  kHz, debe duplicarse la prueba utilizando  $75 \mu\text{s}$  y  $\pm 75$  kHz.
- Verificación puntual a  $\Delta f = \pm 200$  kHz utilizando  $75 \mu\text{s}$  con  $\pm 225$  kHz de desviación de cresta. Si los resultados varían significativamente de aquellos obtenidos utilizando  $50 \mu\text{s}$  con  $\pm 96$  kHz de desviación cuasi-cresta, debe duplicarse la prueba utilizando  $75 \mu\text{s}$  con  $\pm 225$  kHz de desviación de cresta.
- La desviación casi máxima (cuasi-cresta) de  $\pm 32$  kHz hará probablemente máximos los efectos de interferencia cuando la frecuencia de la señal no deseada sea igual a la frecuencia de la señal deseada.
- Se utiliza la desviación máxima (cuasi-cresta) de  $\pm 96$  kHz para simular la anchura de banda máxima de un producto de intermodulación de tercer orden ( $3 \times \pm 32$  kHz), y que, por tanto, tenderá a hacer máximos los efectos de interferencia cuando la frecuencia de la señal no deseada sea distinta de la frecuencia de la señal deseada.
- El espectro de una señal real de tipo A1 será complejo, dependiendo de la modulación de las señales contribuyentes.

### 5.3.3 Particularidades de la prueba de interferencia de tipo A2

- a) *Método de definición del criterio de protección:* La relación de protección (dB) para una  $f$  especificada es igual al nivel de la señal del localizador (dBm) menos el nivel mínimo de la señal MF (dBm) necesario para causar interferencia.
- b) *Frecuencia del localizador:* 108,10 y 108,15 MHz.
- c) *Frecuencia MF:* 107,9 y 107,8 MHz.

NOTA 1 – Los datos se toman con la señal no deseada modulada y a continuación no modulada. Si las relaciones de protección son las mismas, la señal no deseada causa interferencia de tipo B2; si las relaciones de protección con modulación son superiores, la energía de la banda lateral procedente de la señal no deseada se recibe en la banda de paso del receptor, causando interferencia de tipo A2. La prueba debe detenerse cuando el nivel de la señal MF sea igual o superior a +15 dBm.

### 5.3.4 Particularidades de la prueba de interferencia de tipo B1

#### 5.3.4.1 Producto de intermodulación coincidente con la frecuencia del localizador

- a) *Método de definición del criterio de protección:* Nivel mínimo de equi-senal MF (dBm) necesario para causar interferencia en  $\Delta f^3$ :

$$\begin{aligned} \Delta f^3 \text{ (MHz)}^3 &= (f_{loc} - f_1)^2 (f_{loc} - f_2) && \text{para el caso de dos señales} \\ &= (f_{loc} - f_1) (f_{loc} - f_2) (f_{loc} - f_3) && \text{para el caso de tres señales} \end{aligned}$$

siendo:

$f_{loc}$ : frecuencia del localizador (MHz)  
 $f_1, f_2, f_3$ : frecuencias MF (MHz) y  $f_1 > f_2 > f_3$ .

- b) *Frecuencia del localizador:* 108,1, 109,1, 110,1 y 111,9 MHz.
- c) *Frecuencias MF:*

- como en el Cuadro 1 para el caso de 2 señales:  $2f_1 - f_2 = f_{loc}$
- como en el Cuadro 2 para el caso de 3 señales:  $f_1 + f_2 - f_3 = f_{loc}$

NOTA 1 – Sólo es necesario modular  $f_1$  cuando el producto de intermodulación calculado coincide con la frecuencia deseada del localizador.

CUADRO 1

**Relación de los productos de intermodulación en las frecuencias del localizador para el caso de 2 señales**

Frecuencias (MHz)			$\Delta f^3$
$f_1$	$f_2$	$f_{loc}$	
107,9	107,7	108,1	0,01
107,5	106,9		0,43
106,5	104,9		8,19
103,5	98,9		194,70
98,1	88,1		2 000,00
107,9	106,7	109,1	3,45
104,5	99,9		194,70
107,9	105,7	110,1	21,29
105,5	100,9		194,70
100,1	90,1		2 000,00
107,9	103,9	111,9	128,00
105,3	98,7		575,00
101,9	91,9		2 000,00

CUADRO 2

**Relación de los productos de intermodulación en las frecuencias del localizador para el caso de 3 señales**

Frecuencias (MHz)				$\Delta f^3$
$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_{loc}$	
107,9	107,5	107,3	108,1	0,09
107,5	106,5	105,9		2,11
107,1	105,5	104,5		9,36
106,5	104,5	102,9		29,95
104,5	100,5	96,9		306,40
101,5	95,3	88,7		1 639,00
107,9	107,5	106,3	109,1	5,37
106,5	103,5	100,9		119,40
107,9	107,5	105,3	110,1	27,45
107,9	105,3	103,1		73,92
107,5	104,5	101,9		119,40
106,5	102,5	98,9		306,40
104,5	98,5	92,9		1 117,00
99,5	98,7	88,1	2 658,00	
107,9	107,5	103,5	111,9	147,80
107,5	105,5	101,1		304,10
105,5	101,5	95,1		1 118,00
101,5	100,3	89,9		2 654,00

### 5.3.4.2 Producto de intermodulación separado de la frecuencia de localizador

- a) *Método de definición del criterio de protección:* Nivel mínimo de señal equivalente MF (dBm) necesario para causar interferencia. No obstante, para una frecuencia separada  $f$ , el criterio especificado es la diferencia entre los niveles equi-signal necesarios a la frecuencia  $f$  y los necesarios cuando  $\Delta f = 0$  (es decir, caso de no separación).
- b) *Frecuencias:*
- Para un producto de intermodulación en receptor de 2 señales y de la forma  $2f_1 - f_2 = f_{loc}$ :
    - Caso 1:*  $2(105,5) - (102,9 + \Delta f) = 108,10$  MHz  
siendo  $\Delta f^3 = 35,15$  a  $\Delta f = 0$
    - Caso 2:*  $2(107,5) - (104,9 + \Delta f) = 110,10$  MHz  
siendo  $\Delta f^3 = 35,15$  a  $\Delta f = 0$
    - Caso 3:*  $2(107,9) - (103,9 + \Delta f) = 111,90$  MHz  
siendo  $\Delta f^3 = 128,00$  a  $\Delta f = 0$
  - Para un producto de intermodulación en receptor de 3 señales y de la forma  $f_1 + f_2 - f_3 = f_{loc}$ :
    - Caso 1:*  $106,5 + 104,5 - (102,9 + \Delta f) = 108,10$  MHz  
siendo  $\Delta f^3 = 29,95$  a  $\Delta f = 0$
    - Caso 2:*  $107,9 + 107,5 - (105,3 + \Delta f) = 110,10$  MHz  
siendo  $\Delta f^3 = 27,45$  a  $\Delta f = 0$
    - Caso 3:*  $107,9 + 107,5 - (103,5 + \Delta f) = 111,90$  MHz  
siendo  $\Delta f^3 = 147,80$  a  $\Delta f = 0$   
siendo:  $\Delta f = 0, \pm 0,05, \pm 0,10, \pm 0,15, \pm 0,20$  y  $\pm 0,30$  MHz.

NOTA 1 – Para maximizar el efecto de la interferencia en un producto de intermodulación de separación de frecuencia, debe maximizarse la anchura de banda del producto de intermodulación, modulando todas las señales MF.

NOTA 2 – Las señales MF,  $f_2$  y  $f_3$ , deben modularse con fuentes de ruido UIT-R (véase el § 4.2) aplicadas directamente a las entradas de modulación del generador de señal MF (es decir, simulando una señal monofónica).

NOTA 3 – En los Casos 2 y 3 de la interferencia de intermodulación entre 3 señales separadas, deben interpretarse con precaución los resultados de las pruebas para la frecuencia separada de  $\pm 0,3/0,2$  MHz porque se produce simultáneamente una interferencia de intermodulación de 2 señales separadas en  $\pm 0,1/0,2$  MHz. En las pruebas futuras deben seleccionarse frecuencias distintas para evitar este problema.

### 5.3.5 Particularidades de la prueba de interferencia de tipo B2

- a) *Método de definición del criterio de protección:* Nivel mínimo de la señal MF (dBm) necesario para causar interferencia.
- b) *Frecuencia del localizador:* 108,1, 109,1, 110,1 y 111,9 MHz.
- c) *Frecuencia MF:* 107,9, 107,8, 107,7, 107,5, 107,3, 107,0, 106,0, 105,0, 104,0, 102,0, 100,0, 98,0, 93,0 y 88,0 MHz. Las pruebas deben detenerse para frecuencias inferiores a los valores indicados cuando el nivel de sensibilidad medido es superior a +15 dBm.

NOTA 1 – Para distinguir entre los efectos de la interferencia de tipo A2 y de tipo B2 al utilizar frecuencias próximas a 108 MHz, véase la Nota 1 del § 5.3.3 c).

## 5.4 Procedimientos de prueba del receptor VOR

### 5.4.1 Umbrales de interferencia

#### 5.4.1.1 Con una señal deseada

- Un aumento del valor  $2\sigma$  (dos veces la desviación típica respecto a la media) de la corriente de guía de rumbo de al menos  $4,5 \mu\text{A}$  ( $0,3^\circ$ ) de cambio en la indicación de marcación respecto al valor básico  $2\sigma$ , medido sin presencia de señal interferente;
- aparición de la bandera de aviso durante 1 s, si no se ha producido antes lo anterior.

NOTA 1 – Para el umbral de interferencia basado en un cambio de la indicación de marcación, la RTCA/DO-196 especifica un cambio de  $0,5^\circ$  de la indicación de marcación para la prueba de tipo B2 y de  $1,0^\circ$  de la indicación de marcación para la prueba de tipo B1.

#### 5.4.1.2 Sin señal VOR

- Desaparición de la bandera de aviso durante más de 1 s.
- Esta prueba se efectúa únicamente para verificar el funcionamiento correcto de la bandera del receptor, conforme a la RTCA/DO-196 MOPS.

#### 5.4.1.3 Condiciones de prueba del VOR

- a) *Indicación de marcación*: Señal de centrado para una indicación de la guía de 000.
- b) *Nivel de señal*:  $-93$ ,  $-79$ ,  $-63$  y  $-48$  dBm y en el caso de que no haya señal VOR.
- c) *Frecuencia*: La necesaria para la prueba específica.

NOTA 1 – Con la RTCA/DO-196 se prueba el caso de señal no deseada en los ensayos de interferencia de tipo B1/B2.

NOTA 2 – El nivel de la señal de referencia OACI y RTCA/DO-196 es de  $-79$  dBm. El nivel de referencia obtenido del § 3.4 del Anexo 1 de la Recomendación UIT-R IS.1009 es de  $-91$  dBm. Los resultados para este nivel son válidos únicamente si la interferencia de la señal MF es superior al ruido con nivel suficiente para incluir la causa primaria de avería.

#### 5.4.2 Particularidades de la prueba de interferencia en transmisor de tipo A1

- a) *Método para definir el criterio de protección*: La relación de protección (dB) en una  $f$  especificada es igual al nivel de la señal VOR (dBm) menos el nivel mínimo de la señal no deseada (dBm) necesario para causar interferencia.
- b) *Frecuencias*:

Caso N.º	$f_{VOR}$	$f$
1	108,20	$108,20 + \Delta f$
2	112,00	$112,00 + \Delta f$
3	117,95	$117,95 + \Delta f$

siendo:

$f_{VOR}$ : frecuencia VOR (MHz)

$f$ : frecuencia de la señal no deseada (MHz)

$\Delta f$ : diferencia entre las frecuencias de la señal deseada y la señal no deseada (es decir, el producto de intermodulación).

$0, \pm 0,05, \pm 0,10, \pm 0,15, \pm 0,20$  y  $\pm 0,30$  MHz.

- c) *Desviaciones de las señales no deseadas*: Para más comentarios véase el § 5.3.2 c).

#### 5.4.3 Particularidades de la prueba de interferencia de tipo A2

- a) *Método de definición del criterio de protección*: La relación de protección (dB) para una  $f$  especificada es igual al nivel de la señal VOR (dBm) menos el nivel mínimo de la señal MF (dBm) necesario para causar interferencia. Esta prueba debe efectuarse una vez con la modulación aplicada en el punto de interferencia y sin aplicarla, para determinar si la causa es de tipo A2 o B2.
- b) *Frecuencia VOR*: 108,05 y 108,2 MHz.
- c) *Frecuencia MF*: 107,9 y 107,8 MHz.

NOTA 1 – Véase la Nota 1 del § 5.3.3 c).

NOTA 2 – La prueba A2 puede omitirse para la condición de prueba en que la frecuencia VOR es 108,2 MHz y la frecuencia MF es 107,8 MHz.

#### 5.4.4 Particularidades de la prueba de interferencia de tipo B1

##### 5.4.4.1 Producto de intermodulación coincidente con la frecuencia VOR

- a) *Método de definición del criterio de protección:* Nivel mínimo equi-senal MF (dBm) necesario para causar interferencia en  $\Delta f^3$ ,

$$\Delta f^3 \text{ (MHz)}^3 = (f_{VOR} - f_1)^2 (f_{VOR} - f_2) \quad \text{para el caso de 2 señales}$$

$$= (f_{VOR} - f_1) (f_{VOR} - f_2) (f_{VOR} - f_3) \quad \text{para el caso de 3 señales}$$

siendo:

$f_{VOR}$ : frecuencia VOR (MHz)

$f_1, f_2, f_3$ : frecuencias MF (MHz) y  $f_1 > f_2 > f_3$ .

- b) *Frecuencias VOR:* 108,02, 109,0, 110,0, 112,0, 115,0 y 117,9 MHz.

- c) *Frecuencias MF:*

- como en el Cuadro 3 para el caso de 2 señales:  $2f_1 - f_2 = f_{VOR}$
- como en el Cuadro 4 para el caso de 3 señales:  $f_1 + f_2 - f_3 = f_{VOR}$ .

NOTA 1 – Sólo es necesario modular  $f_1$  con una señal simulada MF cuando el producto de intermodulación calculado coincide con la frecuencia de la señal deseada VOR.

NOTA 2 – Las precauciones de prueba del § 4.3.10 se aplican también al receptor VOR.

CUADRO 3

#### Relación de productos de intermodulación en las frecuencias VOR para el caso de 2 señales

Frecuencias (MHz)			$\Delta f^3$
$f_1$	$f_2$	$f_{VOR}$	
107,9	107,6	108,2	0,05
107,5	106,8		0,68
106,5	104,8		9,82
103,7	99,2		182,30
101,7	95,2		549,30
98,3	88,4		1 941,00
107,5	106,0	109,0	6,75
104,5	100,0		182,30
107,9	105,8	110,0	18,52
105,1	101,0		182,30
107,9	103,8	112,0	137,80
105,5	99,0		549,30
102,1	92,2		1 941,00
107,9	100,8	115,0	715,80
102,1	89,2		4 293,00
107,9	97,9	117,9	2 000,00
104,5	91,1		4 812,00

CUADRO 4

**Relación de productos de intermodulación en las frecuencias VOR  
para el caso de 3 señales**

Frecuencias (MHz)				$\Delta f^3$
$f_1$	$f_2$	$f_3$	$f_{VOR}$	
107,9	107,7	107,4	108,2	0,12
107,7	106,9	106,4		1,17
106,5	105,3	103,6		22,67
103,5	99,3	94,6		568,90
99,5	97,5	88,8		1 806,00
107,5	106,3	104,8	109,0	17,01
104,5	100,3	95,8		516,80
107,9	107,5	103,4	112,0	158,70
107,5	103,3	98,8		516,80
103,5	99,5	91,0		2 231,00
107,9	107,5	100,4	115,0	777,50
102,1	101,1	88,2		4 806,00
107,9	107,5	97,5	117,9	2 122,00
103,5	102,7	88,3		6 479,00

#### 5.4.4.2 Producto de intermodulación separado de la frecuencia VOR

a) *Método de definición del criterio de protección:* Nivel mínimo equi-signal MF (dBm) necesario para causar interferencia. No obstante, para una frecuencia  $f$  separada, el criterio especificado es la diferencia entre los niveles equi-signal necesarios a la frecuencia  $f$  y los necesarios cuando  $\Delta f = 0$  (es decir, caso de no separación).

b) *Frecuencias:*

- Para un producto de intermodulación de 2 señales en el receptor de la forma  $f_1 - f_2 = f_{VOR}$ :

*Caso 1:*  $2(105,7) - (103,2 + \Delta f) = 108,20$  MHz

siendo  $\Delta f^3 = 31,25$  a  $\Delta f = 0$

*Caso 2:*  $(107,9) - (103,8 + \Delta f) = 112,00$  MHz

siendo  $\Delta f^3 = 137,90$  a  $\Delta f = 0$

*Caso 3:*  $2(107,9) - (97,9 + \Delta f) = 117,90$  MHz

siendo  $\Delta f^3 = 2 000,00$  a  $\Delta f = 0$

- Para un producto de intermodulación de 3 señales en el receptor de la forma  $f_1 + f_2 - f_3 = f_{VOR}$ :

*Caso 1:*  $106,5 + 105,30 - (103,6 + \Delta f) = 108,20$  MHz

siendo  $\Delta f^3 = 22,67$  a  $\Delta f = 0$

*Caso 2:*  $107,9 + 107,50 - (103,4 + \Delta f) = 112,00$  MHz

siendo  $\Delta f^3 = 158,70$  a  $\Delta f = 0$

*Caso 3:*  $107,9 + 107,50 - (97,5 + \Delta f) = 117,90$  MHz

siendo  $\Delta f^3 = 2 122,00$  a  $\Delta f = 0$

siendo  $\Delta f = 0, \pm 0,05, \pm 0,10, \pm 0,15, \pm 0,20, \pm 0,25$  y  $\pm 0,30$  MHz.

NOTA 1 – Para hacer máximo el efecto de interferencia en un producto de intermodulación cuya frecuencia está separada de la del VOR, se debe maximizar la anchura de banda del producto de intermodulación, modulando todas las señales MF.

NOTA 2 – Las señales MF,  $f_2$  y  $f_3$ , pueden modularse con fuentes de ruido UIT-R (véase el § 4.2) aplicadas directamente en las entradas de modulación del generador de señal MF (es decir, simulando una señal monofónica).

NOTA 3 – En los Casos 2 y 3 la interferencia de intermodulación entre 3 señales separadas, deben interpretarse con precaución los resultados para la separación  $\pm 0,3/0,2$  MHz porque se produce simultáneamente una interferencia de intermodulación de 2 señales separadas  $\pm 0,1/0,2$  MHz. En las pruebas futuras deben seleccionarse frecuencias distintas para evitar este problema .

#### 5.4.5 Particularidades de la prueba de interferencia de tipo B2

- a) *Método de definición del criterio de protección:* Nivel mínimo de la señal MF (dBm) necesario para causar interferencia.
- b) *Frecuencia VOR:* 108,2, 110,0, 112,0, 115,0 y 117,9 MHz.
- c) *Frecuencia MF:* 107,9, 107,8, 107,7, 107,5, 107,3, 107,0, 106,0, 105,0, 104,0, 100,0, 98,0, 93,0 y 88,0 MHz. Las pruebas deben detenerse para frecuencias inferiores a los valores indicados cuando el nivel de sensibilidad medido es superior a +15 dBm.

NOTA 1 – Los datos se toman con la señal MF sin modular pero las verificaciones puntuales se efectúan utilizando modulación.

NOTA 2 – Se aplica la Nota 1 del § 5.3.3 c) para receptores de localizador a los receptores VOR.

## APÉNDICE 1

### AL ANEXO 1

#### Equipo de pruebas

El equipo de pruebas del Cuadro 5 indicado a continuación es el adecuado para la configuración de pruebas de las Figs. 1a, 1b y 1c.

CUADRO 5

Equipo	Nota	Equipo utilizado en las pruebas de Atlantic City
Fuente de ruido UIT-R compuesta de: Fuente de ruido blanco Filtro UIT-R BS.559		Heath AD-1309 Rhode and Schwarz SUF2Z4
Generador estereofónico MF con filtros de preacentuación de 50 y 75 $\mu$ s		Marcom 203
Generador de señal RF	Salida máxima $> 8$ dBm Nivel de ruido $< 128$ dBm/Hz	Hewlett Packard (HP) 8657B
Amplificador RF	La ganancia y el factor de ruido del amplificador deben permitir obtener un nivel de salida de 30 dBm con un nivel de ruido $< -99$ dBm/Hz. Para una salida de 8 dBm del generador de señal, puede lograrse con una ganancia del amplificador de 22 dB y un factor de ruido de 7 dB. Salida máxima $\geq 30$ dBm Aislamiento inverso $\geq 35$ dB	Minicircuitos ZHL-1-50P3
Combinador	Pérdidas de inserción $\leq 5$ dB Aislamiento $\geq 20$ dB	Eagle HPC300
Generador de señal de navegación		Collins 479S-6A
Filtro de banda eliminada	Pérdidas de inserción $\leq 0,5$ dB Rechazo $\geq 18$ dB Anchura de banda de 3 dB = 0,2 MHz	Sinclair FR20107 1
Atenuador de 18,0 dB		Hewlett Packard 355C4 y Hewlett Packard 355D
Carga de 50 $\Omega$		
Atenuador 6,0 dB		Minicircuitos NAT-6
Equipo de prueba conforme a la ARINC 429		
Interfaz digital conforme a la ARINC 429		
Computador personal compatible IBM (utilizado para controlar el receptor digital sometido a prueba y establecer la interfaz con éste)		
Convertidor analógico-digital		RLC SBX-C186EB SBX-AIN-32
Computador utilizado para controlar el equipo de prueba y registrar los resultados medidos		Hewlett Packard 9000/236

## APÉNDICE 2

## AL ANEXO 1

**Definiciones****Corriente de guía de rumbo**

Salida del receptor que se aplica al indicador de los pilotos y al autopiloto. Da al localizador ILS una guía izquierda/derecha proporcional a la DDM de las señales de 90 Hz y de 150 Hz para un desplazamiento angular determinado a partir de la línea central de la pista. Para un receptor VOR, da una guía izquierda/derecha proporcional a la diferencia de fase a las dos señales de 30 Hz.

**DDM (Diferencia del índice de modulación)**

El índice de modulación es la relación entre la amplitud de la modulación de las señales de 90 Hz o 150 Hz y la amplitud de la portadora. La DDM equivale al índice de modulación de la señal más intensa menos el índice de modulación de la señal más débil.

**Anexo 10 del Convenio de la OACI**

«Normas Internacionales, Prácticas Recomendadas y Procedimientos para los servicios de navegación aérea: Telecomunicaciones Aeronáuticas; Anexo 10 del Convenio de la Aviación Civil Internacional, Volumen I», Organización de la Aviación Civil Internacional, (Montreal, 1985).

**Sistema de aterrizaje con instrumentos**

Un sistema de radionavegación especificado en el Anexo 10 del Convenio de la OACI acordado internacionalmente como equipo normalizado actual de ayuda a la aproximación y el aterrizaje de precisión para las aeronaves.

**Localizador ILS**

Componente de un localizador ILS que da una guía en el plano horizontal. El transmisor con su sistema de antena asociado produce un diagrama de campo compuesto modulado en amplitud con señales de 90 Hz y 150 Hz. El diagrama de campo radiado es tal que cuando un observador mira al localizador desde el extremo de aproximación de la pista, el índice de modulación de la portadora radioeléctrica debido al tono de 150 Hz predomina en el lado derecho y el debido al tono de 90 Hz predomina en el lado izquierdo. La DDM es cero en la línea central de la pista y a la línea central de la prolongación de ésta.

**Radiofaro omnidireccional en ondas métricas**

Una ayuda a la navegación de corto alcance (hasta unos 370 km o 200 millas náuticas) que da una presentación continua y automática de información de marcación respecto a un emplazamiento conocido en el suelo.

---