



# REGLAMENTACION AERONAUTICA BOLIVIANA

## RAB 69

### Reglamento sobre Telecomunicaciones Aeronáuticas

#### Parte I – Radioayudas para la Navegación

Tercera edición, Enmienda 2, R.A. N° 359 de 05/11/2021

**Aplicabilidad:**

Esta enmienda reemplaza, desde el 12 de noviembre de 2021, todas las enmiendas anteriores del RAB 69 Parte I.









**PÁGINA DEJADA INTENCIONALMENTE EN BLANCO**

## ÍNDICE

### RAB69 Parte I

#### Reglamento sobre telecomunicaciones aeronáuticas

|                    |   |            |
|--------------------|---|------------|
| <b>Capítulo 1</b>  | <b>Definiciones</b>   | 69-PI-1-1  |
| <b>Capítulo 2</b>  | <b>Disposiciones generales relativas a las radioayudas para la navegación</b>                   | 69-PI-2-1  |
| 2.1                | Radioayudas para la navegación normalizadas.....  | 69-PI-2-1  |
| 2.2                | Ensayos en tierra y en vuelo.....   | 69-PI-2-2  |
| 2.3                | Suministro de información sobre el estado operacional de los servicios de radionavegación. .... | 69-PI-2-2  |
| 2.4                | Fuente de energía para las radioayudas para la navegación y sistemas de comunicaciones .....    | 69-PI-2-2  |
| 2.5                | Consideraciones sobre factores humanos .....  | 69-PI-2-3  |
| <b>Capítulo 3</b>  | <b>Especificaciones relativas a las radioayudas para la navegación</b>                          | 69-PI-3-1  |
| 3.1                | Especificación para el ILS .....  | 69-PI-3-1  |
| 3.2                | Especificación para el sistema radar de aproximación de precisión .....                         | 69-PI-3-26 |
| 3.3                | Especificación para el radiofaro omnidireccional VHF (VOR) .....                                | 69-PI-3-28 |
| 3.4                | Especificación para el radiofaro no direccional (NDB) .....                                     | 69-PI-3-32 |
| 3.5                | Especificación para el equipo radiotelemétrico UHF (DME) .....                                  | 69-PI-3-36 |
| 3.6                | Especificación para las radiobalizas VHF en ruta (75 MHz) .....                                 | 69-PI-3-55 |
| 3.7                | Requisitos para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)..                          | 69-PI-3-56 |
| 3.8                | [Reservado]   | 69-PI-3-71 |
| 3.9                | Características de sistema para los sistemas receptores de a bordo ADF                          | 69-PI-3-71 |
| 3.10               | [Reservado]   | 69-PI-3-71 |
| 3.11               | Características del sistema de aterrizaje por microondas (MLS) .....                            | 69-PI-3-71 |
| <b>Apéndice A.</b> | <b>Disposiciones para el proveedor de servicios de navegación aérea</b>                         |            |
| A.1                | Definiciones .....  | 69-PI-A-1  |
| A.2                | Instalación y Mantenimiento de los sistemas de navegación .....                                 | 69-PI-A-2  |
| A.3                | Consideraciones para los ensayos en tierra y vuelo .....  | 69-PI-A-3  |
| A.4                | Suministro de información sobre el estado operacional .....                                     | 69-PI-A-4  |
| A.5                | Respaldo de energía en los sistemas de navegación .....   | 69-PI-A-5  |
| A.6                | Consideraciones sobre factores humanos. ....  | 69-PI-A-5  |
| A.7                | Registro y control de documentación .....   | 69-PI-A-5  |
| A.8                | Infraestructura para los sistemas de navegación .....   | 69-PI-A-7  |

**PÁGINA DEJADA INTENCIONALMENTE EN BLANCO**

## Capítulo 1. Definiciones

*Nota 1.— Todas las referencias al “Reglamento de Radiocomunicaciones” se refieren al Reglamento de Radiocomunicaciones publicado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. El Reglamento de Radiocomunicaciones se enmienda de tiempo en tiempo en el marco de las decisiones adoptadas en las actas finales de las Conferencias Mundiales de Radiocomunicaciones celebradas normalmente cada dos a tres años. También se dispone de más información sobre los procesos seguidos por la UIT en el uso de las frecuencias para los sistemas radioeléctricos aeronáuticos en el Manual relativo a las necesidades de la aviación civil en materia de espectro de radiofrecuencias, que incluye la declaración de las políticas aprobadas por la OACI (Doc 9718).*

*Nota 2.— La RAB69, Parte I comprende normas y métodos recomendados sobre ciertas clases de equipo para ayudas a la navegación aérea. Si bien los Estados contratantes determinan la necesidad de instalaciones específicas de acuerdo con las condiciones prescritas en la norma o método recomendado pertinente, el Consejo examina periódicamente la necesidad de instalaciones específicas y expone a los Estados contratantes interesados la opinión y recomendaciones de la OACI, basándose generalmente en las recomendaciones de las conferencias regionales de navegación aérea (Doc 8144 — Instrucciones para las reuniones regionales de navegación aérea y reglamento interno de las mismas).*

*Nota 3.— La terminología que se utiliza en este Anexo para referirse a las operaciones de aproximación por instrumentos se basa en la clasificación de operaciones de aproximación y aterrizaje por instrumentos de una versión anterior del Anexo 6. A continuación figura la correspondencia de esta terminología con aquella de las definiciones del Anexo 6:*

Requisitos de performance en apoyo de las operaciones de aproximación por instrumentos

| Performance de sistemas en la RAB 69      |   | Método del Anexo 6 – categoría de operación de aproximación |
|---|---|---|
| Aproximación que no es de precisión (NPA) |   | 2D-Tipo A <sup>(1)</sup>                                    |
| Aproximación con guía vertical (APV)      |   | 3D-Tipo A <sup>(2)</sup>                                    |
| Aproximación de precisión (PA)            | Categoría I, DH igual o superior a 75 m (250 ft)                            | 3D-Tipo A <sup>(3)</sup>                                    |
|   | Categoría I, DH igual o superior a 60 m (200 ft) e inferior a 75 m (250 ft) | 3D-Tipo B — CAT I <sup>(3)</sup>                            |
|   | Categoría II  | 3D-Tipo B — CAT II  |
|   | Categoría III   | 3D-Tipo B — CAT III   |

1. Sin guía vertical barométrica.
2. Con guía vertical barométrica o SBAS.
3. Con guía vertical ILS, MLS, GBAS o SBAS.

Los términos y expresiones indicados a continuación, que se usan en este Volumen, tienen el significado siguiente:

**Altitud.** Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y el nivel medio del mar (MSL).

**Altitud de presión.** Expresión de la presión atmosférica mediante la altitud que corresponde a esa presión en la atmósfera tipo.

**Altura.** Distancia vertical entre un nivel, punto u objeto considerado como punto, y una referencia especificada.

**Anchura de banda de aceptación efectiva.** Gama de frecuencias con respecto a la que ha sido

asignada, cuya recepción se consigue si se han tenido debidamente en cuenta todas las tolerancias del receptor.

**Elevación.** Distancia vertical entre un punto o un nivel de la superficie de la tierra, o unido a ella, y el nivel medio del mar.

**Especificación para la navegación.** Conjunto de requisitos relativos a la aeronave y a la tripulación de vuelo necesarios para dar apoyo a las operaciones de la navegación basada en la performance dentro de un espacio aéreo definido. Existen dos clases de especificaciones para la navegación:

**Especificación para la performance de navegación requerida (RNP).** Especificación para la navegación basada en la navegación de área que incluye el requisito de control y alerta de la performance, designada por medio del prefijo RNP, por ejemplo, RNP 4, RNP APCH.

**Especificación para la navegación de área (RNAV).** Especificación para la navegación basada en la navegación de área que no incluye el requisito de control y alerta de la performance, designada por medio del prefijo RNAV, por ejemplo, RNAV 5, RNAV 1.

*Nota 1.— El Manual sobre la navegación basada en la performance (PBN) (Doc 9613), Volumen II, contiene directrices detalladas sobre las especificaciones para la navegación.*

*Nota 2.— El término RNP, definido anteriormente como “declaración de la performance de navegación necesaria para operar dentro de un espacio aéreo definido”, se ha retirado de este Anexo puesto que el concepto de RNP ha sido remplazado por el concepto de PBN. En este Anexo, el término RNP sólo se utiliza ahora en el contexto de especificaciones de navegación que requieren vigilancia de la performance y alerta, p. ej., RNP 4 se refiere a la aeronave y los requisitos operacionales, comprendida una performance lateral de 4 NM, con la vigilancia de performance y alerta a bordo que se describen en el Doc 9613.*

**Navegación basada en la performance (PBN).** Requisitos para la navegación de área basada en la performance que se aplican a las aeronaves que realizan operaciones en una ruta ATS, en un procedimiento de aproximación por instrumentos o en un espacio aéreo designado.

*Nota.— Los requisitos de performance se expresan en las especificaciones para la navegación (especificación RNAV, especificación RNP) en función de la precisión, integridad, continuidad, disponibilidad y funcionalidad necesarias para la operación propuesta en el contexto de un concepto para un espacio aéreo particular.*

**Navegación de área (RNAV).** Método de navegación que permite la operación de aeronaves en cualquier trayectoria de vuelo deseada, dentro de la cobertura de las ayudas para la navegación basadas en tierra o en el espacio, o dentro de los límites de capacidad de las ayudas autónomas, o una combinación de ambas.

*Nota.— La navegación de área incluye la navegación basada en la performance así como otras operaciones no incluidas en la definición de navegación basada en la performance.*

**Potencia media (de un transmisor radioeléctrico).** La media de la potencia suministrada a la línea de alimentación de la antena por un transmisor en condiciones normales de funcionamiento, evaluada durante un intervalo de tiempo suficientemente largo comparado con el período correspondiente a la frecuencia más baja que existe realmente como componente de modulación.

*Nota.— Normalmente se tomará un tiempo de 1/10 de segundo durante el cual la potencia media alcance el valor más elevado.*

**Principios relativos a factores humanos.** Principios que se aplican al diseño, certificación, instrucción, operaciones y mantenimiento y cuyo objeto consiste en establecer una interfaz segura entre los componentes humano y de otro tipo del sistema mediante la debida consideración de la actuación humana.

**Punto de toma de contacto.** Punto en el que la trayectoria nominal de planeo intercepta la pista.

*Nota.— El “punto de toma de contacto”, tal como queda definido, es solo un punto de referencia y*

*no tiene necesariamente que coincidir con el punto en que la aeronave entrará verdaderamente en contacto con la pista.*

**Radiobaliza de abanico.** Tipo de radiofaro que emite un haz vertical en forma de abanico.

**Radiobaliza Z.** Tipo de radiofaro que emite un haz vertical en forma de cono.

**Rechazo eficaz del canal adyacente.** Rechazo que se obtiene en la frecuencia apropiada del canal adyacente, si se han tenido debidamente en cuenta todas las tolerancias pertinentes del receptor.

**Servicio de radionavegación.** Servicio que proporciona información de guía o datos sobre la posición para la operación eficiente y segura de las aeronaves mediante una o más radioayudas para la navegación.

**Servicio de radionavegación esencial.** Servicio de radionavegación cuya interrupción ejerce un impacto importante en las operaciones en el espacio aéreo o aeródromo afectados.

**Volumen útil protegido.** *Volumen* de la cobertura de la instalación en la que esta proporciona determinado servicio, de conformidad con los SARPS pertinentes, y dentro de la cual se protege la frecuencia de la instalación.

**PÁGINA DEJADA INTENCIONALMENTE EN BLANCO**

## Capítulo 2. Disposiciones generales relativas a las radioayudas para la navegación

### 2.1. Radioayudas para la navegación normalizadas

2.1.1. Los sistemas normalizados de radioayudas para la navegación serán:

- (a) el sistema de aterrizaje por instrumentos (ILS) que se ajuste a las normas contenidas en 3.1;
- (b) el sistema de aterrizaje por microondas (MLS) que se ajuste a las normas contenidas en 3.11;
- (c) el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS) conforme a las normas contenidas en 3.7;
- (d) el radiofaro omnidireccional VHF (VOR) conforme a las normas contenidas en 3.3;
- (e) el radiofaro no direccional (NDB) conforme a las normas descritas en 3.4;
- (f) el equipo radiotelemétrico (DME) conforme a las normas descritas en 3.5; y
- (g) la radiobaliza VHF en ruta conforme a las normas contenidas en 3.6.

*Nota 1.— Como es indispensable la referencia visual en las fases finales de la aproximación y el aterrizaje, la instalación de una radioayuda para la navegación no excluye la necesidad de emplear ayudas visuales para la aproximación y aterrizaje en condiciones de poca visibilidad.*

*Nota 2.— Se tiene la intención de que la introducción y aplicación de radioayudas para la navegación, a fin de apoyar operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión, se efectúe de conformidad con la estrategia que se reproduce en el Adjunto B del Anexo 10 Volumen I. Se tiene la intención de que la racionalización de las radioayudas para la navegación convencionales y la evolución para apoyar la navegación basada en la performance se efectúen de conformidad con la estrategia que se reproduce en el Adjunto H del Anexo 10 Volumen I.*

*Nota 3.— Las categorías de las operaciones de aproximación y aterrizaje de precisión se clasifican en el Capítulo 1.*

*Nota 4.— En el Adjunto C, 2.1 y 2.14 del Anexo 10 volumen I, se da información sobre los objetivos operacionales relacionados con las categorías de actuación de las instalaciones ILS.*

*Nota 5.— En el Adjunto G, 11 del Anexo 10 volumen I, se proporciona información sobre los objetivos operacionales relacionados con la actuación de las instalaciones MLS.*

2.1.2. Cualquier diferencia que exista entre las radioayudas para la navegación y las normas estipuladas en el Capítulo 3, se incluirá en una publicación de información aeronáutica (AIP).

2.1.3. En los casos en que esté instalado un sistema de radioayudas para la navegación que no sea un ILS ni un MLS, pero que pueda ser utilizado total o parcialmente con el equipo de aeronave proyectado para emplearlo con el ILS o con el MLS, se publicarán detalles completos respecto a las partes que puedan emplearse en una publicación de información aeronáutica (AIP).

*Nota.— Esta disposición está destinada a formular un requisito para promulgar información relevante y no para autorizar las instalaciones en cuestión.*

2.1.4. Disposiciones específicas para el GNSS

2.1.4.1. Se permitirá dar por terminado un servicio de satélite GNSS proporcionado por uno de sus elementos (Capítulo 3, 3.7.2), con un aviso previo mínimo de seis años del proveedor de ese servicio.

2.1.4.2. Los Estados que aprueben operaciones basadas en el GNSS deben asegurarse de que se graban los datos del GNSS pertinentes a esas operaciones.

*Nota 1.— Estos datos grabados pueden apoyar la investigación de accidentes e incidentes. También pueden utilizarse para análisis periódicos a fin de verificar los parámetros de actuación del GNSS*

*detallados en las normas pertinentes del presente Anexo.*

*Nota 2.— El texto de orientación acerca de la grabación de los parámetros del GNSS y la evaluación de la actuación GNSS figura en el Adjunto D, 11 y 12 del Anexo 10 volumen I.*

**2.1.4.3.** Deben conservarse las grabaciones por lo menos por un período de 14 días. Cuando las grabaciones son pertinentes para investigación de accidentes e incidentes, deben conservarse por períodos más prolongados hasta que sea evidente que ya no serán necesarias.

**2.1.5.** Radar de aproximación de precisión

**2.1.5.1.** El sistema radar de aproximación de precisión (PAR), cuando se instale y opere como radioayuda para la navegación junto con equipo para comunicarse en ambos sentidos con las aeronaves y las instalaciones para la coordinación eficaz de estos elementos con control de tránsito aéreo, se ajustará a las normas descritas en el párrafo 3.2.

*Nota 1.— El elemento radar de aproximación de precisión (PAR) del sistema radar de aproximación de precisión puede instalarse y operarse sin el elemento radar de vigilancia (SRE), cuando se determina que el SRE no es necesario para satisfacer los requisitos de control de tránsito aéreo para dirigir las aeronaves.*

*Nota 2.— Aunque el SRE no se considera, en ninguna circunstancia, como una alternativa satisfactoria del sistema radar de aproximación de precisión, el SRE puede instalarse y operarse sin el PAR para ayudar al control de tránsito aéreo a dirigir las aeronaves que traten de emplear radioayudas para la navegación, o para aproximaciones y salidas con el radar de vigilancia.*

**2.1.6.** Cuando se proporcionen para apoyar aproximaciones y aterrizajes de precisión, las radioayudas para la navegación deben complementarse, cuando sea necesario, con una fuente o fuentes de información de guía para la orientación, que cuando se use con los procedimientos apropiados proporcionará guía efectiva hacia la trayectoria de referencia deseada, así como acoplamiento eficaz (manual o automático) con dicha trayectoria.

*Nota.— Para dicho fin se han utilizado DME, GNSS, NDB, VOR y sistemas de navegación de aeronaves.*

## **2.2. Ensayos en tierra y en vuelo**

**2.2.1.** Se someterán a ensayos periódicos en tierra y en vuelo las radioayudas para la navegación de los tipos comprendidos en las especificaciones del Capítulo 3 y que las aeronaves destinadas a la navegación aérea internacional puedan utilizar.

*Nota.— En el Adjunto C del Anexo 10 volumen I y en el Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación (Doc 8071), se da orientación sobre los ensayos en tierra y en vuelo de instalaciones normalizadas por la OACI, así como la periodicidad de dichos ensayos.*

## **2.3. Suministro de información sobre el estado operacional de los servicios de radionavegación**

**2.3.1.** Las torres de control de aeródromo y las dependencias que suministran servicio de control de aproximación, recibirán en forma oportuna, de conformidad con el uso del servicio o servicios correspondientes, la información sobre el estado operacional de los servicios de radionavegación esenciales para la aproximación, aterrizaje y despegue en el aeródromo o aeródromos de que se trate.

*Nota.— El Manual de navegación basada en la performance (Doc 9613) contiene orientación sobre la aplicación de esta norma en caso de operaciones basadas en PBN con apoyo de GNSS.*

## **2.4. Fuente de energía para las radioayudas para la navegación y sistemas de comunicaciones**

**2.4.1.** Las radioayudas para la navegación y los elementos terrestres de los sistemas de comunicaciones de los tipos especificados en la RAB 69, contarán con fuentes adecuadas de energía y medios de asegurar la continuidad del servicio según el uso del servicio o servicios de que se trate.

*Nota.— El Adjunto C capítulo 8 del Anexo 10 volumen I contiene textos de orientación sobre los tiempos de conexión de la fuente de energía.*

## **2.5. Consideraciones sobre factores humanos**

**2.5.1.** En el diseño y certificación de las radioayudas para la navegación deben observarse los principios relativos a factores humanos.

*Nota.— Los textos de orientación sobre principios relativos a factores humanos pueden encontrarse en el Manual de instrucción (Doc 9683) y en la Circular 249 (Compendio sobre factores humanos núm. 11)*

**PÁGINA DEJADA INTENCIONALMENTE EN BLANCO**

## Capítulo 3. Especificaciones relativas a las radioayudas para la navegación

*Nota.— En el Anexo 14, Capítulo 8, se indican las especificaciones relativas a la construcción y el emplazamiento de las instalaciones terrestres, a fin de reducir al mínimo el peligro para las aeronaves.*

### 3.1. Especificación para el ILS

#### 3.1.1. Definiciones

- (1) **Ángulo de trayectoria de planeo ILS.** El ángulo que forma con la horizontal la recta que representa la trayectoria de planeo media.
- (2) **Continuidad de servicio del ILS.** Propiedad relacionada con la escasa frecuencia de interrupciones de la señal radiada. El nivel de continuidad de servicio del localizador o de la trayectoria de planeo se expresa en función de la probabilidad de que no se pierdan las señales de guía radiadas.
- (3) **DDM — Diferencias de profundidad de modulación.** Porcentaje de profundidad de modulación de la señal mayor, menos el porcentaje de profundidad de modulación de la señal menor, dividido por 100.
- (4) **Eje de rumbo.** En todo plano horizontal, el lugar geométrico de los puntos más próximos al eje de la pista en los que la DDM es cero.
- (5) **Instalación ILS de Categoría de actuación I.** Un ILS que proporciona información de guía desde el límite de cobertura del ILS hasta el punto en que el eje de rumbo del localizador corta la trayectoria de planeo del ILS a una altura de 30 m (100ft), o menos, por encima del plano horizontal que contiene el umbral.  
*Nota.— El límite inferior se establece en 30 m (100 ft) por debajo de la altura de decisión (DH) mínima para la Categoría I.*
- (6) **Instalación ILS de Categoría de actuación II.** Un ILS que proporciona información de guía desde el límite de cobertura del ILS hasta el punto en el que el eje de rumbo del localizador corta la trayectoria de planeo del ILS a una altura de 15 m (50 ft), o menos, por encima del plano horizontal que contiene el umbral.  
*Nota.— El límite inferior se establece en 15 m (50 ft) por debajo de la altura de decisión (DH) mínima para la Categoría II.*
- (7) **Instalación ILS de Categoría de actuación III.** Un ILS que con la ayuda de equipo auxiliar cuando sea necesario, proporcione información de guía desde el límite de cobertura de la instalación hasta la superficie de la pista, y a lo largo de la misma.
- (8) **Integridad del ILS.** La calidad referente a la seguridad que ofrece la precisión de la información suministrada por la instalación. El nivel de integridad del localizador o de la trayectoria de planeo se expresa en función de la probabilidad de que no se radien señales de guía falsas.
- (9) **Punto “A” del ILS.** Punto de la trayectoria de planeo situado a 7,5 km (4 NM) del umbral, medido sobre la prolongación del eje de la pista en la dirección de la aproximación.
- (10) **Punto “B” del ILS.** Punto de la trayectoria de planeo situado a 1 050 m (3 500 ft) del umbral, medidos sobre la prolongación del eje de la pista en la dirección de la aproximación.
- (11) **Punto “C” del ILS.** Punto por el que la parte recta descendente de la prolongación de la trayectoria nominal de planeo nominal pasa a la altura de 30 m (100 ft) sobre el plano horizontal que contiene el umbral.
- (12) **Punto “D” del ILS.** Punto situado a 4 m (12 ft) sobre el eje de la pista y que dista 900 m (3 000 ft) del umbral en la dirección del localizador.
- (13) **Punto “E” del ILS.** Punto situado a 4 m (12 ft) sobre el eje de la pista y que dista 600 m (2 000 ft) del extremo de parada de la pista en la dirección del umbral.

*Nota.— Véase el Adjunto C del Anexo 10 volumen I, Figura C-1.*

- (15) **Referencia ILS (Punto “T”).** Punto situado a una altura especificada, sobre la intersección del eje de la pista con el umbral, por el cual pasa la prolongación rectilínea hacia abajo de la trayectoria de planeo ILS.
- (16) **Sector de rumbo.** Sector en un plano horizontal que contiene el eje de rumbo, limitado por los lugares geométricos de los puntos más cercanos al eje de rumbo en los que la DDM es 0,155.
- (17) **Sector de rumbo frontal.** El sector de rumbo situado al mismo lado del localizador que la pista.
- (18) **Sector de rumbo posterior.** El sector de rumbo situado en el lado opuesto del localizador respecto a la pista.
- (19) **Sector de trayectoria de planeo ILS.** Sector situado en el plano vertical que contiene la trayectoria de planeo ILS y limitado por el lugar geométrico de los puntos más cercanos a la trayectoria de planeo en los que la DDM es 0,175.  
*Nota.— El sector de trayectoria de planeo ILS está situado en el plano vertical que contiene el eje de la pista y está dividido por la trayectoria de planeo radiada en dos partes denominadas sector superior y sector inferior, que son, respectivamente, los sectores que quedan por encima y por debajo de la trayectoria de planeo.*
- (20) **Semisector de rumbo.** Sector situado en un plano horizontal que contiene el eje de rumbo y limitado por el lugar geométrico de los puntos más cercanos al eje de rumbo en los que la DDM es 0,0775.
- (21) **Semisector de trayectoria de planeo ILS.** Sector situado en el plano vertical que contiene la trayectoria de planeo ILS y limitado por el lugar geométrico de los puntos más cercanos a la trayectoria de planeo en los que la DDM es 0,0875.
- (22) **Sensibilidad de desplazamiento angular.** La proporción de la DDM medida hasta el desplazamiento angular correspondiente, a partir de la línea de referencia apropiada.
- (23) **Sensibilidad de desplazamiento (localizador).** La proporción de la DDM medida hasta el desplazamiento lateral correspondiente, a partir de la línea de referencia apropiada.
- (24) **Sistema de trayectoria de planeo de doble frecuencia.** Sistema de trayectoria de planeo ILS en el que se logra la cobertura mediante la utilización de dos diagramas de radiación independientes espaciados en frecuencias de portadora separadas dentro del canal de trayectoria de planeo de que se trate.
- (25) **Sistema localizador de doble frecuencia.** Sistema localizador en el que se logra la cobertura mediante la utilización de dos diagramas de radiación independientes espaciados en frecuencias de portadora separadas dentro del canal VHF del localizador de que se trate.
- (26) **Trayectoria de planeo ILS.** Los lugares geométricos de los puntos situados en el plano vertical que contiene el eje de la pista en que la DDM es cero, que está más cerca del plano horizontal.

### 3.1.2. Requisitos básicos

#### 3.1.2.1. El ILS constará de los elementos esenciales siguientes:

- (a) equipo localizador VHF, con su sistema monitor correspondiente, y equipo de telemando e indicador;
- (b) equipo UHF de trayectoria de planeo, con el sistema monitor correspondiente, y equipo de telemando e indicador;
- (c) y un medio apropiado que permita efectuar verificaciones de la trayectoria de planeo.

*Nota.— Los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves (PANS-OPS) (Doc 8168) contienen orientación sobre la realización de la verificación de la trayectoria de planeo.*

**3.1.2.1.1.** Con radiobalizas VHF o equipo radiotelemétrico (DME), más los sistemas monitores conexos y equipo de telemando e indicador, debe proporcionarse información de la distancia al umbral para hacer posible las verificaciones de la trayectoria de planeo.

**3.1.2.1.2.** Cuando se utilice una o más radiobalizas VHF para proporcionar información de la distancia al umbral, el equipo se ajustará a las especificaciones del párrafo 3.1.7. Cuando se utilice DME en lugar de radiobalizas, el equipo se ajustará a las especificaciones del párrafo 3.1.7.6.5.

*Nota.— El Adjunto C del Anexo 10 volumen I, párrafo 2.11, contiene el texto de orientación sobre el uso de DME y/u otras radioayudas para la navegación normalizadas como alternativa de las radiobalizas.*

**3.1.2.1.3.** Las instalaciones ILS de las Categorías de actuación I, II y III proporcionarán indicaciones en puntos de mando a distancia designados sobre el estado de funcionamiento de todos los componentes del sistema ILS en tierra, como sigue:

- (a) para todas las instalaciones ILS de Categoría de actuación II y III, la dependencia de los servicios de tránsito aéreo que intervenga en el control de la aeronave en la aproximación final constituirá uno de los puntos remotos de control designados y recibirá información sobre el estado operacional de los ILS, con una demora que corresponda a los requisitos del ambiente operacional; y
- (b) para una instalación ILS de Categoría de actuación I, si éste proporciona un servicio de radionavegación esencial, la dependencia de servicios de tránsito aéreo que participa en el control de la aeronave en la aproximación final constituirá uno de los puntos remotos de control designados y recibirá información sobre el estado operacional de los ILS, con una demora que corresponda a los requisitos del ambiente operacional.

*Nota.— Las indicaciones que exige esta norma tienen la intención de servir de herramienta para apoyar las funciones de gestión del tránsito aéreo y, los requisitos de suministro oportuno de información aplicables se ajustan en consecuencia (de conformidad con el párrafo 2.3.1).*

**3.1.2.2.** El ILS se construirá y ajustará de tal manera que a una distancia especificada del umbral, indicaciones idénticas de los instrumentos que lleven las aeronaves representen desplazamientos similares respecto al eje de rumbo o trayectoria de planeo ILS, según sea el caso, y cualquiera que sea la instalación terrestre que se use.

**3.1.2.3.** Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo especificados en 3.1.2.1 (a) y (b) que forman parte del ILS — Categoría de actuación I, se ajustarán por lo menos a las normas de 3.1.3 y 3.1.5 respectivamente, excepto aquéllas en que se prescribe la aplicación al ILS — Categoría de actuación II.

**3.1.2.4.** Los componentes de localizador y trayectoria de planeo especificados en 3.1.2.1 (a) y (b) que forman parte de un ILS — Categoría de actuación II se ajustarán a las normas aplicables a estos componentes en un ILS — Categoría de actuación I, complementadas o enmendadas por las normas de 3.1.3 y 3.1.5 en que se prescribe aplicación al ILS — Categoría de actuación II.

**3.1.2.5.** Los componentes de localizador y de trayectoria de planeo, así como todo otro equipo auxiliar especificado en 3.1.2.1.3, que forman parte de una instalación ILS de Categoría de actuación III se ajustarán, fuera de eso, a las normas aplicables a estos componentes en instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II, excepto en lo que resulten complementadas por las normas de 3.1.3 y 3.1.5, en que se prescribe la aplicación a instalaciones ILS de la Categoría de actuación III.

**3.1.2.6.** Para garantizar un nivel de seguridad adecuado, el ILS se proyectará y mantendrá de modo que la probabilidad de funcionamiento dentro de los requisitos de actuación especificados sea elevada, compatible con la categoría de actuación operacional, interesada.

**3.1.2.6.1** Para los localizadores y trayectorias de planeo de instalaciones ILS de las Categorías de actuación II y III, el nivel de integridad y continuidad de servicio será como mínimo nivel 3, como se define en 3.1.3.12.4 (localizador) y en 3.1.5.8.4 (trayectoria de planeo).

*Nota.— Las especificaciones relativas a instalaciones ILS de las Categorías de actuación II y III*

*tienen por objeto lograr el más elevado grado de integridad, confiabilidad y estabilidad de funcionamiento del sistema, en las condiciones ambientales más adversas que se encuentren. En el Adjunto C párrafo 2.8 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación para alcanzar este objetivo.*

**3.1.2.7.** En aquellos lugares en los que haya dos instalaciones ILS separadas que sirvan a los extremos opuestos de una pista única y se genere interferencia operacionalmente perjudicial si las dos instalaciones transmiten al mismo tiempo, un sistema de bloqueo garantizará que sólo radie el localizador que se utilice para la dirección de aproximación en uso.

*Nota 1.— Si bien un sobrevuelo a bajo nivel de un localizador transmisor puede generar interferencia en los receptores ILS de a bordo, esta interferencia sólo puede considerarse operacionalmente perjudicial cuando ocurre en condiciones específicas, p. ej. cuando no hay indicaciones visuales de la pista o cuando está activado el piloto automático. En el Adjunto C párrafos 2.18 y 2.13 del Anexo 10 volumen I figuran orientaciones adicionales.*

*Nota 2.— La interferencia también puede ser causada por transmisiones de otros localizadores distintos al del extremo opuesto de la misma pista (es decir, de pistas que se cruzan, paralelas o adyacentes). En esos casos, también puede considerarse el uso de un sistema de bloqueo para evitar interferencias.*

*Nota 3.— Puede proporcionarse un sistema de bloqueo mediante equipo o programas o un procedimiento equivalente.*

**3.1.2.7.1.** En los lugares en los que las instalaciones ILS que sirven a los extremos opuestos de una misma pista o a distintas pistas del mismo aeropuerto utilicen las mismas frecuencias asociadas por pares, un sistema de bloqueo asegurará que solamente una instalación radie en cada instante. Cuando se conmute de una instalación ILS a otra, se suprimirá la radiación de ambas por un tiempo no inferior a 20 segundos.

*Nota.— El texto adicional de orientación sobre la operación de localizadores en el mismo canal de frecuencias se halla contenido en la Volumen V, Capítulo 4.*

**3.1.2.8** En los lugares en los que una instalación ILS y una instalación GBAS sirven a sentidos de aproximación opuestos de la misma pista cuando el sentido de aproximación en uso no sea el sentido al que sirve el ILS, el localizador no radiará cuando se estén llevando a cabo operaciones GBAS con baja visibilidad que requieran de GAST D, excepto cuando pueda demostrarse que la señal del localizador cumple con los requisitos indicados en el Anexo 10 Apéndice B, párrafos 3.6.8.2.2.5 y 3.6.8.2.2.6, en los que se definen las relaciones entre señal deseada y no deseada y la potencia máxima del canal adyacente que puede tolerar el receptor VDB del GBAS.

*Nota.— Si el localizador está radiando, hay posibilidad de interferencia con las señales del VDB del GBAS en la región en la que la aeronave sobrevuela el localizador. Para impedir que el localizador radie, se puede provocar un bloqueo mediante soporte físico (hardware) o lógico (software) o bien recurrir a una mitigación por procedimientos. Se pueden encontrar orientaciones adicionales en el Anexo 10 volumen I Adjunto C párrafo 2.1.8.1, y el Adjunto D, párrafo 7.2.3.3.*

### **3.1.3. Localizador VHF y monitor correspondiente**

Introducción. Las especificaciones en esta sección se refieren a los localizadores ILS que proporcionan información positiva de guía en los 360° de azimut, o que proporcionan dicha guía solamente dentro de una parte especificada de la cobertura frontal (véase 3.1.3.7.4). Cuando se instalan localizadores ILS que proporcionan información positiva de guía en un sector limitado, se necesitará, por regla general, información de alguna radioayuda para la navegación, adecuadamente emplazada, junto con los procedimientos apropiados, a fin de garantizar que toda información de guía equívoca dada por el sistema fuera del sector, no sea importante desde el punto de vista de las operaciones.

#### **3.1.3.1. Generalidades**

**3.1.3.1.1.** La radiación del sistema de antenas del localizador producirá 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 producirá un sector de rumbo con un tono predominando en un lado del rumbo y el otro tono predominando en el lado opuesto.

**3.1.3.1.2.** Cuando un observador mire hacia el localizador desde el extremo de aproximación de la pista, predominará, a su derecha, la profundidad de modulación de la radiofrecuencia portadora debida al tono de 150 Hz, y la debida al tono de 90 Hz predominará a su izquierda.

**3.1.3.1.3.** Todos los ángulos horizontales que se empleen para determinar los diagramas de campo del localizador tendrán su origen en el centro del sistema de antenas del localizador que proporciona las señales utilizadas en el sector de rumbo frontal.

### **3.1.3.2. Radiofrecuencia**

**3.1.3.2.1.** El localizador trabajará en la banda de 108 a 111,975 MHz. Cuando se use una sola radiofrecuencia portadora, la tolerancia de frecuencia no excederá de  $\pm 0,005\%$ . Cuando se usen dos radiofrecuencias portadoras la tolerancia de frecuencia no excederá de 0,002% y la banda nominal ocupada por las portadoras será simétrica respecto a la frecuencia asignada. Con todas las tolerancias aplicadas, la separación de frecuencia no será menor de 5 kHz ni mayor de 14 kHz.

**3.1.3.2.2.** La emisión del localizador se polarizará horizontalmente. La componente de la radiación polarizada verticalmente no excederá de la que corresponde a un error de DDM de 0,016, cuando una aeronave esté en el eje de rumbo y su actitud en cuanto a inclinación lateral sea de  $20^\circ$  respecto a la horizontal.

**3.1.3.2.2.1.** Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación II, la componente de la radiación polarizada verticalmente no excederá de la que corresponde a un error de DDM de 0,008, cuando una aeronave esté en el eje de rumbo y su actitud en cuanto a inclinación lateral sea de  $20^\circ$  respecto a la horizontal.

**3.1.3.2.2.2.** Para los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, la componente verticalmente polarizada de la radiación dentro de un sector limitado por una DDM de 0,02 a cada lado del eje de rumbo, no excederá de la que corresponde a un error de DDM de 0,005 cuando la aeronave se encuentra en una actitud de  $20^\circ$  de inclinación lateral respecto a la horizontal.

**3.1.3.2.3.** Para localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III las señales producidas por el transmisor no contendrán ninguna componente que resulte en una aparente fluctuación del eje de rumbo de más de una DDM de 0,005, de cresta a cresta, en la banda de frecuencia de 0,01 a 10 Hz.

### **3.1.3.3. Cobertura**

*Nota.— En 2.1.10 y en las Figuras C-7A, C-7B, C-8A y C-8B del Adjunto C se proporciona orientación respecto de la cobertura del localizador.*

**3.1.3.3.1.** El localizador proporcionará señales suficientes para permitir un funcionamiento satisfactorio de una instalación típica de abordaje, dentro de los sectores de cobertura del localizador y de la trayectoria de planeo. El sector de cobertura del localizador se extenderá desde el centro del sistema de antena del localizador hasta distancias de:

- (a) 46,3 km (25 NM) dentro de  $\pm 10^\circ$  respecto al eje de rumbo frontal;
- (b) 31,5 km (17 NM) entre  $10^\circ$  y  $35^\circ$  respecto al eje de rumbo frontal;
- (c) 18,5 km (10 NM) fuera de los  $\pm 35^\circ$  respecto al eje de rumbo frontal si se proporciona cobertura;

Si bien, cuando lo dicten las características topográficas o lo permitan los requisitos operacionales, las limitaciones pueden reducirse a 33,3 km (18 NM) dentro de un sector de  $\pm 10^\circ$  y 18,5 km (10 NM) dentro del resto de la cobertura, cuando otros medios de navegación proporcionen cobertura satisfactoria dentro del área de aproximación intermedia. Las señales del localizador se recibirán a las distancias especificadas y a una altura igual o superior a 600 m (2 000 ft) por encima de la elevación del umbral, o de 300 m (1 000 ft) por encima de la elevación del punto más alto dentro de

las áreas de aproximación intermedia y final, de ellos el valor que resulte más elevado, excepto que, cuando se necesite para proteger la actuación ILS y lo permitan los requisitos operacionales, el límite inferior de cobertura a ángulos de más de 15° respecto del eje de rumbo frontal se elevará linealmente desde su altura a 15° hasta 1 350 m (4 500 ft), como máximo, sobre la elevación del umbral a 35° respecto al eje de rumbo frontal. Tales señales podrán recibirse hasta las distancias especificadas, hasta una superficie que se extienda hacia afuera desde la antena del localizador y tenga una inclinación de 7° por encima del plano horizontal.

*Nota.— Se tiene la intención de que cuando los obstáculos existentes penetren en la superficie inferior no sea necesario proporcionar la guía a menos de las alturas dentro del alcance óptico.*

**3.1.3.3.2.** En todos los puntos del volumen de cobertura especificado en 3.1.3.3.1, salvo lo estipulado en 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 y 3.1.3.3.2.3, la intensidad de campo no será inferior a 40  $\mu\text{V}/\text{m}$  ( $-114$  dBW/m<sup>2</sup>).

*Nota.— Esta intensidad mínima de campo es necesaria para permitir una utilización operacional satisfactoria de las instalaciones de localizador del ILS.*

**3.1.3.3.2.1.** En el caso de localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación I, la intensidad de campo mínima en la trayectoria de planeo del ILS y dentro del sector de rumbo del localizador no será inferior a 90  $\mu\text{V}/\text{m}$  ( $-107$  dBW/m<sup>2</sup>) a partir de una distancia de 18,5 km (10 NM) hasta una altura de 30 m (100 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

**3.1.3.3.2.2.** En el caso de localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación II, la intensidad de campo mínima en la trayectoria de planeo del ILS y dentro del sector de rumbo del localizador, no será inferior a 100  $\mu\text{V}/\text{m}$  ( $-106$  dBW/m<sup>2</sup>) a una distancia de 18,5 km (10 NM), aumentando para alcanzar un valor por lo menos igual a 200  $\mu\text{V}/\text{m}$  ( $-100$  dBW/m<sup>2</sup>) a una altura de 15 m (50 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

**3.1.3.3.2.3.** En el caso de localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, la intensidad de campo mínima en la trayectoria de planeo del ILS y dentro del sector de rumbo del localizador, no será inferior a 100  $\mu\text{V}/\text{m}$  ( $-106$  dBW/m<sup>2</sup>) a una distancia de 18,5 km (10 NM), aumentando para alcanzar un valor por lo menos igual a 200  $\mu\text{V}/\text{m}$  ( $-100$  dBW/m<sup>2</sup>) a una altura de 6 m (20 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral. A partir de este punto y hasta otro punto situado a 4 m (12 ft) por encima del eje de la pista y a 300 m (1000 ft) del umbral en la dirección del localizador, y a partir de allí a una altura de 4 m (12 ft) a lo largo de la pista en la dirección del localizador, la intensidad de campo no debe ser inferior a 100  $\mu\text{V}/\text{m}$  ( $-106$  dBW/m<sup>2</sup>).

*Nota.— Las intensidades de campo indicadas en 3.1.3.3.2.2, y 3.1.3.3.2.3, son necesarias para asegurar la relación señal/ruido exigida para obtener una mejor integridad.*

**3.1.3.3.3.** Por encima de 7° las señales deben reducirse al valor más bajo posible.

*Nota 1.— Los requisitos de 3.1.3.3.1, 3.1.3.3.2.1, 3.1.3.3.2.2 y 3.1.3.3.2.3 se basan en la suposición de que la aeronave se dirige directamente hacia la instalación.*

*Nota 2.— En el Adjunto C párrafo 2.2.2 del Anexo 10 volumen I, se da orientación sobre los parámetros importantes del receptor de a bordo pertinentes a los localizadores.*

**3.1.3.3.4.** Cuando la cobertura se logre mediante un localizador que usa dos portadoras, proporcionando una portadora un diagrama de radiación en el sector de rumbo frontal y la otra un diagrama de radiación fuera de dicho sector, la relación de las intensidades de señal de las dos portadoras en el espacio dentro del sector de rumbo frontal hasta los límites de cobertura especificados en 3.1.3.3.1, no será menor de 10 dB.

*Nota.— En la Nota que sigue a 3.1.3.11.2 y en el Adjunto C párrafo 2.7 del Anexo 10 volumen I, figuran los textos de orientación sobre localizadores que consiguen cobertura con dos portadoras.*

**3.1.3.3.5.** Para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación III, la relación de las intensidades de señal de las dos portadoras en el espacio dentro del sector de rumbo frontal, no debe ser inferior a 16 dB.

**3.1.3.4. Estructura del curso**

**3.1.3.4.1.** Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I, la amplitud de los codos del eje del rumbo no excederá de los valores siguientes:

| Zona   | Amplitud(DDM) del 95%  |
|--|--|
| Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS | 0,0031   |
| Desde el punto "A" del ILS hasta el punto "B"                    | 0,031 en el punto "A" del ILS para disminuir linealmente hasta 0,015 en el punto "B" del ILS |
| Desde el punto "B" del ILS hasta el punto "C"                    | 0,015  |

**3.1.3.4.2.** Respecto a los localizadores de las instalaciones de las Categorías de actuación II y III, la amplitud de los codos del eje de rumbo no excederá de los valores siguientes:

| Zona  | Amplitud(DDM) del 95%  |
|---|--|
| Desde el límite exterior de cobertura hasta el punto "A" del ILS                      | 0,0031   |
| Desde el punto "A" del ILS hasta el punto "B"   | 0,031 en el punto "A" del ILS para disminuir linealmente hasta 0,005 en el punto "B" del ILS |
| Desde el punto "B" del ILS hasta la referencia ILS                                    | 0,005  |
| Y únicamente en lo que respecta a las instalaciones de la Categoría de actuación III: |  |
| Desde la referencia ILS hasta el punto "D"  | 0,005  |
| Desde el punto "D" del ILS hasta el punto "E"   | 0,005 en el punto "D" del ILS aumentando linealmente hasta 0,010 en el punto "E" del ILS     |

*Nota 1.— Las amplitudes indicadas en 3.1.3.4.1 y 3.1.3.4.2, son las DDM debidas a los codos, observadas en el eje de rumbo nominal cuando éste está debidamente ajustado.*

*Nota 2.— En el Anexo 10 volumen I Adjunto C párrafos 2.1.3, 2.1.5, 2.1.6 y 2.1.9, figuran textos de orientación sobre la estructura del curso del localizador.*

**3.1.3.5. Modulación de la portadora**

**3.1.3.5.1.** La profundidad nominal de modulación de la portadora debida a cada uno de los tonos de 90 y 150 Hz será del 20% a lo largo del eje de rumbo.

**3.1.3.5.2.** La profundidad de modulación de la portadora debida a cada uno de los tonos de 90 y 150 Hz estará comprendida entre los límites del 18 y 22%.

**3.1.3.5.3.** Las siguientes tolerancias se aplicarán a las frecuencias de los tonos de modulación:

- (a) los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz  $\pm$  2,5%;
- (b) los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz  $\pm$  1,5% para instalaciones de la Categoría de actuación II;
- (c) los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz  $\pm$  1% para instalaciones de la Categoría de actuación III;
- (d) el contenido total de armónicos del tono de 90 Hz no excederá del 10%; además, respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III, el segundo armónico del tono de 90 Hz no excederá del 5%;
- (e) el contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

**3.1.3.5.3.1.** Respecto a las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I, los tonos de modulación deben ser de 90 y de 150 Hz  $\pm$  1,5%, cuando sea posible.

**3.1.3.5.3.2.** Respecto a los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, la profundidad de modulación de amplitud de la portadora en la frecuencia o armónicos de la fuente de energía, o en otros componentes no deseados, no excederá del 0,05%. Los armónicos de la fuente de energía u otros componentes de ruido no deseados que puedan producir una intermodulación con los tonos de navegación de 90 Hz y 150 Hz o con sus armónicos, para producir fluctuación en el eje del rumbo no excederán de un 0,05% de la profundidad de modulación de la portadora.

**3.1.3.5.3.3.** Los tonos de modulación estarán en fase de tal manera que dentro del semisector de rumbo, las formas de onda demodulada de 90 Hz y 150 Hz pasen por el valor cero en la misma dirección, dentro de un margen:

- (a) respecto a los localizadores de las instalaciones de las Categorías de actuación I y II, de 20°; y
- (b) respecto a los localizadores de las instalaciones de la Categoría de actuación III, de 10°, de fase relativa al componente de 150 Hz cada medio ciclo de la forma de onda combinada de 90 y 150 Hz.

*Nota 1.— La definición de relación de fase de esta manera no pretende implicar la necesidad de medir la fase dentro del semisector de rumbo.*

*Nota 2.— En la Figura C-6 del Adjunto C se hallarán ciertos elementos de orientación.*

**3.1.3.5.3.4.** Con sistemas de localizadores de dos frecuencias, 3.1.3.5.3.3 se aplicará a cada portadora. Además, el tono de modulación de 90 Hz de una portadora estará en fase con el tono de modulación de 90 Hz de la otra portadora, de manera que las formas de onda demodulada pasen por el valor cero, en la misma dirección dentro de un margen:

- (a) respecto a localizadores de instalaciones de las Categorías de actuación I y II, de 20°; y
- (b) respecto a localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación III, de 10°, de fase por referencia a 90 Hz. Similarmente los tonos de 150 Hz de las dos portadoras estarán acoplados en fase de tal modo que las formas de ondas demoduladas pasen por el valor cero en la misma dirección, dentro de un margen:
  - (1) respecto a localizadores de instalaciones de las Categorías de actuación I y II, de 20°; y
  - (2) respecto a los localizadores de instalaciones de la Categoría III, de 10°, de fase por referencia a 150 Hz.

**3.1.3.5.3.5.** Se permitirá el empleo de otros sistemas de localizador de dos frecuencias que utilicen ajuste de fase auditiva distinto del de las condiciones normales “en fase” descritas en 3.1.3.5.3.4. En estos sistemas alternativos la sincronización 90 Hz a 90 Hz y la sincronización 150 Hz a 150 Hz se ajustarán a sus valores nominales, dentro de márgenes equivalentes a los expuestos en 3.1.3.5.3.4.

*Nota.— Esto es para garantizar el funcionamiento correcto del receptor de a bordo en la región fuera del eje de rumbo, donde las intensidades de la señal de las dos portadoras son aproximadamente iguales.*

**3.1.3.5.3.6.** La suma de las profundidades de modulación de la portadora debidas a los tonos de 90 Hz y 150 Hz no debe exceder del 60% o ser inferior al 30% en la zona de cobertura requerida.

**3.1.3.5.3.6.1.** En el equipo que se instale por primera vez antes del 1 de enero de 2000, la suma de las profundidades de modulación de la onda portadora producida por los tonos de 90 Hz y 150 Hz no excederá del 60% ni será inferior al 30% dentro de la cobertura requerida.

*Nota 1.— Si la suma de las profundidades de modulación es superior al 60% para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación I, la sensibilidad de desplazamiento nominal puede ajustarse, del modo previsto en 3.1.3.7.1, para alcanzar el límite de modulación mencionado anteriormente.*

*Nota 2.— Respecto a sistemas de doble frecuencia, no se aplica la norma para la suma máxima de profundidades de modulación en, o cerca de, los azimuts en los que los niveles de la señal portadora de rumbo y autorización son iguales en amplitud (es decir, a azimuts en los que ambos sistemas transmisores realizan una contribución significativa a la profundidad de modulación total).*

*Nota .— La norma para la suma mínima de profundidades de modulación se basa en que se fije el nivel de alarma de desperfecto hasta en un 30%, como se indica en el Adjunto C párrafo 2.3.3 del Anexo 10 volumen I.*

**3.1.3.5.3.7.** Cuando se utilice un localizador para comunicaciones radiotelefónicas, la suma de las profundidades de modulación de la portadora debidas a los tonos de 90 Hz y 150 Hz no excederá del 65% dentro de 10° del eje de rumbo, y del 78% en cualquier otro punto alrededor del localizador.

**3.1.3.5.4.** La modulación interferente de frecuencia y de fase en las portadoras de radiofrecuencia del localizador ILS que pueden afectar a los valores DDM que aparecen en los receptores del localizador, debe reducirse al mínimo, en la medida de lo posible.

*Nota.— En el Adjunto C, 2.15, se ofrece el texto de orientación pertinente.*

### **3.1.3.6. Precisión de la alineación de curso**

**3.1.3.6.1.** El eje medio del rumbo se ajustará y mantendrá dentro de los límites equivalentes a los siguientes desplazamientos desde el eje de la pista, en la referencia del ILS:

- (a) respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I:  $\pm 10,5$  m (35 ft), o el equivalente lineal de 0,015 DDM, tomándose de ambos valores el menor;
- (b) respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación II:  $\pm 7,5$  m (25 ft);
- (c) respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III:  $\pm 3$  m (10 ft).

**3.1.3.6.2.** Para los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación II, el eje medio de rumbo debe ajustarse y mantenerse dentro de los límites equivalentes a  $\pm 4,5$  m (15 ft) de desplazamiento con relación al eje de la pista en la referencia ILS.

*Nota 1.— Se tiene la intención de que las instalaciones de las Categorías de actuación II y III se ajusten y se mantengan de forma que se alcancen en ocasiones muy raras los límites indicados en 3.1.3.6.1 y 3.1.3.6.2; el proyecto y el funcionamiento del sistema terrestre ILS total debe ser de una integridad suficiente para satisfacer este objetivo.*

*Nota 2.— Se pretende que las nuevas instalaciones de Categoría de actuación II satisfagan las exigencias de 3.1.3.6.2.*

*Nota 3.— El Adjunto C párrafo 2.1.3 del Anexo 10 volumen I, contiene texto de orientación sobre la medición de la alineación del curso del localizador.*

En el Adjunto C párrafo 2.1.9 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación sobre la protección de la alineación del curso del localizador.

### **3.1.3.7. Sensibilidad de desplazamiento**

**3.1.3.7.1.** La sensibilidad de desplazamiento nominal en el semisector de rumbo será el equivalente de 0,00145 DDM/m (0,00044 DDM/ft) en la referencia ILS, pero para los localizadores de instalaciones de Categoría de actuación I, en los que no pueda alcanzarse la sensibilidad de desplazamiento nominal, la sensibilidad de desplazamiento se ajustará lo más posible a dicho valor. Respecto a los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I en pistas con números de clave 1 y 2, la sensibilidad de desplazamiento nominal se logrará en el punto “B” del ILS. El ángulo de sector de rumbo máximo no pasará de 6°.

*Nota.— En el Anexo 14 se definen los números de clave 1 y 2 de pista.*

**3.1.3.7.2.** La sensibilidad de desplazamiento lateral se ajustará y mantendrá dentro de los límites de:

**(a)**  $\pm 17\%$  del valor nominal para las instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II;

**(b)**  $\pm 10\%$  del valor nominal para las instalaciones ILS de Categoría de actuación III.

**3.1.3.7.3.** Respecto a las instalaciones ILS de Categoría de actuación II, la sensibilidad de desplazamiento debe ajustarse y mantenerse dentro de los límites de  $\pm 10\%$ , cuando sea factible.

*Nota 1.— Las cifras que se dan en 3.1.3.7.1, 3.1.3.7.2 y 3.1.3.7.3 anteriores están basadas en una anchura nominal de sector de 210 m (700 ft) en el punto apropiado, es decir, el punto “B” del ILS en las pistas con números de clave 1 y 2, y el de referencia ILS en otras pistas.*

*Nota 2.— En el Adjunto C párrafo 2.7 del Anexo 10 volumen I, figura un texto de orientación sobre la alineación y la sensibilidad de desplazamiento de localizadores que utilizan dos portadoras.*

*Nota 3.— En el Adjunto C párrafo 2.9 del Anexo 10 volumen I, figura un texto de orientación sobre la medición de la sensibilidad de desplazamiento de localizadores.*

**3.1.3.7.4.** El aumento de DDM será sensiblemente lineal con respecto al desplazamiento angular referido al eje de rumbo frontal (en que la DDM es cero) hasta un ángulo, a cada lado del eje de rumbo frontal, en que la DDM es 0,180. Desde ese ángulo hasta  $\pm 10^\circ$  la DDM no será inferior a 0,180. Desde  $\pm 10^\circ$  hasta  $\pm 35^\circ$  respecto al eje de rumbo frontal la DDM no será inferior a 0,155. Cuando se requiera cobertura fuera del sector de  $\pm 35^\circ$ , la DDM en el área de cobertura, excepto en el sector de rumbo posterior, no será inferior a 0,155.

*Nota 1.— La linealidad del cambio de DDM respecto al desplazamiento angular es especialmente importante en las cercanías del eje de rumbo.*

*Nota 2.— La DDM anterior en el sector 10-35°, se ha de considerar un requisito mínimo para la utilización del ILS como ayuda al aterrizaje. Cuando sea posible, una DDM mayor, por ejemplo, 0,180, es ventajosa porque contribuye a que los aviones de gran velocidad ejecuten interceptaciones de ángulo amplio a distancias convenientes desde el punto de vista operativo, siempre que se cumplan los límites sobre porcentaje de modulación señalados en 3.1.3.5.3.6.*

*Nota 3.— Siempre que sea posible el nivel de captura del localizador de los sistemas de mando automáticos de vuelo ha de fijarse a una DDM de 0,175 o inferior, a fin de impedir que se produzcan capturas falsas del localizador.*

### **3.1.3.8.** Comunicaciones orales

**3.1.3.8.1.** Los localizadores de las instalaciones de Categorías de actuación I y II pueden tener un canal de comunicaciones radiotelefónicas de tierra a aire que pueda funcionar simultáneamente con las señales de navegación e identificación, siempre que dicho funcionamiento no interfiera en modo alguno con la función esencial del localizador.

**3.1.3.8.2.** Los localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación III no proporcionarán tal canal, excepto donde se haya tenido extremo cuidado en el proyecto y utilización de la instalación para asegurar que no hay posibilidad de interferencia con la guía de navegación.

**3.1.3.8.3.** Si se proporciona el canal habrá de acomodarse a las normas siguientes:

**3.1.3.8.3.1.** El canal utilizará la misma portadora o portadoras empleadas para la función localizadora

y la radiación estará polarizada horizontalmente. Cuando dos portadoras estén moduladas en fonía, el defasaje de las modulaciones de ambas portadoras será tal que no se produzcan nullos dentro de la cobertura del localizador.

**3.1.3.8.3.2.** La profundidad máxima de modulación de la portadora o portadoras debida a las comunicaciones radiotelefónicas no excederá del 50%, pero se ajustará de manera que:

- (a) la relación entre la profundidad máxima de modulación debida a las comunicaciones radiotelefónicas y la debida a la señal de identificación sea aproximadamente de 9 a 1;
- (b) la suma de los componentes de modulación debidos al uso del canal radiotelefónico, a las señales de navegación y a las señales de identificación no excederá del 95%.

**3.1.3.8.3.3.** La característica de audiofrecuencia del canal radiotelefónico será plana con una variación de 3 dB respecto al nivel a 1 000 Hz, en la gama de 300 a 3 000 Hz.

### 3.1.3.9. Identificación

**3.1.3.9.1.** El localizador podrá transmitir simultáneamente una señal de identificación propia de la pista y de la dirección de aproximación, en la misma portadora o portadoras que se utilicen para la función localizadora. La transmisión de la señal de identificación no interferirá en modo alguno con la función esencial del localizador.

**3.1.3.9.2.** La señal de identificación se emitirá por modulación Clase A2A de la portadora o portadoras usando un tono de modulación de 1 020 Hz con una tolerancia de  $\pm 50$  Hz. La profundidad de modulación se mantendrá dentro de los límites del 5 y 15%, excepto cuando se disponga de un canal radiotelefónico, en cuyo caso se ajustará de tal forma que la relación entre la profundidad máxima de modulación debida a las comunicaciones radiotelefónicas y la modulación debida a la señal de identificación sea aproximadamente de 9 a 1 (véase 3.1.3.8.3.2). Las emisiones que lleven la señal de identificación se polarizarán horizontalmente. Cuando dos portadoras estén moduladas con señales de identificación, el defasaje de las modulaciones será tal que no se produzcan nullos dentro de la cobertura del localizador.

**3.1.3.9.3.** Para la señal de identificación se empleará el código Morse internacional y constará de dos o tres letras. Podrá ir precedida de la letra "I" en código Morse internacional seguida de una pausa corta cuando sea necesario distinguir la instalación ILS de otras instalaciones de navegación existentes en el área inmediata.

**3.1.3.9.4.** La señal de identificación se transmitirá por puntos y rayas a una velocidad correspondiente a siete palabras por minuto aproximadamente y se repetirá a intervalos aproximadamente iguales de por lo menos seis veces por minuto durante todo el tiempo en el que el localizador esté disponible para uso operacional. Cuando las transmisiones del localizador no estén disponibles para uso operacional como, por ejemplo, después de retirar los componentes de navegación, o durante el mantenimiento o transmisiones de pruebas, se suprimirá la señal de identificación. Los puntos tendrán una duración de 0,1 a 0,160 segundos. Normalmente, la duración de una raya será tres veces superior a la duración de un punto. El espaciado entre puntos o rayas será equivalente al de un punto más o menos un 10%. El espaciado entre letras no será inferior a la duración de tres puntos.

### 3.1.3.10. Emplazamiento

*Nota.— En el Adjunto C párrafo 2.1.9 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación relativo al emplazamiento de las antenas del localizador en el entorno de las pistas y calles de rodaje.*

**3.1.3.10.1.** Para instalaciones de Categorías de actuación II y III, el sistema de antena del localizador se situará en la prolongación del eje de la pista, en el extremo de parada, y se ajustará el equipo de forma que los ejes de rumbo queden en un plano vertical que contenga el eje de la pista servida. La altura y el emplazamiento de la antena serán compatibles con los métodos para proporcionar márgenes verticales de seguridad sobre los obstáculos.

**3.1.3.10.2.** Para instalaciones de Categorías de actuación I, el sistema de antena del localizador se

situará y ajustará de acuerdo con 3.1.3.10.1, a menos que por restricciones del sitio la antena tenga que separarse del eje de la pista.

**3.1.3.10.2.1.** El sistema de localizador desplazado se situará y ajustará de acuerdo con las disposiciones relativas al ILS desplazado de los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves (PANS-OPS) (Doc 8168), Volumen II, y las normas para el localizador serán con referencia al punto de umbral ficticio conexo.

### **3.1.3.11. Equipo monitor**

**3.1.3.11.1.** El sistema automático de supervisión producirá una advertencia para los puntos de control designados y realizará una de las acciones siguientes, dentro del período especificado en 3.1.3.11.3.1, cuando persista alguna de las condiciones expresadas en 3.1.3.11.2:

- (a) suspenderá la radiación; y
- (b) suprimirá de la portadora las componentes de navegación e identificación.

**3.1.3.11.2.** Las condiciones que exijan iniciación de la acción del monitor serán las siguientes:

- (a) para los localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación I un desplazamiento del eje medio de rumbo respecto al eje de la pista equivalente a más de 10,5 m (35 ft), o el equivalente lineal de 0,015 DDM, tomándose de ambos valores el menor, en el punto de referencia ILS;
- (b) para los localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación II un desplazamiento del eje medio de rumbo respecto al eje de la pista equivalente a más de 7,5 m (25 ft) en la referencia ILS;
- (c) para localizadores de las instalaciones de Categoría de actuación III un desplazamiento del eje medio de rumbo con respecto al eje de la pista equivalente a más de 6 m (20 ft) en la referencia ILS;
- (d) en el caso de localizadores en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de frecuencia única, una reducción de la potencia de salida a un nivel tal que ya no se satisface alguno de los requisitos de 3.1.3.3, 3.1.3.4 ó 3.1.3.5, o a un nivel que es inferior al 50% del nivel normal (lo que ocurra primero);
- (e) en el caso de localizadores en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de dos frecuencias, una reducción de la potencia de salida respecto a cada portadora a menos del 80% de lo normal, si bien puede permitirse una reducción mayor entre el 80 y el 50% con tal que el localizador continúe satisfaciendo los requisitos de 3.1.3.3, 3.1.3.4 y 3.1.3.5;

*Nota.— Es importante reconocer que un cambio de frecuencia que dé lugar a una pérdida de la diferencia de frecuencia que se especifica en 3.1.3.2.1, puede crear una situación peligrosa. Este problema es de mayor importancia operacional para las instalaciones de Categorías de actuación II y III. Puede resolverse este problema, de ser necesario, por medio de disposiciones especiales de vigilancia o circuitos altamente confiables.*

- (f) cambio de sensibilidad de desplazamiento a un valor que difiera en más del 17% del valor nominal para la instalación del localizador.

*Nota.— Al seleccionar la cifra de reducción de potencia que ha de emplearse en la supervisión a que se hace referencia en 3.1.3.11.2 e), particular atención debe prestarse a la estructura de los lóbulos vertical y horizontal (los lóbulos verticales debidos a diferentes alturas de antena) de los sistemas combinados de radiación cuando se emplean dos portadoras. Grandes cambios en la relación de potencia entre portadoras pueden resultar en bajas áreas de información lateral y rumbos falsos en las áreas fuera del sector hasta los límites de los requisitos de cobertura vertical especificados en 3.1.3.3.1.*

**3.1.3.11.2.1.** En el caso de los localizadores en los que las funciones básicas se cumplen por medio de un sistema de dos frecuencias, las condiciones que exigen la iniciación de medidas de supervisión deben abarcar el caso en que la DDM en la cobertura requerida más allá de  $\pm 10^\circ$  del eje de rumbo

frontal, salvo en el sector de rumbo posterior, disminuya por debajo de 0,155.

**3.1.3.11.3.** El período total de radiación, incluyendo el período o períodos de radiación nula, fuera de los límites de actuación especificados en los incisos a), b), c), d), e) y f) de 3.1.3.11.2, será tan corto como sea factible, compatible con la necesidad de evitar interrupciones del servicio de navegación proporcionado por el localizador.

**3.1.3.11.3.1.** El período total a que se hace referencia en 3.1.3.11.3 no excederá en ningún caso de:

10 segundos para localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación I;

5 segundos para localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación II;

2 segundos para localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación III.

*Nota 1.— Los períodos totales especificados son límites que no deben excederse nunca y tienen por objeto proteger a la aeronave en las fases finales de aproximación contra prolongados o repetidos períodos de guía del localizador fuera de los límites del monitor. Por esta razón incluyen no sólo el período inicial de funcionamiento fuera de las tolerancias, sino también todo período o períodos de radiación fuera de las tolerancias, incluyendo el período o períodos de radiación nula y el tiempo requerido para eliminar de la portadora las componentes de navegación y de identificación, que pudieran producirse al tomar medidas para restablecer el servicio, por ejemplo, en el curso de funcionamiento consecutivo del monitor y consiguientes cambios del equipo localizador o de sus elementos.*

*Nota 2.— Desde el punto de vista operacional, el propósito es que no se radie ninguna guía fuera de los límites del monitor después de los períodos de tiempo indicados, y que no se hagan más intentos de restablecer el servicio hasta que hayan pasado unos 20 segundos.*

**3.1.3.11.3.2.** Cuando sea factible, el período total indicado en 3.1.3.11.3.1 debe reducirse a fin de que no exceda de dos segundos en los localizadores de instalaciones de la Categoría de actuación II y de un segundo en los localizadores de instalaciones de la Categoría III.

**3.1.3.11.4.** El proyecto y funcionamiento del sistema monitor serán compatibles con el requisito de que se omitan la guía de navegación e identificación y se dé una advertencia en los puntos designados de telemando en caso de avería del propio monitor.

*Nota.— En el Adjunto C párrafo 2.1.7 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación sobre proyecto y funcionamiento de los sistemas monitores.*

**3.1.3.12.** Requisitos y niveles de integridad y continuidad de servicio

**3.1.3.12.1.** Se asignará a los localizadores un nivel de integridad y continuidad de servicio de acuerdo con 3.1.3.12.2 a 3.1.3.12.5.

*Nota.— Se utilizan niveles para proporcionar la información necesaria para determinar la categoría de operación y los mínimos conexos, que son función de la categoría de actuación de la instalación, el nivel (separado) de integridad y continuidad de servicio, y de varios factores operacionales (p. ej. aeronave y calificación de la tripulación, condiciones meteorológicas y características de la pista). Si un localizador no cumple su nivel requerido de integridad y continuidad de servicio, todavía puede tener algún uso operacional, como se indica en el Manual de operaciones todo tiempo (Doc 9365), Apéndice C, sobre la clasificación y rebaja de categoría de las instalaciones de ILS. De igual manera, si un localizador excede el nivel mínimo de integridad y continuidad de servicio, se podrán realizar operaciones más exigentes.*

**3.1.3.12.2.** El nivel del localizador será 1 si:

- (1) no se demuestra la integridad o la continuidad de servicio del localizador o ninguna de las dos;  
o
- (2) si se demuestra tanto la integridad como la continuidad de servicio del localizador pero al menos una de ellas no cumple con los requisitos del nivel 2.

**3.1.3.12.2.1.** La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no deberá ser inferior a  $1 - 1,0 \times 10^{-7}$  en cada aterrizaje para los localizadores de nivel 1.

**3.1.3.12.2.2.** La probabilidad de no perder las señales de guía radiadas deberá ser superior a  $1 - 4 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 15 segundos para los localizadores de nivel 1 (equivalente a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

*Nota.— Un localizador que cumple con los métodos recomendados 3.1.3.12.2.1 y 3.1.3.12.2.2 cumple además con la norma 3.1.3.12.3 (Nivel 2 de actuación) y, por consiguiente, ha de identificarse como de nivel 2.*

**3.1.3.12.2.3.** Si no se dispone del nivel de integridad de un localizador de nivel 1 o no se puede calcular fácilmente, deberá realizarse un análisis detallado para garantizar una operación de monitor a prueba de fallas.

**3.1.3.12.3.** El nivel del localizador será 2 si:

- (a) la probabilidad de no radiar señales de guía falsas no es inferior a  $1 - 10^{-7}$  en cualquier aterrizaje y;
- (b) la probabilidad de no perder la señal de guía radiada es superior a  $1 - 4 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 15 segundos (equivalente a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

**3.1.3.12.4.** El nivel del localizador será 3 si:

- (a) la probabilidad de no radiar señales de guía falsas no es inferior a  $1 - 0,5 \times 10^{-9}$  en cualquier aterrizaje y;
- (b) la probabilidad de no perder la señal de guía radiada es superior a  $1 - 2 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 15 segundos (equivalente a 2 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

**3.1.3.12.5.** El nivel del localizador será 4 si:

- (a) la probabilidad de no radiar señales de guía falsas no es inferior a  $1 - 0,5 \times 10^{-9}$  en cualquier aterrizaje y;
- (b) la probabilidad de no perder la señal de guía radiada es superior a  $1 - 2 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 30 segundos (equivalente a 4 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

*Nota.— En el Adjunto C, 2.8 del Anexo 10 volumen I, figura el texto de orientación sobre formas de alcanzar integridad y continuidad de servicio.*

**3.1.4.** Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas receptores del localizador ILS

**3.1.4.1.** El sistema receptor del localizador ILS proporcionará inmunidad adecuada a la interferencia por efectos de intermodulación de tercer orden causada por dos señales de radiodifusión FM en VHF cuyos niveles se ajusten a lo siguiente:

$$2N_1 + 2N_2 + 72 \leq 0$$

para las señales de radiodifusión sonora FM en VHF en la gama de 107,7 a 108,0 MHz; y

$$2N_1 + 2N_2 + 3 \left( 24 - 28 \log \frac{\Delta f}{0,4} \right) \leq 0$$

para las señales de radiodifusión sonora FM en frecuencias VHF inferiores a 107,7 MHz, donde las frecuencias de las dos señales de radiodifusión sonora FM en VHF causan en el receptor una intermodulación de tercer orden de la frecuencia deseada del localizador ILS.

$N_1$  y  $N_2$  son los niveles (dBm) de las dos señales de radiodifusión sonora FM en VHF a la entrada del receptor del localizador ILS. Ninguno de esos niveles excederá de los valores indicados en los criterios de desensibilización establecidos en 3.1.4.2.

$\Delta f = 108,1 - f_1$ , donde  $f_1$  es la frecuencia de  $N_1$ , la señal de radiodifusión sonora FM en VHF más cercana a los 108,1 MHz.

**3.1.4.2.** El sistema receptor del localizador ILS no se desensibilizará en presencia de señales de radiodifusión FM en VHF cuyos niveles se ajusten a la tabla siguiente:

| <i>Frecuencia (MHz)</i> | <i>Nivel máximo de la<br/>señal no deseada a la<br/>entrada del receptor<br/>(dBm)</i> |
|-------------------------|--|
| 88-102                  | +15  |
| 104                     | +10  |
| 106                     | +5   |
| 107,9                   | -20  |

*Nota 1.— Esta relación es lineal entre los puntos adyacentes indicados por las frecuencias anteriores.*

*Nota 2.— En el Adjunto C párrafo 2.2.2 del Anexo 10 volumen I, figura un texto de orientación sobre los criterios de inmunidad que han de aplicarse al funcionamiento de los sistemas mencionados en 3.1.4.1 y 3.1.4.2.*

**3.1.5.** Equipo de trayectoria de planeo UHF y monitor correspondiente

*Nota.—  $\theta$  se usa en este párrafo para indicar el ángulo de la trayectoria nominal de planeo.*

**3.1.5.1.** Generalidades

**3.1.5.1.1.** La radiación del sistema de antenas de trayectoria de planeo, UHF, producirá un diagrama de campo compuesto modulado en amplitud por un tono de 90 Hz y otro de 150 Hz. El diagrama estará dispuesto de modo que suministre una trayectoria de descenso recta en el plano vertical que contenga al eje de la pista, con el tono de 150 Hz predominando por debajo de la trayectoria y el tono de 90 Hz predominando por encima de la trayectoria por lo menos hasta un ángulo igual a  $1,75 \theta$ .

**3.1.5.1.2.** El ángulo de trayectoria de planeo ILS debe ser de  $3^\circ$ . Sólo deben usarse ángulos de trayectoria de planeo ILS de más de  $3^\circ$  cuando no sea posible satisfacer por otros medios los requisitos de franqueamiento de obstáculos.

**3.1.5.1.2.1.** La trayectoria de planeo se debe ajustar y mantener dentro de:

- (a)**  $0,075 \theta$  respecto a  $\theta$  para trayectorias de planeo de las instalaciones ILS de Categorías de actuación I y II;
- (b)**  $0,04 \theta$  respecto a  $\theta$  para trayectoria de planeo de las instalaciones ILS de Categoría de actuación III.

*Nota 1.— En el Adjunto C párrafo 2.4 del Anexo 10 volumen I, se proporciona el texto de orientación relativo al ajuste y mantenimiento de los ángulos de trayectoria de planeo.*

*Nota 2.— En el Adjunto C párrafo 2.4 y figura C-5 del Anexo 10 volumen I, figura un texto de orientación sobre curvatura, alineación y emplazamiento de la trayectoria de planeo ILS, en lo que respecta a la selección de la altura de la referencia del ILS.*

*Nota 3.— En el Adjunto C párrafo 2.1.9 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación relativo a la protección de la estructura del curso de la trayectoria de planeo ILS.*

**3.1.5.1.3.** La prolongación rectilínea, hacia abajo, de la trayectoria de planeo pasará por la referencia ILS a una altura que garantice guía sin peligro sobre los obstáculos, así como la utilización segura y eficiente de la pista en servicio.

**3.1.5.1.4.** La altura de la referencia ILS, para las instalaciones ILS de las Categorías de actuación II y III, será de 15 m (50 ft). Se permite una tolerancia de + 3 m (10 ft).

**3.1.5.1.5.** La altura de la referencia ILS, para la instalación ILS de la Categoría de actuación I, debe

ser de 15 m (50 ft). Se permite una tolerancia de + 3 m (10 ft).

*Nota 1.— Para obtener los valores anteriores de la altura de la referencia ILS se supuso una distancia vertical máxima de 5,8 m (19 ft) entre la trayectoria seguida por la antena de trayectoria de planeo de la aeronave y la trayectoria de la parte inferior de las ruedas en el umbral. En el caso de aeronaves que excedan este criterio, tal vez podría ser necesario tomar las medidas apropiadas, bien sea para mantener el margen vertical adecuado sobre el umbral o para ajustar las mínimas de operación permitidas.*

*Nota 2.— En el Adjunto C párrafo 2.4 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación apropiado.*

**3.1.5.1.6.** La altura de la referencia ILS para las instalaciones ILS de Categoría de actuación I utilizada en pistas cortas para aproximaciones de precisión con números de clave 1 y 2, debe ser de 12 m (40 ft). Se permite una tolerancia de +6 m (20 ft).

### **3.1.5.2. Radiofrecuencia**

**3.1.5.2.1.** El equipo de trayectoria de planeo funcionará en la banda de 328,6 a 335,4 MHz. Cuando se utilice una sola portadora, la tolerancia de frecuencia no excederá del 0,005%. Cuando se empleen sistemas de trayectoria de planeo con dos portadoras, la tolerancia de frecuencia no excederá del 0,02%, y la banda nominal ocupada por las portadoras será simétrica respecto a la frecuencia asignada. Con todas las tolerancias aplicadas, la separación de frecuencia entre las portadoras no será inferior a 4 kHz ni superior a 32 kHz.

**3.1.5.2.2.** La emisión del equipo de trayectoria de planeo se polarizará horizontalmente.

**3.1.5.2.3.** En el caso del equipo de trayectoria de planeo ILS de Categoría de actuación III, las señales emitidas por el transmisor no contendrán componentes que den por resultado fluctuaciones aparentes de la trayectoria de planeo de más de 0,02 de DDM, de cresta a cresta, en la banda de frecuencias de 0,01 a 10 Hz.

### **3.1.5.3. Cobertura**

**3.1.5.3.1.** El equipo de trayectoria de planeo emitirá señales suficientes para permitir el funcionamiento satisfactorio de una instalación típica de aeronave, en sectores de 8° en azimut a cada lado del eje de la trayectoria de planeo del ILS, hasta una distancia de por lo menos 18,5 km (10 NM) entre  $1,75 \theta$  y  $0,45 \theta$  por encima de la horizontal, o un ángulo menor tal que, siendo igual o superior a  $0,30 \theta$ , se requiera para garantizar el procedimiento promulgado de interceptación de la trayectoria de planeo.

**3.1.5.3.2.** A fin de proporcionar la cobertura para la actuación de la trayectoria de planeo especificada en 3.1.5.3.1, la intensidad mínima de campo en este sector de cobertura será de 400  $\mu\text{V/m}$  (-95 dBW/m<sup>2</sup>). Para las trayectorias de planeo de las instalaciones de Categoría de actuación I, esta intensidad de campo se proporcionará hasta una altura de 30 m (100 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral. Para las trayectorias de planeo de las instalaciones de las Categorías de actuación II y III, esta intensidad de campo se proporcionará hasta una altura de 15 m (50 ft) por encima del plano horizontal que contenga el umbral.

*Nota 1.— Los requisitos del párrafo anterior se basan en la suposición de que la aeronave se dirige directamente hacia la instalación.*

*Nota 2.— El Adjunto C párrafo 2.2 del Anexo 10 volumen I, contiene texto de orientación sobre los parámetros importantes del receptor de a bordo.*

*Nota 3.— El Adjunto C párrafo 2.4 del Anexo 10 volumen I, contiene texto de orientación referente a la reducción de la cobertura fuera de los 8° a cada lado del eje de la trayectoria de planeo ILS.*

### **3.1.5.4. Estructura de la trayectoria de planeo ILS**

**3.1.5.4.1.** En el caso de las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I, los codos de la trayectoria de planeo no tendrán amplitudes que excedan de las siguientes:

| Zona   | Amplitud (DDM)<br>(probabilidad del 95%) |
|--|--|
| Límite exterior de la cobertura hasta el punto "C" | 0,035                                    |

**3.1.5.4.2.** Para las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación II y III, los codos de la trayectoria de planeo no tendrán amplitudes que excedan de las siguientes:

| Zona  | Amplitud (DDM)<br>(probabilidad del 95%)   |
|---|--|
| Desde el límite exterior de la cobertura hasta el punto "A" del ILS | 0,035  |
| Desde el punto "A" hasta el punto "B" del ILS                       | 0,035 en el punto "A" del ILS disminuyendo linealmente hasta 0,023 en el punto "B" del ILS |
| Desde el punto "B" hasta la referencia del ILS                      | 0,023  |

*Nota 1.— Las amplitudes mencionadas en 3.1.5.4.1 y 3.1.5.4.2 son las DDM debidas a los codos, obtenidas en la trayectoria media de planeo cuando esté correctamente ajustada.*

*Nota 2.— En las zonas de la aproximación en que sea importante la curvatura de la trayectoria de planeo, la amplitud de los codos se calcula partiendo de la trayectoria curva media, y no de la prolongación rectilínea hacia abajo.*

*Nota 3.— En el Adjunto C párrafo 2.1.4 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación referente a la estructura del curso de la trayectoria de planeo. En el Adjunto C párrafo 2.1.9 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación relativo a la protección de la estructura del curso de la trayectoria de planeo ILS.*

### 3.1.5.5. Modulación de la portadora

**3.1.5.5.1.** La profundidad nominal de modulación de la portadora, debida a cada uno de los tonos de 90 y 150 Hz será del 40% a lo largo de la trayectoria de planeo ILS. La profundidad de modulación no excederá los límites del 37,5 al 42,5%.

**3.1.5.5.2.** Se aplicarán a los tonos de modulación de frecuencias las tolerancias siguientes:

- (a) los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz con una tolerancia del 2,5% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I;
- (b) los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz, con una tolerancia del 1,5% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación II;
- (c) los tonos de modulación serán de 90 y 150 Hz, con una tolerancia del 1% para las instalaciones ILS de la Categoría de actuación III;
- (d) el contenido total de armónicos del tono de 90 Hz no excederá del 10%; además, para el equipo de las instalaciones ILS de la Categoría de actuación III, el segundo armónico del tono de 90 Hz no excederá del 5%;
- (e) el contenido total de armónicos del tono de 150 Hz no excederá del 10%.

**3.1.5.5.2.1.** Respecto a las instalaciones ILS de la Categoría de actuación I, los tonos de modulación deben ser de 90 y 150 Hz dentro de  $\pm 1,5\%$ , cuando resulte posible.

**3.1.5.5.2.2.** Respecto al equipo de trayectoria de planeo de las instalaciones de Categoría de actuación III, la profundidad de modulación en amplitud de la portadora, en la frecuencia de la fuente de energía o sus armónicos, o en otras frecuencias de ruido, no excederá del 1%.

**3.1.5.5.3.** La modulación estará acoplada en fase, de manera que dentro del semisector de la trayectoria de planeo ILS las ondas demoduladas de 90 y 150 Hz pasen por el valor cero en la misma dirección, dentro de:

- (a) para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación I y II,  $20^\circ$ ;
- (b) para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación III,  $10^\circ$ , de fase, respecto a la componente de 150 Hz cada medio ciclo de la onda combinada de 90 y 150 Hz.

*Nota 1.— Esta manera de definir la relación de fase no tiene por objeto implicar el requisito de medición de la fase dentro del semisector de la trayectoria de planeo ILS.*

*Nota 2.— En la Figura C-6 del Anexo 10 volumen I, Adjunto C aparece texto de orientación referente a tales medidas.*

**3.1.5.5.3.1.** En el caso de los sistemas de trayectoria de planeo con dos portadoras, 3.1.5.5.3 se aplicará a cada una de ellas. Además, el tono de modulación de 90 Hz de una portadora estará acoplado en fase al tono de modulación de 90 Hz de la otra portadora, de forma que las ondas demoduladas pasen por el mismo valor cero en la misma dirección dentro de:

- (a) para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación I y II,  $20^\circ$ ;
- (b) para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación III,  $10^\circ$ ,

de fase por referencia a 90 Hz. De igual manera, los tonos de 150 Hz de las dos portadoras estarán acoplados en fase de manera que las ondas demoduladas pasen por el valor cero en la misma dirección dentro de:

- (1) para las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías I y II,  $20^\circ$ ;
- (2) para las trayectorias de planeo ILS de la Categoría III,  $10^\circ$ ,

de fase por referencia a 150 Hz.

**3.1.5.5.3.2.** Se permitirá el empleo de otros sistemas de trayectoria de planeo de dos frecuencias que utilicen ajuste de fase auditiva distinto del de las condiciones normales “en fase” descritas en 3.1.5.5.3.1. En estos sistemas alternativos, la sincronización 90 a 90 Hz y la sincronización 150 a 150 Hz se ajustarán a sus valores nominales, dentro de márgenes equivalentes a los expuestos en 3.1.5.5.3.1.

*Nota.— Esto es para garantizar el funcionamiento correcto del receptor de a bordo dentro del sector de trayectoria de planeo, cuando la intensidad de las señales de las dos portadoras es aproximadamente igual.*

**3.1.5.5.4.** La modulación interferente de frecuencia y de fase en las portadoras de radiofrecuencia del localizador ILS que pueden afectar a los valores DDM que aparecen en los receptores del localizador, debe reducirse al mínimo, en la medida de lo posible.

*Nota.— En el Adjunto C párrafo 2.15 del Anexo 10 volumen I, se ofrece el texto de orientación pertinente.*

### **3.1.5.6. Sensibilidad de desplazamiento**

**3.1.5.6.1.** Para la trayectoria de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I, la sensibilidad nominal de desplazamiento angular corresponderá a una DDM de 0,0875 en desplazamientos angulares por encima y por debajo de la trayectoria de planeo, entre  $0,07\theta$  y  $0,14\theta$ .

*Nota.— Lo anterior no tiene por objeto excluir los sistemas de trayectoria de planeo que tengan inherentemente sectores superior e inferior asimétricos.*

**3.1.5.6.2.** En el caso de trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I, la sensibilidad nominal de desplazamiento angular debe corresponder a una DDM de 0,0875 en un desplazamiento angular de  $0,12 \theta$  por debajo de la trayectoria de planeo, con una tolerancia de  $\pm 0,02 \theta$ . Los sectores superior e inferior deben ser todo lo más simétricos posible, dentro de los límites especificados en 3.1.5.6.1.

**3.1.5.6.3.** La sensibilidad de desplazamiento angular para las instalaciones de trayectorias de planeo ILS de Categoría de actuación II será tan simétrica como sea posible. La sensibilidad de desplazamiento angular nominal corresponderá a una DDM de 0,0875 en un desplazamiento angular de:

- (a)  $0,12 \theta$  por debajo de la trayectoria, con una tolerancia de  $\pm 0,02 \theta$ ;
- (b)  $0,12 \theta$  por encima de la trayectoria, con una tolerancia de  $+0,02 \theta$  y  $-0,05 \theta$ .

**3.1.5.6.4.** En el caso de trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación III, la sensibilidad nominal de desplazamiento angular corresponderá a una DDM de 0,0875 en desplazamientos angulares de  $0,12 \theta$  por encima y por debajo de la trayectoria de planeo, con una tolerancia de  $\pm 0,02 \theta$ .

**3.1.5.6.5.** La DDM por debajo de la trayectoria de planeo ILS aumentará suavemente a medida que disminuya el ángulo, hasta que se alcance un valor de 0,22 de DDM. Este valor se logrará en un ángulo no inferior a  $0,30 \theta$  por encima de la horizontal. No obstante, si se logra a un ángulo por encima de  $0,45 \theta$ , el valor de DDM no será inferior a 0,22 hasta por lo menos  $0,45 \theta$ , o a un ángulo menor tal que, siendo igual o superior a  $0,30 \theta$ , se requiera para garantizar el procedimiento promulgado de interceptación de la trayectoria de planeo.

*Nota.— Los límites de ajuste del equipo de trayectoria de planeo se representan gráficamente en la Figura C-11 del Anexo 10 volumen I Adjunto C.*

**3.1.5.6.6.** En el caso de las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I, la sensibilidad de desplazamiento angular se ajustará y se mantendrá dentro de  $\pm 25\%$  del valor nominal elegido.

**3.1.5.6.7.** En el caso de las trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación II, la sensibilidad de desplazamiento angular se ajustará y mantendrá dentro de  $\pm 20\%$  del valor nominal elegido.

**3.1.5.6.8.** En el caso de las trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación III, la sensibilidad de desplazamiento angular se ajustará y mantendrá dentro de  $\pm 15\%$  del valor nominal elegido.

### **3.1.5.7. Equipo monitor**

**3.1.5.7.1.** El sistema automático de supervisión proporcionará una advertencia a los puntos de control designados y hará que cese la radiación dentro de los períodos especificados en 3.1.5.7.3.1, si persiste alguna de las siguientes condiciones:

- (a) desviación del ángulo medio  $\theta$  de trayectoria de planeo ILS que sea superior al sector comprendido entre  $-0,075 \theta$  y  $+0,10 \theta$ ;
- (b) en el caso de trayectorias de planeo ILS en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de frecuencia única, una reducción de la potencia de salida a menos del 50% de lo normal, con tal que la trayectoria de planeo continúe satisfaciendo los requisitos de 3.1.5.3, 3.1.5.4 y 3.1.5.5;
- (c) en el caso de trayectorias de planeo ILS en que las funciones básicas se proporcionan mediante el uso de un sistema de dos frecuencias, una reducción de la potencia de salida respecto a cada portadora a menos del 80% de lo normal, si bien puede permitirse una reducción mayor entre el 80 y el 50% de lo normal con tal que la trayectoria de planeo continúe satisfaciendo los requisitos de 3.1.5.3, 3.1.5.4 y 3.1.5.5;

*Nota.— Es importante reconocer que un cambio de frecuencia que dé lugar a una pérdida de la diferencia de frecuencia que se especifica en 3.1.5.2.1 puede crear una situación peligrosa. Este problema es de mayor importancia operacional para las instalaciones de Categorías de actuación II y III. Puede resolverse este problema, de ser necesario, por medio de disposiciones especiales de vigilancia o circuitos altamente confiables.*

**(d)** para las trayectorias de planeo ILS de la Categoría de actuación I, un cambio del ángulo entre la trayectoria de planeo y la línea por debajo de ésta (predominando 150 Hz) en la que se observe una DDM de 0,0875, de más de  $\theta$  (lo que sea mayor):

**(1)**  $\pm 0,0375 \theta$ ; o

**(2)** un ángulo equivalente a un cambio de sensibilidad de desplazamiento a un valor que difiera 25% respecto del valor nominal;

**(e)** para las trayectorias de planeo ILS de las Categorías de actuación II y III, un cambio de sensibilidad de desplazamiento hasta un valor que difiera en más del 25% del valor nominal;

**(f)** descenso de la línea por debajo de la trayectoria de planeo ILS en la que se observa una DDM de 0,0875, hasta menos de  $0,7475 \theta$  respecto a la horizontal;

**(g)** reducción de la DDM hasta menos de 0,175 dentro de la cobertura indicada, por debajo del sector de la trayectoria de planeo.

*Nota 1.— El valor de  $0,7475 \theta$  respecto a la horizontal, tiene por objeto asegurar un margen vertical adecuado sobre los obstáculos. Este valor se ha derivado de otros parámetros referentes a las especificaciones de la trayectoria de planeo y del monitor. Como no se trata de obtener en la medición una precisión de cuatro cifras decimales, se puede utilizar el valor de  $0,75 \theta$  como límite del monitor para este fin. En los Procedimientos para los servicios de navegación aérea — Operación de aeronaves (PANS-OPS) (Doc 8168) figuran indicaciones sobre los criterios de franqueamiento de obstáculos.*

*Nota 2.— Con los incisos (f) y (g) no se trata de establecer un requisito referente a un monitor separado para proteger contra desviaciones del límite inferior del semisector por debajo de  $0,7475 \theta$  respecto a la horizontal.*

*Nota 3.— En las instalaciones de trayectoria de planeo en que la sensibilidad nominal de desplazamiento angular elegida corresponda a un ángulo por debajo de la trayectoria de planeo ILS que esté próximo a los límites especificados en 3.1.5.6, o en los propios límites, puede ser que resulte necesario ajustar los límites de funcionamiento del monitor como protección contra desviaciones de semisector por debajo de  $0,7475 \theta$  respecto a la horizontal.*

*Nota 4.— El texto de orientación relativo a la condición descrita en (g), aparece en el Adjunto C párrafo 2.4.11 del Anexo 10 volumen I.*

**3.1.5.7.2.** Debe disponerse de supervisión de características de la trayectoria de planeo ILS con tolerancias más pequeñas, en los casos en que, de no hacerlo, habría dificultades para las operaciones.

**3.1.5.7.3.** El período total de radiación, incluidos los períodos de radiación nula, fuera de los límites de actuación prescritos en 3.1.5.7.1, será lo más corto posible compatible con la necesidad de evitar la interrupción del servicio de navegación suministrado por la trayectoria de planeo ILS.

**3.1.5.7.3.1.** El período total de radiación mencionado en 3.1.5.7.3 no sobrepasará en ningún caso:

**(a)** 6 segundos, respecto a las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de la Categoría de actuación I;

**(b)** 2 segundos, respecto a las trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación II y III.

*Nota 1.— Los períodos totales especificados son límites que no deben excederse nunca y tienen por objeto proteger a la aeronave en las fases finales de aproximación contra prolongados o repetidos*

*períodos de guía de trayectoria de planeo ILS fuera de los límites del monitor. Por esta razón incluyen no sólo el período inicial de funcionamiento fuera de las tolerancias sino también todo período o períodos de radiación fuera de los límites de tolerancia, incluyendo los períodos de radiación nula, que pueden ocurrir cuando se están tomando medidas para restablecer el servicio, por ejemplo en el curso de funcionamiento consecutivo del monitor y consiguientes cambios del equipo o equipos localizadores o de sus elementos.*

*Nota 2.— Desde el punto de vista operacional, el propósito es que no se radie ninguna guía fuera de los límites del monitor después de los períodos de tiempo indicados y que no se hagan más intentos de restablecer el servicio hasta que hayan pasado unos 20 segundos.*

**3.1.5.7.3.2.** Cuando sea factible, el período total especificado en 3.1.5.7.3.1 para trayectorias de planeo ILS de instalaciones de las Categorías de actuación II y III no debe exceder de 1 segundo.

**3.1.5.7.4.** Se tendrá cuidado especial en el proyecto y funcionamiento del monitor con objeto de garantizar que la radiación cese y se dé advertencia en los puntos de telemando designados en caso de falla del propio monitor.

*Nota.— El Adjunto C párrafo 2.1.7 del Anexo 10 volumen I, contiene texto de orientación sobre el proyecto y funcionamiento de sistemas monitores.*

**3.1.5.8.** Requisitos y niveles de integridad y continuidad de servicio

**3.1.5.8.1.** Se asignará a las trayectorias de planeo un nivel de integridad y continuidad de servicio como se indica en 3.1.5.8.2 a 3.1.5.8.5.

*Nota.— Se utilizan niveles para proporcionar la información necesaria para determinar la categoría de operación y los mínimos conexos, que son función de la categoría de actuación de las instalaciones, el nivel (separado) de integridad y continuidad de servicio, y de varios factores operacionales (p. ej. aeronave y calificación de la tripulación, condiciones meteorológicas y características de la pista). Si una trayectoria de planeo no cumple su nivel requerido de integridad y continuidad de servicio, todavía puede tener algún uso operacional, como se indica en el Manual de operaciones todo tiempo (Doc 9365), Apéndice C, sobre la clasificación y rebaja de categoría de las instalaciones de ILS. De igual manera, si una trayectoria de planeo excede el nivel mínimo de integridad y continuidad de servicio, se podrán realizar operaciones más exigentes.*

**3.1.5.8.2.** El nivel de la trayectoria de planeo será 1 si:

- (1) no se demuestra su integridad o la continuidad de servicio, o ninguna de las dos; o
- (2) se demuestra tanto la integridad de la trayectoria de planeo como la continuidad de servicio pero al menos una de ellas no cumple con los requisitos del nivel 2.

**3.1.5.8.2.1.** La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no debe ser inferior a  $1 - 1 \times 10^{-7}$  en cada aterrizaje para las trayectorias de planeo de nivel I.

**3.1.5.8.2.2.** La probabilidad de no perder las señales de guía radiadas deberá ser superior a  $1 - 4 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 15 segundos para las trayectorias de planeo de nivel 1 (equivalente a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones)

*Nota.— Una trayectoria de planeo que cumple con los métodos recomendados 3.1.5.8.2.1 y 3.1.5.8.2.2 cumple además con la norma 3.1.5.8.3 (nivel 2 de actuación) y, por consiguiente, ha de identificarse como de nivel 2.*

**3.1.5.8.2.3.** Si no se dispone del nivel de integridad de la trayectoria de planeo de Nivel 1 o no se puede calcular fácilmente, deberá realizarse un análisis detallado para garantizar una operación de monitor a prueba de fallas.

**3.1.5.8.3.** El nivel de la trayectoria de planeo será 2 si:

- (a) la probabilidad de no radiar señales de guía falsas no es inferior a  $1 - 10^{-7}$  en cualquier aterrizaje;
- y

(b) la probabilidad de no perder la señal de guía radiada es superior a  $1 - 4 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 15 segundos (equivalente a 1 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

**3.1.5.8.4.** El nivel de la trayectoria de planeo será 3 o 4 si:

(a) la probabilidad de no radiar señales de guía falsas no es inferior a  $1 - 0,5 \times 10^{-9}$  en cualquier aterrizaje; y

(b) la probabilidad de no perder la señal de guía radiada es superior a  $1 - 2 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 15 segundos (equivalente a 2 000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

*Nota 1.— Los requisitos para las trayectorias de planeo de nivel 3 y nivel 4 son iguales. La declaración de nivel de integridad y continuidad de servicio de la trayectoria de planeo debería coincidir con la declaración del localizador (es decir, la trayectoria de planeo se declara de nivel 4 si el localizador cumple los requisitos del nivel 4.*

*Nota 2. — En el Adjunto C párrafo 2.8 del Anexo 10 volumen I, figura el texto de orientación sobre formas de alcanzar integridad y continuidad de servicio.*

**3.1.6.** Pares de frecuencias del localizador y de la trayectoria de planeo

**3.1.6.1.** Los pares de frecuencia del transmisor del localizador de pista y de la trayectoria de planeo de un sistema de aterrizaje por instrumentos, se tomarán de la siguiente lista, de conformidad con las disposiciones de la RAB69 Parte V, capítulo 4, 4.2:

| <i>Localizador<br/>(MHz)</i> | <i>Trayectoria<br/>de planeo<br/>(MHz)</i> | <i>Localizador<br/>(MHz)</i> | <i>Trayectoria<br/>de planeo<br/>(MHz)</i> |
|------------------------------|--|------------------------------|--|
| 108,1                        | 334,7                                      | 110,1                        | 334,4                                      |
| 108,15                       | 334,55                                     | 110,15                       | 334,25                                     |
| 108,3                        | 334,1                                      | 110,3                        | 335,0                                      |
| 108,35                       | 333,95                                     | 110,35                       | 334,85                                     |
| 108,5                        | 329,9                                      | 110,5                        | 329,6                                      |
| 108,55                       | 329,75                                     | 110,55                       | 329,45                                     |
| 108,7                        | 330,5                                      | 110,7                        | 330,2                                      |
| 108,75                       | 330,35                                     | 110,75                       | 330,05                                     |
| 108,9                        | 329,3                                      | 110,9                        | 330,8                                      |
| 108,95                       | 329,15                                     | 110,95                       | 330,65                                     |
| 109,1                        | 331,4                                      | 111,1                        | 331,7                                      |
| 109,15                       | 331,25                                     | 111,15                       | 331,55                                     |
| 109,3                        | 332,0                                      | 111,3                        | 332,3                                      |
| 109,35                       | 331,85                                     | 111,35                       | 332,15                                     |
| 109,5                        | 332,6                                      | 111,5                        | 332,9                                      |
| 109,55                       | 332,45                                     | 111,55                       | 332,75                                     |
| 109,7                        | 333,2                                      | 111,7                        | 333,5                                      |
| 109,75                       | 333,05                                     | 111,75                       | 333,35                                     |
| 109,9                        | 333,8                                      | 111,9                        | 331,1                                      |
| 109,95                       | 333,65                                     | 111,95                       | 330,95                                     |

**3.1.6.1.1.** En las regiones donde los requisitos relativos a las frecuencias del transmisor del localizador de pista y de la trayectoria de planeo de un sistema de aterrizaje por instrumentos no justifiquen más de 20 pares, estos se seleccionarán consecutivamente, conforme se necesiten, de la lista siguiente:

| <i>Número de orden</i> | <i>Localizador (MHz)</i> | <i>Trayectoria de planeo (MHz)</i> |
|------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 1                      | 110,3                    | 335,0                              |
| 2                      | 109,9                    | 333,8                              |
| 3                      | 109,5                    | 332,6                              |
| 4                      | 110,1                    | 334,4                              |
| 5                      | 109,7                    | 333,2                              |
| 6                      | 109,3                    | 332,0                              |
| 7                      | 109,1                    | 331,4                              |
| 8                      | 110,9                    | 330,8                              |
| 9                      | 110,7                    | 330,2                              |
| 10                     | 110,5                    | 329,6                              |
| 11                     | 108,1                    | 334,7                              |
| 12                     | 108,3                    | 334,1                              |
| 13                     | 108,5                    | 329,9                              |
| 14                     | 108,7                    | 330,5                              |
| 15                     | 108,9                    | 329,3                              |
| 16                     | 111,1                    | 331,7                              |
| 17                     | 111,3                    | 332,3                              |
| 18                     | 111,5                    | 332,9                              |
| 19                     | 111,7                    | 333,5                              |
| 20                     | 111,9                    | 331,1                              |

**3.1.6.2.** En los casos en que los localizadores ILS actuales que satisfacen necesidades nacionales, funcionen en frecuencias que terminen en décimas pares de megahertzio, se les asignará nuevas frecuencias de conformidad con 3.1.6.1 ó 3.1.6.1.1. Tan pronto como sea posible, y solo podrán seguir operando en las actuales asignaciones hasta que pueda efectuarse esta nueva asignación.

**3.1.6.3.** A los localizadores ILS existentes utilizados en el servicio internacional que operen en frecuencias que terminen en décimas impares de megahertzio no se les asignarán nuevas frecuencias que terminen en décimas impares más una vigésima de megahertzio, excepto cuando por acuerdo regional pueda hacerse uso general de cualesquiera de los canales enumerados en 3.1.6.1 (véase la RAB69 Volumen V, Capítulo 4, 4.2).

### **3.1.7. Radiobalizas VHF**

*Nota.— Los requisitos relativos a las radiobalizas se aplican sólo cuando están instaladas una o más radiobalizas.*

#### **3.1.7.1. Generalidades**

- (a)** Habrá dos radiobalizas en cada instalación, salvo cuando la autoridad competente considere que una sola radiobaliza es suficiente. Podrá añadirse una tercera radiobaliza siempre que la autoridad competente estime que se necesita en determinado lugar debido a los procedimientos de operaciones.
- (b)** Una radiobaliza se ajustará a los requisitos indicados en 3.1.7. Si la instalación comprende solo dos radiobalizas, se cumplirán los requisitos aplicables a la intermedia y a la exterior. Si la instalación comprende solo una radiobaliza, se cumplirán los requisitos aplicables ya sea a la intermedia o a la exterior. Si las radiobalizas se reemplazan por DME, se aplicarán los requisitos de 3.1.7.6.5.

(c) Las radiobalizas producirán diagramas de irradiación para indicar las distancias, determinadas de antemano, al umbral, a lo largo de la trayectoria de planeo ILS.

**3.1.7.1.1.** Cuando se use una radiobaliza en relación con el rumbo posterior de un localizador, debe ajustarse a las características de la radiobaliza que se especifican en 3.1.7.

**3.1.7.1.2.** Las señales de identificación de las radiobalizas que se usen con el rumbo posterior de un localizador, se distinguirán claramente de las identificaciones de las radiobalizas interna, intermedia y exterior, según se prescribe en 3.1.7.5.1.

### **3.1.7.2. Radiofrecuencia**

**3.1.7.2.1** Las radiobalizas trabajarán en 75 MHz con una tolerancia de frecuencia de  $\pm 0,005\%$  y utilizarán polarización horizontal.

### **3.1.7.3. Cobertura**

**3.1.7.3.1.** El sistema de radiobalizas se ajustará de modo que proporcione cobertura en las siguientes distancias, medidas en la trayectoria de planeo y en la línea de curso del localizador del ILS:

(a) radiobaliza interna: 150 m  $\pm$  50 m (500 ft  $\pm$  160 ft);

(b) radiobaliza intermedia: 300 m  $\pm$  100 m (1 000 ft  $\pm$  325 ft);

(c) radiobaliza exterior: 600 m  $\pm$  200 m (2 000 ft  $\pm$  650 ft).

**3.1.7.3.2.** La intensidad de campo en los límites de la zona de cobertura especificada en 3.1.7.3.1 será de 1,5 mV/m (82 dBW/m<sup>2</sup>). Además, la intensidad de campo dentro de la zona de cobertura aumentará hasta alcanzar como mínimo 3,0 mV/m (76 dBW/m<sup>2</sup>).

*Nota 1.— Al diseñar la antena terrestre, es conveniente garantizar que se proporciona un grado suficiente de variación de intensidad de campo en los bordes de la cobertura. Conviene también asegurar que las aeronaves que se encuentren dentro de los límites del sector de rumbo del localizador recibirán una indicación visual.*

*Nota 2.— Se obtendrá un funcionamiento satisfactorio de una instalación típica de los receptores de radiobalizas de a bordo, si la sensibilidad se regula de manera que se obtenga una indicación visual cuando la intensidad de campo sea de 1,5 mV/m (82 dBW/m<sup>2</sup>).*

### **3.1.7.4. Modulación**

**3.1.7.4.1.** Las frecuencias de modulación serán las siguientes:

(a) radiobaliza interna: 3 000 Hz;

(b) radiobaliza intermedia: 1 300 Hz;

(c) radiobaliza exterior: 400 Hz.

La tolerancia de frecuencia de las anteriores frecuencias será de  $\pm 2,5\%$ , y el contenido total de armónicas de cada una de las frecuencias no excederá del 15%.

**3.1.7.4.2.** La profundidad de modulación de las radiobalizas será del 95%,  $\pm 4\%$ .

### **3.1.7.5. Identificación**

**3.1.7.5.1.** No se interrumpirá la energía portadora. La modulación de audiofrecuencia se manipulará como sigue:

(a) radiobaliza interna: 6 puntos por segundo continuamente;

(b) radiobaliza intermedia: una serie continua de puntos y rayas alternados, manipulándose las rayas a la velocidad de 2 rayas por segundo, y los puntos a la velocidad de 6 puntos por segundo;

(c) radiobaliza exterior: 2 rayas por segundo continuamente.

Estas velocidades de manipulación se mantendrán dentro de una tolerancia de  $\pm 15\%$ .

### 3.1.7.6. Emplazamiento

**3.1.7.6.1.** La radiobaliza interna, estará emplazada de modo que, en condiciones de mala visibilidad, indique la inminente proximidad del umbral de pista.

**3.1.7.6.1.1.** Si el diagrama de radiación es vertical, la radiobaliza interna debe estar emplazada a una distancia comprendida entre 75 m (250 ft) y 450 m (1500 ft) con respecto al umbral y a no más de 30 m (100 ft) de la prolongación del eje de la pista.

*Nota 1.— Se trata de que el diagrama de radiación de la radiobaliza interna corte la prolongación rectilínea hacia debajo de la trayectoria nominal de planeo a la altura de decisión más baja aplicable en operaciones de la Categoría II.*

*Nota 2.— Al emplazar la radiobaliza interna debe tenerse cuidado a fin de evitar interferencia entre las radiobalizas interna e intermedia. Detalles respecto a la ubicación de radiobalizas internas figuran en el Adjunto C, párrafo 2.10 del Anexo 10 volumen I.*

**3.1.7.6.1.2.** Si el diagrama de radiación no es vertical, el equipo debe emplazarse de forma que produzca un campo dentro del sector de rumbo y del sector de la trayectoria de planeo ILS que sea esencialmente parecido al producido por una antena que radie un diagrama vertical y que se haya instalado en las condiciones prescritas en 3.1.7.6.1.1.

**3.1.7.6.2.** La radiobaliza intermedia se ubicará de forma que indique la inminencia de la orientación de aproximación visual, en condiciones de poca visibilidad.

**3.1.7.6.2.1.** Si el diagrama de radiación es vertical la radiobaliza intermedia debe ubicarse a 1050 m (3 500 ft),  $\pm$  150 m (500 ft), del umbral de aterrizaje, en el extremo de aproximación de la pista, y a no más de 75 m (250 ft) de la prolongación del eje de la pista.

*Nota.— Véase el Adjunto C párrafo 2.10 del Anexo 10 volumen I, que trata del emplazamiento de las radiobalizas interna e intermedia.*

**3.1.7.6.2.2.** Si el diagrama de radiación no es vertical, el equipo debe emplazarse de forma que produzca un campo dentro del sector de rumbo y el sector de la trayectoria de planeo ILS que sea esencialmente parecido al producido por una antena que radie un diagrama vertical y que se haya instalado en las condiciones prescritas en 3.1.7.6.2.1.

**3.1.7.6.3.** La radiobaliza exterior se emplazará de modo que proporcione verificaciones de funcionamiento del equipo, altura y distancia a la aeronave durante la aproximación intermedia y final.

**3.1.7.6.3.1.** La radiobaliza exterior debe emplazarse a 7,2 km (3,9 NM) del umbral, excepto que, cuando por motivos topográficos o por razones operacionales esto no sea posible, la radiobaliza exterior puede emplazarse a una distancia entre 6,5 y 11,1 km (3,5 y 6 NM) del umbral.

**3.1.7.6.4.** Si el diagrama de radiaciones es vertical, la radiobaliza exterior no debe estar a más de 75 m (250 ft) de la prolongación del eje de la pista. Si el diagrama de radiación no es vertical, el equipo debe emplazarse de modo que produzca un campo dentro de los sectores de rumbo y de trayectoria de planeo ILS que sea sensiblemente igual al producido por una antena que radie un diagrama vertical.

**3.1.7.6.5.** La posición de las radiobalizas o, cuando sea aplicable, la distancia o distancias equivalentes indicadas por el DME cuando se utilice en sustitución de la totalidad o parte del componente de radiobalizas del ILS, se publicarán de conformidad con las disposiciones del Anexo 15.

**3.1.7.6.5.1.** Cuando así se utilice, el DME proporcionará información de distancia equivalente desde el punto de vista operacional a la proporcionada por la radiobaliza o radiobalizas.

**3.1.7.6.5.2.** Cuando se use en sustitución de la radiobaliza intermedia, la frecuencia del DME estará emparejada con la del localizador del ILS y se emplazará de modo que sea mínimo el error de la información de distancia.

**3.1.7.6.5.3.** El DME a que se alude en 3.1.7.6.5 se ajustará a la especificación que figura en 3.5.

### **3.1.7.7. Equipo monitor**

**3.1.7.7.1.** Un equipo apropiado suministrará señales para la operación de un monitor automático.

Éste transmitirá una alarma al punto de control si se produce una de las siguientes condiciones:

- (a) falla de la modulación o de la manipulación;
- (b) reducción de la potencia radiada a menos del 50% de la normal.

**3.1.7.7.2.** Para cada radiobaliza debe suministrarse equipo monitor apropiado que indique, en el lugar adecuado, toda reducción de la profundidad de modulación por debajo del 50%.

## **3.2 Especificación para el sistema radar de aproximación de precisión**

*Nota.— Las distancias empleadas en estas especificaciones son siempre las directas.*

**3.2.1.** El sistema radar de aproximación de precisión comprenderá los siguientes componentes:

**3.2.1.1.** El elemento radar de aproximación de precisión (PAR).

**3.2.1.2.** El elemento radar de vigilancia (SRE).

**3.2.2.** Cuando se emplee el PAR únicamente, se identificará la instalación mediante el término PAR o radar de aproximación de precisión y no mediante la expresión sistema radar de aproximación de precisión.

*Nota.— En el Anexo 11 capítulo 6, figuran las disposiciones referentes al registro y conservación de datos radar.*

**3.2.3.** Elemento radar de aproximación de precisión (PAR)

### **3.2.3.1. Cobertura**

**3.2.3.1.1.** El PAR podrá detectar e indicar la posición de una aeronave de 15 m<sup>2</sup> o más de área de eco, que se encuentre dentro de un espacio limitado por un sector azimutal de 20° y un sector de elevación de 7° a una distancia de 16,7 km (9 NM) por lo menos, de su respectiva antena.

*Nota.— Como guía para determinar el significado de las áreas de eco de una aeronave, se incluye la tabla siguiente:*

- Avión privado (monomotor): de 5 a 10 m<sup>2</sup>.
- Bimotors de pequeñas dimensiones: desde 15 m<sup>2</sup>.
- Bimotors de dimensiones medianas: desde 25 m<sup>2</sup>.
- Cuadrimotors: de 50 a 100 m<sup>2</sup>.

### **3.2.3.2. Emplazamiento**

**3.2.3.2.1.** El PAR se emplazará y ajustará para que proporcione servicio completo a un sector cuyo vértice esté en un punto a 150 m (500 ft) del punto de toma de contacto, en la dirección del extremo de parada de la pista, y que se extiende en azimut de ± 5° respecto al eje de la pista, y en elevación de -1° a + 6°.

*Nota 1.— Los requisitos indicados en 3.2.3.2.1 pueden satisfacerse haciendo retroceder el emplazamiento del equipo respecto al punto de toma de contacto, en la dirección del extremo de parada de la pista, 915 m (3 000 ft) o más para una separación de 120 m (400 ft) respecto al eje de la pista, o 1 200 m (4 000 ft) o más, para una separación de 185 m (600 ft), cuando el equipo está alineado para explorar más o menos 10° respecto al eje de la pista. En cambio, si el equipo está alineado para explorar 15° hacia lado y 5° al otro del eje de la pista, el retroceso mínimo puede reducirse a 685 m (2 250 ft) y 915 m (3 000 ft) para separaciones de 120 m (400 ft) y 185 m (600 ft)*

*respectivamente.*

*Nota 2.— En el Adjunto C (Figuras C-14 a C-17) del Anexo 10 volumen I, se dan diagramas que ilustran el emplazamiento del PAR.*

### **3.2.3.3. Precisión**

**3.2.3.3.1. Precisión en azimut.** La información de azimut se indicará de manera que las desviaciones a la izquierda o a la derecha respecto a la línea de rumbo puedan observarse fácilmente. El error máximo admisible en relación con la desviación respecto a la línea de rumbo será ya sea del 0,6% de la distancia desde la antena PAR + el 10% de la desviación respecto a la línea de rumbo, o 9 m (30 ft), aceptándose como error el valor que sea mayor. El equipo estará emplazado de manera que el error en el punto de toma de contacto no exceda de 9 m (30 ft). El sistema estará alineado y ajustado de manera que el error indicado en el punto de toma de contacto sea el mínimo y no exceda del 0,3% de la distancia desde la antena PAR, o 4,5 m (15 ft), aceptándose como error el valor que sea mayor. Será posible resolver las posiciones de dos aeronaves que se hallen a un ángulo azimutal de 1,2° una de otra.

**3.2.3.3.2. Precisión en elevación.** La información de elevación se indicará de modo que las desviaciones por encima o por debajo de la trayectoria de descenso para las cuales se haya ajustado el equipo sean fácilmente observables. El error máximo admisible de las desviaciones respecto a la línea de rumbo será 0,4% de la distancia desde la antena PAR + el 10% del desplazamiento real respecto a la trayectoria de planeo elegida, o 6 m (20 ft), aceptándose como error el valor que sea mayor. El equipo estará emplazado de manera que el error en el punto de toma de contacto no exceda de 6 m (20 ft). Además, estará alineado y ajustado de manera que el error indicado en el punto de toma de contacto sea mínimo y no exceda del 0,2% de la distancia desde la antena PAR, o 3 m (10 ft), aceptándose como error el valor que sea mayor. Será posible resolver las posiciones de dos aeronaves que se hallen a 0,6° de elevación una de otra.

**3.2.3.3.3. Precisión en distancia.** El error en la indicación de la distancia al punto de toma de contacto no excederá de 30 m (100 ft) + el 3% de la distancia desde dicho punto. Será posible resolver las posiciones de dos aeronaves que se hallen a 120 m (400 ft) una de otra, en el mismo azimut.

**3.2.3.4.** Se dispondrá de información que permita establecer la posición de la aeronave controlada en relación con la de otras aeronaves y obstáculos. Las indicaciones permitirán también el cálculo de su velocidad respecto a tierra y el régimen de desviación o aproximación respecto a la trayectoria de vuelo deseada.

**3.2.3.5.** La información se renovará completamente cada segundo, por lo menos.

### **3.2.4. Elemento radar de vigilancia (SRE)**

**3.2.4.1.** El elemento radar de vigilancia utilizado como SRE de un sistema radar de aproximación de precisión, satisfará al menos los siguientes requisitos de actuación.

#### **3.2.4.2. Cobertura**

**3.2.4.2.1.** El SRE podrá detectar aeronaves de 15 m<sup>2</sup> o más, de área de eco, que estén en la línea visual de la antena, dentro del volumen descrito en la forma siguiente:

Una superficie plana vertical que gira 360° alrededor de la antena, cuyos límites son: una línea que forma un ángulo de 1,5° sobre el plano horizontal de la antena, que se prolonga desde ésta hasta 37 km (20 NM); una línea vertical a 37 km (20 NM) desde la intersección con la línea de 1,5° hasta 2400 m (8000 ft) sobre el nivel de la antena; una línea horizontal a 2400 m (8000 ft) desde 37 km (20 NM) que vuelve hacia la antena, hasta la intersección con una línea que v de la antena con 20° de inclinación sobre el plano horizontal de la misma; y una línea a 20°, desde la intersección con la línea a 2400 m (8 000 ft) hasta la antena.

**3.2.4.2.2.** Al llevar a cabo las investigaciones, debe procurarse aumentar la zona servida para aeronaves que tengan un área de eco de 15 m<sup>2</sup> hasta, por lo menos, el volumen obtenido al enmendar 3.2.4.2.1 con las sustituciones siguientes:

- donde dice 1,5°, léase 0,5°;
- donde dice 37 km (20 NM), léase 46,3 km (25 NM);
- donde dice 2 400 m (8 000 ft), léase 3 000 m (10 000 ft);
- donde dice 20°, léase 30°.

*Nota.— En el Adjunto C figura C-18 del Anexo 10 volumen I, aparece un diagrama que indica la cobertura vertical del SRE.*

### **3.2.4.3. Precisión**

**3.2.4.3.1.** Precisión en azimut. La indicación de posición en azimut estará comprendida dentro de  $\pm 2^\circ$  respecto a la posición verdadera. Será posible resolver las posiciones de dos aeronaves dentro de  $4^\circ$  de azimut una de otra.

**3.2.4.3.2.** Precisión en distancia. El error en la indicación de distancia no excederá del 5% de la distancia verdadera, o de 150 m (500 ft), el valor que sea mayor. Será posible resolver las posiciones de dos aeronaves que estén separadas por una distancia del 1% de la distancia verdadera desde el punto de observación, o 230 m (750 ft), el valor que sea mayor.

**3.2.4.3.2.1.** El error en la indicación de distancia no debe exceder del 3% de la distancia verdadera, o de 150 m (500 ft), el valor que sea mayor.

**3.2.4.4.** El equipo podrá renovar completamente la información concerniente a distancia y azimut de cualquier aeronave dentro de la zona servida por el equipo, cada 4 segundos por lo menos.

**3.2.4.5.** Debe tratarse de reducir en todo lo posible las perturbaciones causadas por los ecos de tierra o los debidos a nubes y precipitación.

## **3.3. Especificación para el radiofaro omnidireccional VHF (VOR)**

### **3.3.1. Generalidades**

**3.3.1.1.** El VOR se construirá y ajustará de modo que las indicaciones similares de los instrumentos de las aeronaves representen iguales desviaciones angulares (marcaciones), en el sentido de las agujas del reloj, grado por grado, respecto al norte magnético, medidas desde la ubicación del VOR.

**3.3.1.2.** El VOR radiará una radiofrecuencia portadora a la que se aplicarán dos modulaciones separables de 30 Hz. Una de estas modulaciones será tal que su fase sea independiente del azimut del punto de observación (fase de referencia). La otra modulación (fase variable) será tal que su fase en el punto de observación difiera de la fase de referencia en un ángulo igual a la marcación del punto de observación respecto al VOR.

**3.3.1.3.** Las modulaciones de fase de referencia y de fase variable estarán en fase a lo largo del meridiano magnético de referencia que pase por la estación.

*Nota.— Las modulaciones de fase de referencia y de fase variable están en fase cuando el valor máximo de la suma de la radiofrecuencia portadora y de la energía de la banda lateral, debida a la modulación de fase variable, ocurra al mismo tiempo que la frecuencia instantánea más alta de la modulación de fase de referencia.*

### **3.3.2. Radiofrecuencia**

**3.3.2.1.** El VOR trabajará en la banda 111,975 a 117,975 MHz, pero se podrán usar frecuencias en la banda 108 a 111,975 MHz cuando, de conformidad con las disposiciones de la RAB69 Parte V Capítulo 4, 4.2.1 y 4.2.3.1, sea aceptable el uso de tales frecuencias. La frecuencia más alta

asignable será de 117,950 MHz. La separación entre canales se hará por incrementos de 50 kHz, en relación con la frecuencia asignable más alta. En áreas en que la separación entre canales generalmente usada sea de 100 ó 200 kHz, la tolerancia de frecuencia para la portadora será de  $\pm 0,005\%$ .

**3.3.2.2.** La tolerancia de frecuencia para la portadora en todas las nuevas instalaciones montadas después del 23 de mayo de 1974, en áreas en que la separación entre canales usada sea de 50 kHz, será de  $\pm 0,002\%$ .

**3.3.2.3.** En áreas en que se monten nuevas instalaciones VOR y las frecuencias asignadas tengan una separación de 50 kHz entre canales respecto a los VOR existentes en la misma área, se concederá prioridad a garantizar que la tolerancia de frecuencia para la portadora de los actuales VOR se reduce a  $\pm 0,002\%$ .

### **3.3.3. Polarización y precisión del diagrama**

**3.3.3.1.** La emisión del VOR se polarizará horizontalmente. La componente polarizada verticalmente de la radiación será la menor posible.

*Nota.— No es posible por ahora establecer cuantitativamente la magnitud máxima permisible de la componente polarizada verticalmente de la radiación del VOR. En el Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación (Doc 8071) se da información sobre las comprobaciones que pueden hacerse en vuelo para determinar los efectos de la polarización vertical en la exactitud de la marcación.*

**3.3.3.2.** La contribución de la estación terrestre al error en la información de marcación suministrada por la radiación polarizada horizontalmente del VOR para todos los ángulos de elevación entre 0 y 40°, medidos desde el centro del sistema de antenas del VOR, será de  $\pm 2^\circ$ .

### **3.3.4. Cobertura**

**3.3.4.1.** Los VOR suministrarán señales convenientes para permitir el funcionamiento satisfactorio de una instalación típica de a bordo a los niveles y distancias requeridas por razones operacionales, y hasta un ángulo de elevación de 40°.

**3.3.4.2.** La intensidad de campo o la densidad de potencia en el espacio de las señales VOR que se requieren para lograr un funcionamiento satisfactorio de una instalación de aeronave típica, al nivel de servicio mínimo y al máximo radio de servicio especificado, deben ser de  $90 \mu\text{V/m} - 107 \text{ dBW/m}^2$ .

*Nota.— Los valores típicos de la potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) para lograr alcances especificados figuran en el Adjunto C párrafo 3.1 del Anexo 10 volumen I. La definición de PIRE figura en 3.5.1.*

### **3.3.5. Modulaciones de las señales de navegación**

**3.3.5.1.** La portadora de radiofrecuencia, tal como se observe desde cualquier punto en el espacio, se modulará en amplitud por dos señales, de la manera siguiente:

**(a)** una subportadora de 9 960 Hz de amplitud constante, modulada en frecuencia a 30 Hz:

**(1)** para el VOR convencional, la componente de 30 Hz de esta subportadora FM es fija independientemente del azimut y se denomina “fase de referencia” y tendrá una relación de desviación de  $16 \pm 1$  (es decir, 15 a 17);

**(2)** para el VOR Doppler, la fase de la componente de 30 Hz varía con el azimut y se denomina “fase variable” y tendrá una relación de desviación de  $16 \pm 1$  (es decir, 15 a 17) cuando se observe a un ángulo de elevación de hasta 5°, con una relación de desviación mínima de 11 cuando se observe a un ángulo de elevación de más de 5° y de hasta 40°;

**(b)** una componente modulada en amplitud a 30 Hz:

**(1)** para el VOR convencional, esta componente es el resultado de la rotación de un diagrama de campo cuya fase varía con el azimut, y se denomina “fase variable”;

**(2)** para el VOR Doppler, esta componente, de fase constante en relación con el azimut y de amplitud constante, se radia omnidireccionalmente, y se denomina “fase de referencia”.

**3.3.5.2.** La profundidad nominal de modulación de la portadora de radiofrecuencia debida a la señal de 30 Hz o la subportadora de 9 960 Hz estará comprendida entre los límites del 28 y el 32%.

*Nota.— Este requisito se aplica a la señal transmitida observada en ausencia de trayectos múltiples.*

**3.3.5.3.** La profundidad de modulación de la portadora de radiofrecuencia, debida a la señal de 30 Hz, tal como se observe a cualquier ángulo de elevación de hasta 5°, estará comprendida dentro de los límites de 25 y 35%. La profundidad de modulación de la portadora de radiofrecuencia, debida a la señal de 9 960 Hz, tal como se observe a cualquier ángulo de elevación de hasta 5°, estará comprendida dentro de los límites de 20 a 55% en instalaciones sin modulación de señales vocales, y dentro de los límites de 20 a 35% en instalaciones con modulación de señales vocales.

*Nota.— Cuando la modulación se mida durante la prueba en vuelo bajo condiciones de trayectos múltiples dinámicos considerables, se esperan variaciones en los porcentajes de modulación recibidos. Pueden resultar aceptables variaciones de corto plazo más allá de estos valores. El Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación (Doc 8071) contiene información adicional sobre la aplicación de tolerancias de modulación en vuelo.*

**3.3.5.4.** Las frecuencias de modulación de la fase variable y de la fase de referencia serán de 30 Hz con una tolerancia de  $\pm 1\%$ .

**3.3.5.5.** La frecuencia central de la modulación de la subportadora será de 9 960 con una tolerancia de  $\pm 1\%$ .

#### **3.3.5.6.**

**(a)** Para el VOR convencional, el porcentaje de modulación con amplitud de la subportadora de 9 960 Hz no excederá del 5%.

**(b)** Para el VOR Doppler, el porcentaje de la modulación en amplitud de la subportadora de 9 960 Hz no excederá del 40% cuando se mida en un punto que diste por lo menos 300 m (1 000 ft) del VOR.

**3.3.5.7.** Cuando se aplique el espaciado de 50 kHz entre canales VOR, el nivel de banda lateral de las armónicas del componente de 9 960 Hz de la señal radiada no excederá los niveles siguientes con referencia al nivel de la banda lateral de 9 960 Hz:

| Subportadora             | Nivel           |
|--------------------------|-----------------|
| 9 960 Hz                 | Referencia 0 dB |
| 2ª armónica              | -30 dB          |
| 3ª armónica              | -50 dB          |
| 4ª armónica y siguientes | -60 dB          |

#### **3.3.6. Radiotelefonía e identificación**

**3.3.6.1.** Si el VOR suministra un canal simultáneo de comunicación de tierra a tierra, dicho canal usará la misma portadora de radiofrecuencia que se usa para fines de navegación. La radiación de este canal se polarizará horizontalmente.

**3.3.6.2.** La profundidad máxima de modulación de la portadora en el canal de comunicación no será mayor del 30%.

**3.3.6.3.** Las características de audiofrecuencia del canal radiotelefónico no diferirán más de 3 dB en relación al nivel de 1000 Hz en la gama de 300 a 3000 Hz.

**3.3.6.4.** El VOR suministrará la transmisión simultánea de una señal de identificación en la misma portadora de radiofrecuencia que se use para fines de navegación. La radiación de la señal de identificación se polarizará horizontalmente.

**3.3.6.5.** Para la señal de identificación se empleará el código Morse internacional y consistirá en dos o tres letras. Se emitirá a una velocidad que corresponda a 7 palabras por minuto, aproximadamente. La señal se repetirá por lo menos una vez cada 30 s y el tono de modulación será de 1020 Hz con  $\pm 50$  Hz de tolerancia.

**3.3.6.5.1.** La señal de identificación debe transmitirse por lo menos tres veces cada 30 s, espaciada igualmente dentro de ese período de tiempo. Una de dichas señales de identificación puede ser una identificación oral.

*Nota.— En el caso de que el VOR y el DME estén asociados de acuerdo con 3.5.2.5, las disposiciones respecto a identificación de 3.5.3.6.4 influyen en la identificación VOR.*

**3.3.6.6.** La profundidad a que se module la portadora por la señal de identificación en clave se aproximará al 10%, pero no excederá de dicho valor, si bien cuando no se proporcione un canal de comunicación, se puede permitir aumentar la modulación por la señal de identificación en clave hasta un valor que no sobrepase el 20%.

**3.3.6.6.1.** Si el VOR suministra un canal simultáneo de comunicación de tierra a aire, la profundidad de modulación de la señal de identificación en clave debe ser  $5 \pm 1\%$ , a fin de suministrar una calidad satisfactoria de radiotelefonía.

**3.3.6.7.** La transmisión de radiotelefonía no interferirá de modo alguno con los fines básicos de navegación. Cuando se emita en radiotelefonía, no se suprimirá la señal de identificación en clave.

**3.3.6.8.** La función receptora VOR permitirá la identificación positiva de la señal deseada bajo las condiciones de señal que se encuentren dentro de los límites de cobertura especificados, y con los parámetros de modulación especificados en 3.3.6.5, 3.3.6.6 y 3.3.6.7.

### 3.3.7. Equipo monitor

**3.3.7.1.** Un equipo adecuado situado en el campo de radiación, proporcionará señales para el funcionamiento de un monitor automático. Dicho equipo transmitirá una advertencia a un punto de control o bien eliminará de la portadora las componentes de identificación y de navegación o hará que cese la radiación si se presenta alguna de las siguientes desviaciones respecto a las condiciones establecidas o una combinación de las mismas:

- (a) un cambio de más de  $1^\circ$ , en el emplazamiento del equipo de control, de la información de marcación transmitida por el VOR;
- (b) una disminución del 15% en las componentes de modulación, del nivel de voltaje de las señales de radiofrecuencia en el dispositivo de control, trátase de la subportadora, de la señal de modulación en amplitud de 30 Hz o de ambas.

**3.3.7.2.** La falla del propio monitor hará que se transmita una advertencia a un punto de control y, o bien:

- (a) suprimirá las componentes de identificación y de navegación de la portadora; o bien
- (b) hará que cese la radiación.

*Nota.— En el Adjuntos C, 3 y el Adjunto E, figuran textos de orientación sobre el VOR.*

### 3.3.8. Características de inmunidad a la interferencia de los sistemas receptores VOR

**3.3.8.1.** El sistema receptor del VOR proporcionará inmunidad adecuada a la interferencia por efectos de intermodulación de tercer orden causada por dos señales de radiodifusión FM en VHF cuyos niveles se ajusten a lo siguiente:

$$2N_1 + 2N_2 + 72 \leq 0$$

para las señales de radiodifusión sonora FM en VHF en la gama de 107,7 a 108,0 MHz; y

$$2N_1 + 2N_2 + 3 \left( 24 - 20 \log \frac{\Delta f}{0,4} \right) \leq 0$$

para las señales de radiodifusión sonora FM en frecuencias VHF inferiores a 107,7 MHz donde las frecuencias de las dos señales de radiodifusión sonora FM en VHF causan en el receptor una intermodulación de tercer orden en la frecuencia deseada del VOR.

$N_1$  y  $N_2$  son los niveles (dBm) de las dos señales de radiodifusión sonora FM en VHF a la entrada del receptor VOR. Ninguno de esos niveles excederá de los valores indicados en los criterios de desensibilización establecidos en 3.3.8.2.

$\Delta f = 108,1 - f_1$ , donde  $f_1$  es la frecuencia de  $N_1$ , la señal de radiodifusión sonora FM en VHF más cercana a los 108,1 MHz.

**3.3.8.2.** El sistema receptor del VOR no se desensibilizará en presencia de señales de radiodifusión FM en VHF cuyos niveles se ajusten a la tabla siguiente:

| Frecuencia (MHz) | Nivel máximo de la señal no deseada a la entrada del receptor (dBm) |
|------------------|---|
| 88-102           | +15   |
| 104              | +10   |
| 106              | + 5   |
| 107,9            | -10   |

Nota 1.—Esta relación es lineal entre punto adyacentes indicados por las frecuencias anteriores.

Nota 2.— En el Adjunto C párrafo 3.6.5 del Anexo 10 volumen I, figura un texto de orientación sobre los criterios de inmunidad que han de aplicarse al funcionamiento de los sistemas mencionados en 3.3.8.1 y 3.3.8.2.

### 3.4. Especificación para el radiofaro no direccional (NDB)

#### 3.4.1. Definiciones

*Nota.— En el Adjunto C se da orientación sobre el significado y aplicación de cobertura nominal y cobertura efectiva y cobertura de los NDB.*

**(1) Cobertura efectiva.** Zona que rodea un NDB, dentro de la cual se pueden obtener marcaciones con precisión suficiente para la naturaleza de la operación en cuestión.

**(2) Cobertura nominal.** El área que rodea a un NDB, dentro de la cual la intensidad del campo vertical de la onda terrestre excede el valor mínimo especificado para el área geográfica en que está situado el radiofaro.

*Nota.— Esta definición tiene por objeto establecer un método para clasificar los radiofaros a base de la cobertura normal prevista cuando no haya transmisión ionosférica, o propagación anómala desde el radiofaro en cuestión, ni interferencia ocasionada por otras instalaciones LF/MF, teniendo en cuenta, sin embargo, el ruido atmosférico existente en la zona geográfica en cuestión.*

**(3) Radiofaro de localización.** Un radiofaro no direccional LF/MF utilizado como una ayuda para la aproximación final.

*Nota.— El radiofaro de localización tiene normalmente una zona de servicio clasificada con un radio de 18,5 y 46,3 km (10 y 25 NM).*

Radio medio de la cobertura nominal. El radio de un círculo que tenga la misma área que la cobertura nominal.

### 3.4.2. Cobertura

**3.4.2.1.** El valor mínimo de intensidad de campo en la cobertura nominal de un NDB debe ser de 70  $\mu\text{V/m}$ .

*Nota 1.— En el Adjunto C párrafo 6.1 del Anexo 10 volumen I, y en las disposiciones pertinentes de la UIT, estipuladas en el Capítulo VIII, Artículo 35, Sección IV, Parte B del Reglamento de Radiocomunicaciones, se da orientación a las intensidades de campo requeridas especialmente en las latitudes comprendidas entre 30°N y 30°S.*

*Nota 2.— La selección de lugares y horas para medir la intensidad de campo es importante a fin de evitar resultados anormales respecto a la localidad en cuestión; son de suma importancia para las operaciones los puntos de las rutas aéreas que se encuentren dentro de la zona que rodea al radiofaro.*

**3.4.2.2.** Todas las notificaciones o divulgaciones que se refieran a los NDB se basarán en el radio medio de la zona de servicio clasificada.

*Nota 1.— Al clasificar los radiofaros situados en zonas en que puedan producirse variaciones diurnas y de temporada en las zonas de servicio clasificadas, deben tenerse en cuenta dichas variaciones.*

*Nota 2.— Los radiofaros que tengan un radio medio de zona de servicio clasificada, comprendido entre 46,3 y 278 km (25 y 150 NM) pueden designarse por el múltiplo de 46,3 km (25 NM) más próximo al radio medio de su zona de servicio clasificada, y los radiofaros con una zona de servicio clasificada superior a 278 km (150 NM), por el múltiplo de 92,7 km (50 NM) más próximo.*

**3.4.2.3.** Cuando la cobertura nominal de un NDB es bastante diferente en varios sectores importantes de operación, su clasificación debe expresarse en función del radio medio de la cobertura, así como de los límites angulares de cada sector en la forma siguiente:

Radio de la cobertura del sector/límites angulares del sector, expresados en marcaciones magnéticas en el sentido de las agujas del reloj, con referencia al radiofaro.

Cuando convenga clasificar un NDB en tal forma, el número de los sectores debe reducirse al mínimo y de ser posible no exceder de dos.

*Nota.— El radio medio de un sector dado de la cobertura nominal es igual al radio del correspondiente sector de círculo de la misma zona. Ejemplo:*

— 150/210° - 30°

— 100/30° - 210°.

### 3.4.3. Limitaciones de la potencia radiada.

La potencia radiada por un NDB no excederá en más de 2 dB de la necesaria para lograr la zona de servicio clasificada convenida, pero esta potencia podrá aumentarse si se coordina regionalmente o si no se produce interferencia perjudicial para otras instalaciones.

### 3.4.4. Radiofrecuencias

**3.4.4.1.** Las radiofrecuencias asignadas a los NDB se seleccionarán de entre las que estén disponibles en la parte del espectro comprendida entre 190 y 1750 kHz.

**3.4.4.2.** La tolerancia de frecuencia aplicable a los NDB será de 0,01%, pero para los NDB que, con una potencia de antena superior a 200 W, utilicen frecuencias de 1606,5 kHz o superiores, la tolerancia será de 0,005%.

**3.4.4.3.** Cuando se utilicen dos radiofaros de localización como complemento de un ILS, la separación de frecuencia entre las portadoras de los dos no debe ser inferior a 15 kHz, para asegurar el funcionamiento correcto del radiocompás y, preferiblemente, de no más de 25 kHz, a fin de que se pueda variar rápidamente la sintonía cuando la aeronave tenga solamente un radiocompás.

**3.4.4.4.** Cuando localizadores asociados con instalaciones ILS que dan servicio a extremos opuestos de una sola pista tienen asignada una frecuencia común, se tomarán las medidas oportunas para asegurar que no puede radiar la instalación que no está en servicio.

*Nota.*— En la RAB69 Parte V, Capítulo 3, 3.2.2 se amplía la orientación acerca del funcionamiento de los radiofaros de localización en canales de frecuencia común.

### **3.4.5. Identificación**

**3.4.5.1.** Todo NDB se identificará individualmente por un grupo de dos o tres letras en código Morse internacional transmitido a una velocidad correspondiente a siete palabras por minuto aproximadamente.

**3.4.5.2.** Cada 30 s se transmitirá, por lo menos una vez, la identificación completa, salvo cuando la identificación del radiofaro se efectúe por manipulación que interrumpa la portadora. En este caso se dará la identificación a intervalos de aproximadamente 1 min, aunque se podrá usar un intervalo más corto en determinadas estaciones NDB cuando se considere conveniente para las operaciones.

**3.4.5.2.1.** Excepto en aquellos casos en que la identificación del radiofaro se efectúe por manipulación que interrumpa la portadora, la señal de identificación debe transmitirse por lo menos tres veces cada 30 s, a intervalos iguales en ese período de tiempo.

**3.4.5.3.** Para los NDB con un radio medio de cobertura nominal igual o menor que 92,7 km (50 NM), que se usen principalmente como ayudas para la aproximación y la espera en las proximidades de un aeródromo, se transmitirá la identificación por lo menos tres veces cada 30 s, a intervalos iguales en ese período de tiempo.

**3.4.5.4.** La frecuencia del tono de modulación usado para la identificación será de 1020 Hz  $\pm$  50 Hz o de 400 Hz  $\pm$  25 Hz.

*Nota.*— La determinación de las cifras que han de usarse se haría regionalmente teniendo en cuenta las consideraciones contenidas en el Adjunto C párrafo 6.5 del Anexo 10 volumen I.

### **3.4.6. Características de las emisiones**

*Nota.*— Las especificaciones siguientes no tienen por objeto excluir el empleo de modulaciones o tipos de modulación que se puedan utilizar en los NDB además de las especificadas para la identificación simultánea y la modulación por la voz, siempre que estas modulaciones adicionales no afecten materialmente el rendimiento obtenido de los NDB con los radiogoniómetros de a bordo que se usan corrientemente y siempre que su uso no produzca interferencia perjudicial a otros servicios NDB.

**3.4.6.1.** Excepto lo dispuesto en 3.4.6.1.1 todos los NDB radiarán una portadora ininterrumpida y se identificarán por interrupción de un tono de modulación de amplitud (NON/A2A).

**3.4.6.1.1.** Los NDB que no se empleen total o parcialmente como ayudas para la espera, aproximación y aterrizaje, o los que tengan una zona de servicio clasificada de un radio medio menor de 92,7 km (50 NM), podrán identificarse por manipulación que interrumpa la portadora no modulada (NON/A1A) si se encuentran en áreas de mucha densidad de radiofaros y donde no sea posible lograr la zona de servicio clasificada debido a:

- (a) interferencia de las estaciones de radio;
- (b) mucho ruido atmosférico;
- (c) condiciones locales.

*Nota.*— Al seleccionar los tipos de emisión, tendrá que tenerse presente la posibilidad de confusión resultante de que una aeronave pase de la sintonía de una instalación NON/A2A a la de otra instalación NON/A1A, sin cambiar el radiocompás de "MCW" a "CW" ("onda continua modulada" a "onda continua").

**3.4.6.2.** En todo NDB identificado por manipulación que interrumpa un tono audio de modulación, la profundidad de modulación se mantendrá lo más cerca posible del 95%.

**3.4.6.3.** En todo NDB identificado por manipulación que interrumpa un tono audio de modulación, las características de la emisión durante la identificación serán tales que se logre identificación satisfactoria en el límite de su cobertura nominal.

*Nota 1.— Los requisitos anteriores exigirán el porcentaje de modulación más elevado posible, así como el mantenimiento de una potencia adecuada de la portadora radiada durante la identificación.*

*Nota 2.— Con un paso de banda del radiogoniómetro de  $\pm 3$  kHz respecto a la portadora, una relación de señal ruido de 6 dB en el límite de la zona de servicio clasificada, satisfará, en general, el requisito anterior.*

*Nota 3.— En el Adjunto C, 6.4, figuran algunas consideraciones respecto a la profundidad de modulación.*

**3.4.6.4.** No debe disminuir la potencia de la portadora de un NDB con emisiones NON/A2A, cuando se radie la señal de identificación, salvo en el caso de un NDB cuya zona de servicio clasificada tenga un radio medio superior a 92,7 km (50 NM), en que podrá aceptarse una disminución no superior a 1,5 dB.

**3.4.6.5.** Las modulaciones no deseadas de la radiofrecuencia no llegarán, en total, al 5% de la amplitud de la portadora.

*Nota.— Se podrá menoscabar seriamente el funcionamiento satisfactorio del equipo radiogoniométrico automático (ADF) si la emisión del radiofaro contiene modulación por una audiofrecuencia igual o muy próxima a la frecuencia de conmutación del cuadro o a su segunda armónica. Las frecuencias de conmutación del cuadro en el equipo utilizado corrientemente, están comprendidas entre 30 y 120 Hz.*

**3.4.6.6.** La anchura de banda de las emisiones y el nivel de las radiaciones no esenciales, se mantendrán al valor más bajo que permita el estado de la técnica y la naturaleza del servicio.

*Nota.— El Artículo S.3 del Reglamento de Radiocomunicaciones de la UIT contiene disposiciones generales sobre las características técnicas de los equipos y de las emisiones. El Reglamento de Radiocomunicaciones contiene disposiciones generales relativas a la anchura de banda permitida, la tolerancia de frecuencias y las emisiones no esenciales (véanse los Apéndices APS1, APS2, y APS3).*

### **3.4.7.** Emplazamiento de los radiofaros de localización

**3.4.7.1.** Cuando se empleen radiofaros de localización como complemento del ILS, su emplazamiento debe ser el de las radiobalizas exterior o intermedia. Cuando solo se use un radiofaro de localización como complemento del ILS, debe emplazarse preferentemente en el mismo punto que la radiobaliza exterior. Cuando los radiofaros de localización se empleen como ayuda para la aproximación final, sin que exista ningún ILS, deben seleccionarse emplazamientos equivalentes a los que se usan cuando se instala un ILS, teniendo en cuenta las pertinentes disposiciones acerca del margen sobre los obstáculos, de los PANS-OPS (Doc 8168).

**3.4.7.2.** Cuando se instalan radiofaros de localización en las posiciones de las radiobalizas intermedia y exterior, siempre que sea factible deben estar situados a un mismo lado de la prolongación del eje de la pista, para que la trayectoria entre los radiofaros de localización sea lo más paralela posible a dicho eje.

### **3.4.8.** Equipo monitor

**3.4.8.1.** Para cada NDB se suministrarán medios de control adecuados que puedan detectar cualesquiera de las condiciones siguientes, en un lugar apropiado:

- (a) disminución de la potencia de la portadora radiada de más del 50% del valor necesario para obtener la zona de servicio clasificada;

- (b) falla de transmisión de la señal de identificación;
- (c) funcionamiento defectuoso o falla de los medios de control.

**3.4.8.2.** Cuando un NDB funcione con una fuente de energía que tenga una frecuencia próxima a las de conmutación del equipo ADF de a bordo, y cuando las características del NDB sean tales que es probable que la frecuencia de la fuente de alimentación aparezca en la emisión como un producto de modulación, los medios de control deben poder detectar, en la portadora, tal modulación causada por la fuente de energía, cuando exceda del 5%.

**3.4.8.3.** Durante las horas de servicio de un NDB, los medios de control deben proporcionar comprobación constante del funcionamiento del NDB, según se prescribe en 3.4.8.1 (a), (b) y (c).

**3.4.8.4.** Durante las horas de servicio de un NDB que no sea un radiofaro de localización, los medios de control proporcionarán comprobación constante del funcionamiento del radiofaro de localización, según se prescribe en 3.4.8.1 (a), (b) y (c).

*Nota.— En el Adjunto C párrafo 6.6 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación sobre la comprobación del NDB.*

### 3.5. Especificación para el equipo radiotelemétrico UHF (DME)

*Nota.— En la sección siguiente se han previsto dos tipos de instalaciones DME: DME/N para las aplicaciones generales, y DME/P según se indica en 3.11.3.*

#### 3.5.1. Definiciones

- (1) **Amplitud del impulso.** Tensión máxima de la envolvente del impulso, es decir, A en la Figura 3-1.
- (2) **Búsqueda.** Condición que existe cuando el interrogador del DME intenta adquirir del transpondedor seleccionado, y enganchar, la respuesta a sus propias interrogaciones.
- (3) **Código del impulso.** Método para distinguir entre los modos W, X, Y y Z y entre los modos FA e IA.
- (4) **DME/N.** Equipo radiotelemétrico, principalmente para servir las necesidades operacionales de la navegación en ruta o TMA, donde la "N" identifica las características de espectro estrecho.
- (5) **DME/P.** Elemento radiotelemétrico del MLS, donde la "P" significa telemetría de precisión. Las características del espectro son similares a las del DME/N.
- (6) **Duración del impulso.** Intervalo de tiempo entre los puntos de amplitud 50% de los bordes anterior y posterior de la envolvente del impulso, es decir, entre los puntos b y f de la Figura 3-1.
- (7) **Eficacia del sistema.** El cociente entre el número de respuestas válidas procesadas por el interrogador y el total de sus propias interrogaciones.
- (8) **Eficacia de respuesta.** El cociente entre el número de respuestas transmitidas por el transpondedor y el total de interrogaciones válidas recibidas.
- (9) **Error a lo largo de la trayectoria (PFE).** Aquella parte del error de señal de guía que puede hacer que la aeronave se desplace del rumbo y/o de la trayectoria de planeo deseados (véase 3.11).
- (10) **Modo de aproximación final (FA).** La condición de la operación del DME/P que presta apoyo a las operaciones de vuelo en las zonas de aproximación final y de pista.
- (11) **Modo de aproximación inicial (IA).** La condición de la operación del DME/P que presta apoyo a las operaciones de vuelo fuera de la zona de aproximación final y con características de compatibilidad con el DME/N.
- (12) **Modos W, X, Y, Z.** Método de codificación de las transmisiones del DME mediante separación en el tiempo de los impulsos de un par, de modo que cada frecuencia pueda utilizarse más de

una vez.

- (13) **Origen virtual.** Punto en el cual la línea a recta que pasa por los puntos de amplitud 30 y 5% del borde anterior del impulso corta al eje de amplitud 0% (véase la Figura 3-2).
- (14) **Potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE).** Producto de la potencia suministrada a la antena transmisora por la ganancia de antena en una dirección determinada en relación con una antena isotrópica (ganancia absoluta o isotrópica).
- (15) **Punto de referencia de aproximación MLS.** Punto en la trayectoria de planeo mínima a una altura determinada sobre el umbral (véase 3.11).
- (16) **Punto de referencia MLS.** Punto del eje de la pista más próximo al centro de fase de la antena de elevación de aproximación (véase 3.11).
- (17) **Ruido de mandos (CMN).** Aquella parte del error de la señal de guía que origina movimientos en los timones y mandos y pudiera afectar al ángulo de actitud de la aeronave durante el vuelo acoplado, pero que no hace que la aeronave se desvíe del rumbo y/o de la trayectoria de planeo deseados (véase 3.11).
- (18) **Seguimiento.** Condición que existe cuando el interrogador del DME ha enganchado respuestas a sus propias interrogaciones, y proporciona medición de distancia (telemetría) en forma continua.
- (19) **Tiempo de aumento del impulso.** Tiempo medido entre los puntos de amplitud 10 y 90% del borde anterior de la envolvente del impulso, es decir, entre los puntos a y c de la Figura 3-1.
- (20) **Tiempo de aumento parcial.** Tiempo medido entre los puntos de amplitud 5 y 30% del borde anterior de la envolvente del impulso, es decir, entre los puntos h e i de las Figuras 3-1 y 3-2.
- (21) **Tiempo de disminución del impulso.** Tiempo medido entre los puntos de amplitud 90 y 10% del borde posterior de la envolvente del impulso, es decir, entre los puntos e y g de la Figura 3-1.
- (22) **Tiempo de trabajo.** Tiempo durante el cual se está transmitiendo un punto o raya de un carácter en código Morse.
- (23) **Tiempo muerto DME.** Un período que sigue inmediatamente a la decodificación de una interrogación válida durante el cual la interrogación recibida no dará origen a una respuesta.  
*Nota.— El objetivo del tiempo muerto es evitar la respuesta del transpondedor a ecos que sean efecto de trayectos múltiples.*
- (24) **Velocidad de transmisión.** Promedio del número de pares de impulsos por segundo transmitidos por el transpondedor.

### 3.5.2. Generalidades

**3.5.2.1.** El sistema DME proporcionará una indicación continua y precisa en la cabina de mando de la distancia oblicua que existe entre la aeronave equipada al efecto y un punto de referencia en tierra provisto de equipo.

**3.5.2.2.** El sistema comprenderá dos partes básicas, una instalada en la aeronave y la otra en tierra. La parte instalada en la aeronave se llamará interrogador y la de tierra transpondedor.

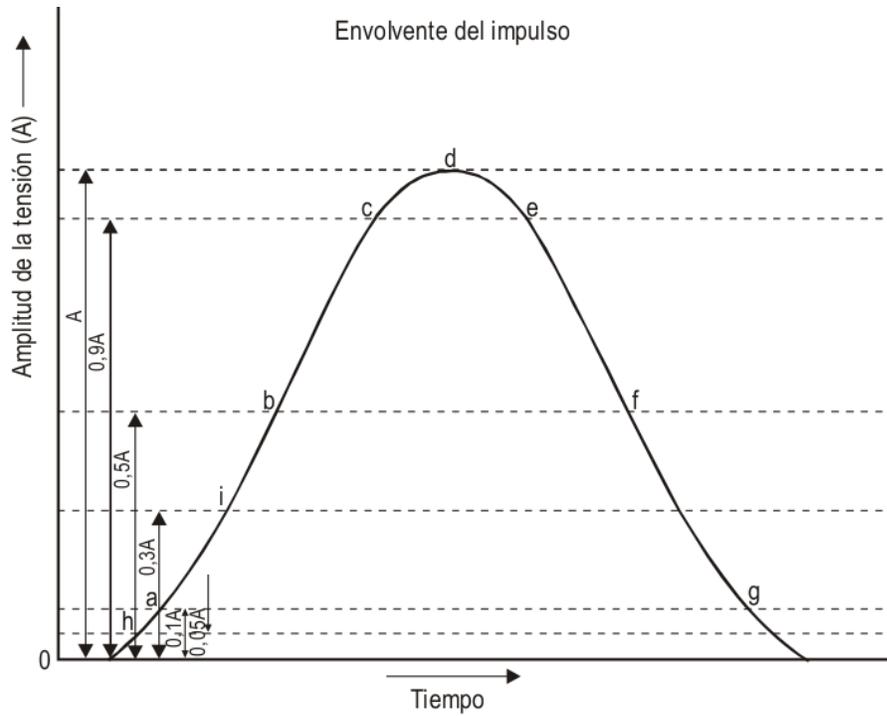
**3.5.2.3.** Al funcionar, los interrogadores interrogarán a los transpondedores, los cuales a su vez transmitirán a la aeronave respuestas sincronizadas con las interrogaciones, obteniéndose así la medición exacta de la distancia.

**3.5.2.4.** El DME/P tendrá dos modos de funcionamiento, IA y FA.

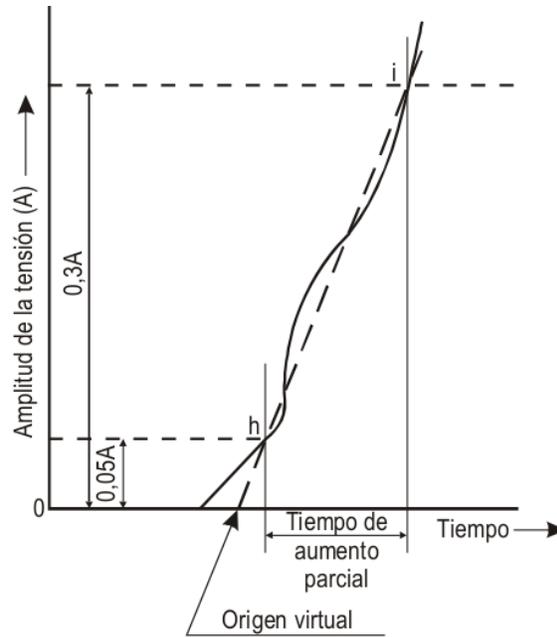
**3.5.2.5.** Cuando un DME se asocie con un ILS, un MLS o un VOR a fin de que constituyan una sola instalación:

- (a) funcionarán en pares de frecuencias normalizados de conformidad con 3.5.3.3.4;

- (b) tendrán un emplazamiento común dentro de los límites prescritos en 3.5.2.6 para instalaciones conexas; y
- (c) cumplirán con las disposiciones sobre identificación, de 3.5.3.6.4.



**Figura 3-1.**



**Figura 3-2.**

### 3.5.2.6. Límites de emplazamiento común para las instalaciones DME asociadas al ILS, MLS o VOR

**3.5.2.6.1.** Las instalaciones asociadas VOR y DME tendrán un emplazamiento común de conformidad con lo siguiente:

- (a) en las instalaciones que se utilizan en áreas terminales para fines de aproximación u otros procedimientos en los que se exige la máxima precisión del sistema para determinar la posición, la separación de las antenas del VOR y del DME no excede de 80 m (260 ft);
- (b) para fines distintos de los indicados en a), la separación de las antenas del VOR y del DME no excede de 600 m (2000 ft).

### 3.5.2.6.2. Asociación del DME con el ILS

*Nota.— En el Adjunto C párrafo 2.11 del Anexo 10 volumen I, se proporciona orientación sobre la asociación del DME con el ILS.*

### 3.5.2.6.3. Asociación del DME con el MLS

**3.5.2.6.3.1.** Si se utiliza un DME/P para proporcionar información de distancia debe estar emplazado tan cerca como sea posible de la instalación en azimut MLS.

*Nota.— En el Adjunto G, Capítulo 5 y Adjunto C párrafo 7.1.6 del Anexo 10 volumen I, se proporciona orientación sobre el emplazamiento del DME con el MLS. En estos textos de orientación se indican en particular las medidas apropiadas que han de adoptarse para impedir que, respecto a la misma pista, se den distintas indicaciones de distancia cero cuando el DME/P esté asociado con el MLS y cuando el DME/N esté asociado con el ILS.*

**3.5.2.7.** Las normas de 3.5.3, 3.5.4 y 3.5.5 identificadas con se aplicarán solo al equipo DME que se instaló por primera vez después del 1 de enero de 1989.

## 3.5.3 Características del sistema

### 3.5.3.1. Actuación

**3.5.3.1.1. Alcance.**

El sistema proporcionará un medio para medir la distancia oblicua desde una aeronave hasta un transpondedor elegido, hasta el límite de la cobertura prescrita por los requisitos operacionales de dicho transpondedor.

**3.5.3.1.2. Cobertura**

**3.5.3.1.2.1.** Cuando el DME/N esté asociado con un VOR, la cobertura será por lo menos la del VOR, en la medida de lo posible.

**3.5.3.1.2.2.** Cuando el DME/N esté asociado, ya sea con un ILS o un MLS, la cobertura correspondiente será por lo menos la del ILS respectivo o la de los sectores de cobertura de guía angular en azimut MLS.

**3.5.3.1.2.3.** La cobertura del DME/P será por lo menos la proporcionada por los sectores de cobertura de guía angular en azimut MLS.

*Nota.— No se trata de determinar hasta qué distancia puede usarse el sistema en las operaciones ni la cobertura; el espaciado entre las instalaciones de que actualmente se dispone puede limitar el alcance en ciertas áreas.*

**3.5.3.1.3. Precisión**

**3.5.3.1.3.1.** Precisión del sistema. Las normas de precisión que se especifican en 3.5.3.1.4, 3.5.4.5 y 3.5.5.4 serán satisfechas con una probabilidad del 95%.

**3.5.3.1.4. Precisión del DME/P**

*Nota 1.— En los párrafos siguientes, se establecen dos normas de precisión del DME/P, 1 y 2, para tener en cuenta varias aplicaciones.*

*Nota 2.— En el Adjunto C párrafo 7.3.2 del Anexo 10 volumen I, se proporciona orientación con respecto a las normas de precisión.*

**3.5.3.1.4.1.** Componentes de error. El error a lo largo de la trayectoria (PFE) estará integrado por aquellas componentes de frecuencia en el error del DME/P a la salida del interrogador, que tengan un valor inferior a 1,5 rad/s. El ruido de mandos (CMN) estará integrado por aquellas componentes de frecuencia en el error del DME/P a la salida del interrogador, cuyo valor esté comprendido entre 0,5 y 10 rad/s.

*Nota.— Los límites de error especificados en un punto se aplicarán a lo largo de una trayectoria de vuelo que incluya a ese punto. La información sobre la interpretación de los errores del DME/P y la medida de dichos errores a lo largo de un intervalo adecuado a la inspección en vuelo, se proporcionan en el Adjunto C párrafo 7.3.6.1 del Anexo 10 volumen I.*

**3.5.3.1.4.2.** Los errores a lo largo de la prolongación del eje de la pista no excederán de los valores proporcionados en la Tabla B al final de este Capítulo.

**3.5.3.1.4.3.** En el sector de aproximación, fuera de la prolongación del eje de pista, el PFE admisible tanto para la norma 1 como para la norma 2 podrá aumentar linealmente con el ángulo hasta un valor de  $\pm 40^\circ$  de ángulo de azimut MLS cuando el error admisible es 1,5 veces el correspondiente a la prolongación de eje de pista a la misma distancia. El CMN admisible no aumentará con el ángulo. Las modificaciones del ángulo de elevación no provocarán deterioro del PFE o del CMN.

**3.5.3.2. Radiofrecuencias y polarización.**

El sistema trabajará con la polarización vertical en la banda de frecuencias de 960 a 1215 MHz. Las frecuencias de interrogación y de respuesta se asignarán con 1 MHz de separación entre canales.

**3.5.3.3. Canales**

**3.5.3.3.1.** Los canales DME en operación se formarán por pares de frecuencias de interrogación y respuesta y por codificación de impulsos en los pares de frecuencias.

**3.5.3.3.2.** Codificación de los impulsos. Los canales DME/P tendrán dos códigos de impulso de interrogación distintos, según se indica en la tabla adjunta a 3.5.4.4.1. Uno de ellos se utilizará en el modo de aproximación inicial (IA) y el otro en el modo de aproximación final (FA).

**3.5.3.3.3.** Los canales DME en operación se escogerán de la Tabla A (situación al final de este Capítulo), de 352 canales, en la que se asignan los números de canal, las frecuencias y los códigos de impulso.

**3.5.3.3.4.** Agrupación de los canales en pares. Cuando los transpondedores DME tengan que trabajar en combinación con una sola instalación VHF para la navegación en la banda de frecuencias de 108 a 117,95 MHz y/o con una instalación de ángulo MLS en la banda de frecuencia de 5 031,0 a 5 090,7 MHz, el canal DME en operación formará un par con la frecuencia del canal VHF o la frecuencia angular MLS, según se indica en la Tabla A.

*Nota.— Puede haber casos en los que un canal DME forme un par tanto con la frecuencia ILS como con un canal MLS (véase la RAB69 Parte V, Capítulo 4, 4.3).*

#### **3.5.3.4.** Frecuencia de repetición de los impulsos de interrogación

*Nota.— Si en el lapso de un segundo el interrogador opera en más de un canal, se aplicarán a la suma de las interrogaciones siguientes.*

**3.5.3.4.1.** DME/N. El promedio de la frecuencia de repetición de los impulsos del interrogador no excederá de 30 pares de impulsos por segundo, basándose en la suposición de que el 95% del tiempo por lo menos se ocupa en el seguimiento.

**3.5.3.4.2.** DME/N. Si se desea disminuir el tiempo de búsqueda, puede aumentarse la frecuencia de repetición de los impulsos durante la búsqueda, pero dicha frecuencia de repetición no excederá de 150 pares de impulsos por segundo.

**3.5.3.4.3.** DME/N. Después que se hayan transmitido 15 000 pares de impulsos sin obtener indicación de distancia, la frecuencia de repetición de los impulsos no debe exceder de 60 pares de impulsos por segundo desde este momento hasta que se cambie el canal de operación, o se complete satisfactoriamente la búsqueda.

**3.5.3.4.4.** DME/N. Si, después de un período de 30 s, no se ha establecido seguimiento, la frecuencia de repetición de pares de impulsos no excederá de 30 pares de impulsos por segundo a partir de ese momento.

**3.5.3.4.5.** DME/P. La frecuencia de repetición de impulsos del interrogador no excederá del siguiente número de pares de impulsos por segundo:

|  |    |
|--|----|
| <b>(a)</b> búsqueda                                    | 40 |
| <b>(b)</b> aeronave en tierra                          | 5  |
| <b>(c)</b> seguimiento en modo de aproximación inicial | 16 |
| <b>(d)</b> seguimiento en modo de aproximación final   | 40 |

*Nota 1.— Puede excederse la frecuencia de repetición de impulsos (PRF) de 5 pares por segundo, para una aeronave en tierra, si la aeronave necesita información precisa de distancia.*

*Nota 2.— Lo que se persigue es que todos los cambios de PRF se efectúen por medios automáticos.*

#### **3.5.3.5.** Número de aeronaves que puede atender el sistema

**3.5.3.5.1.** La capacidad de los transpondedores utilizados en un área será la adecuada para el tránsito máximo de esa área o de 100 aeronaves, escogiendo el valor más bajo de estos dos.

**3.5.3.5.2.** En las áreas en que el tránsito máximo exceda de 100 aeronaves, el transpondedor debe ser capaz de atender dicho tránsito.

*Nota.— En el Adjunto C párrafo 7.1.5 del Anexo 10 volumen I, se proporciona texto de orientación sobre el número de aeronaves que pueden atenderse.*

### 3.5.3.6. Identificación del transpondedor

**3.5.3.6.1.** Todos los transpondedores transmitirán una señal de identificación en una de las siguientes formas requeridas por 3.5.3.6.5:

- (a) una identificación “independiente” que conste de impulsos de identificación codificadas (código Morse internacional) que pueda usarse con todos los transpondedores;
- (b) una señal “asociada” que pueda usarse por los transpondedores combinados directamente con una instalación VHF de navegación o con una instalación de guía angular MLS que transmita ella misma una señal de identificación.

*Nota.— Una instalación de guía angular MLS proporciona su identificación como una palabra digital transmitida en el canal de datos a las regiones de cobertura de azimut de aproximación y posterior, como se indica en 3.11.4.6.2.1.*

**3.5.3.6.2.** En ambos sistemas de identificación se emplearán señales que consistirán en la transmisión, durante un período apropiado, de una serie de pares de impulsos transmitidos repetidamente a razón de 1 350 pares de impulsos por segundo, y que temporalmente sustituirán a todos los impulsos de respuesta que normalmente se producirán en ese momento, salvo lo que se indica en 3.5.3.6.2.2. Estos impulsos tendrán características similares a las de los demás impulsos de las señales de respuesta.

**3.5.3.6.2.1 DME/N.** Los impulsos de respuesta se transmitirán entre tiempos de trabajo.

**3.5.3.6.2.2. DME/N.** Si se desea mantener un ciclo de trabajo constante, debe transmitirse un par de impulsos igualadores, que tengan las mismas características que los pares de impulsos de identificación,  $100 \mu\text{s} \pm 10 \mu\text{s}$ , después de cada par de identificación.

**3.5.3.6.2.3. DME/P.** Los impulsos de respuesta se transmitirán entre tiempos de trabajo.

**3.5.3.6.2.4.** Para el transpondedor del DME/P, los pares de impulsos de respuesta a las interrogaciones válidas en modo FA se transmitirán igualmente durante los tiempos de trabajo y tendrán prioridad con respecto a los pares de impulsos de identificación.

**3.5.3.6.2.5.** El transpondedor DME/P no utilizará el par de impulsos igualadores indicados en 3.5.3.6.2.2.

**3.5.3.6.3.** Las características de la señal “independiente” de identificación serán como sigue:

- (a) la señal de identificación consistirá en la transmisión del código del radiofaro en forma de puntos y rayas (código Morse internacional) de impulsos de identificación, por lo menos una vez cada 40 segundos a la velocidad de por lo menos seis palabras por minuto; y
- (b) la característica del código de identificación y la velocidad de transmisión de letras del transpondedor DME se ajustará a lo siguiente para asegurar que el tiempo máximo total en que esté el manipulador cerrado no exceda de 5 segundos por grupo de código de identificación. Los puntos tendrán una duración de 0,1 a 0,160 segundos. La duración tipo de las rayas será tres veces mayor que la duración de los puntos. La duración entre puntos o rayas o entre ambos, será igual a la de un punto más o menos 10%. El tiempo de duración entre letras o números no será menor de tres puntos. El período total de transmisión de un grupo de código de identificación no excederá de 10 segundos.

*Nota.— El tono de la señal de identificación se transmite a un ritmo de repetición de 1 350 pares de impulsos por segundo. Esta frecuencia puede utilizarse directamente en el equipo de a bordo como salida audible para el piloto, o pueden generarse otras frecuencias opción del constructor del interrogador (véase 3.5.3.6.2).*

**3.5.3.6.4.** Las características de la señal “asociada” serán como sigue:

- (a) cuando se trate de una señal asociada con una instalación VHF o de ángulo MLS, la identificación se transmitirá en forma de puntos y rayas (código Morse internacional), según se indica en 3.5.3.6.3, y se sincronizará en el código de identificación de la instalación VHF;

- (b) cada intervalo de 40 s se subdividirá en cuatro o más períodos iguales, transmitiéndose la identificación del transpondedor solamente durante uno de estos períodos y la identificación de la instalación asociada VHF y de ángulo MLS durante los restantes períodos;
- (c) cuando el transpondedor DME esté asociado con un MLS, la identificación consistirá en las tres últimas letras de la identificación de la instalación de ángulo MLS especificadas en 3.11.4.6.2.1.

#### 3.5.3.6.5. Aplicación de la identificación

**3.5.3.6.5.1.** El código de identificación “independiente” se empleará siempre que un transpondedor no esté asociado directamente con una instalación VHF de navegación o con una instalación MLS.

**3.5.3.6.5.2.** Siempre que un transpondedor esté asociado específicamente con una instalación VHF de navegación o con una instalación MLS, se suministrará la identificación en el código asociado.

**3.5.3.6.5.3.** Mientras se estén transmitiendo comunicaciones en radiotelefonía por una instalación VHF de navegación asociada, no se suprimirá la señal “asociada” del transpondedor.

#### 3.5.3.7. Transición de modo del DME/P

**3.5.3.7.1.** El interrogador del DME/P de norma de precisión 1 pasará del seguimiento en modo IA al seguimiento en modo FA al aproximarse a 13 km (7 NM) del transpondedor, o en cualquier otra situación en un radio de 13 km (7 NM).

**3.5.3.7.2.** Para la norma de precisión 1 la transición de operación de seguimiento en modo IA a la operación en modo FA puede iniciarse en un radio de 14,8 km (8 NM) del transpondedor. A mayor distancia, el interrogador no interrogará en modo FA.

*Nota.— Lo estipulado en 3.5.3.7.1 no se aplica si el transpondedor es un DME/N o si el modo FA del transpondedor DME/P no funciona.*

#### 3.5.3.8. Eficacia del sistema.

La precisión del sistema del DME/P, señalada en 3.5.3.1.4, se logrará con una eficacia del sistema igual o mayor del 50%.

#### 3.5.4. Detalle de las características técnicas del transpondedor y equipo de control correspondiente

##### 3.5.4.1. Transmisor

**3.5.4.1.1.** Frecuencia de operación. El transpondedor transmitirá en la frecuencia de respuesta adecuada al canal DME asignado (véase 3.5.3.3.3).

**3.5.4.1.2.** Estabilidad de frecuencia. La radiofrecuencia de operación no variará más de 0,002% en más o en menos de la frecuencia asignada.

**3.5.4.1.3.** Forma y espectro del impulso. Lo siguiente se aplicará a todos los impulsos radiados.

##### (a) Tiempo de aumento del impulso.

(1) DME/N. El tiempo de aumento del impulso no excederá de 3  $\mu$ s.

(2) DME/P. El tiempo de aumento del impulso no excederá de 1,6  $\mu$ s. Para el modo FA, el impulso tendrá un tiempo de aumento parcial de 0,25,  $\pm$  0,05  $\mu$ s. Con respecto al modo FA y, para la norma de precisión 1, la pendiente del impulso en el tiempo de aumento parcial no variará en más de  $\pm$  20%. Para la norma de precisión 2, la pendiente no variará en más de  $\pm$  10%.

(3) DME/P. El tiempo de aumento del impulso para el DME/P no debe exceder de 1,2  $\mu$ s.

(b) La duración del impulso será de 3,5  $\mu$ s más o menos 0,5  $\mu$ s.

(c) El tiempo de disminución del impulso será nominalmente de 2,5  $\mu$ s, pero no excederá de 3,5  $\mu$ s.

(d) La amplitud instantánea del impulso entre el punto del borde anterior que tiene 95% de la amplitud máxima y el punto del borde posterior que tiene el 95% de la amplitud máxima, no

tendrá, en ningún momento, un valor inferior al 95% de la amplitud máxima de tensión del impulso.

- (e) Para el DME/N y el DME/P, el espectro de la señal modulada por impulso será tal que durante el impulso la PIRE contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en frecuencias de 0,8 MHz por encima y 0,8 MHz por debajo de la frecuencia nominal del canal, no exceda, en cada caso, de 200 mW, y la PIRE contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en frecuencias de 2 MHz por encima y 2 MHz por debajo de la frecuencia nominal del canal no exceda, en cada caso de 2 mW. La PIRE contenida en cualquier banda de 0,5 MHz disminuirá monótonamente a medida que la frecuencia central de la banda se aparte de la frecuencia nominal del canal.

*Nota.— En el documento EUROCAE ED-57 (incluida la Enmienda núm. 1), figuran textos de orientación relativos a la medición del espectro de los impulsos.*

- (f) Para aplicar correctamente las técnicas de fijación de umbrales, la magnitud instantánea de las señales transitorias que acompañan la activación del impulso y que ocurren antes del origen virtual, serán inferiores al 1% de la amplitud máxima del impulso. El proceso de activación no se iniciará durante el microsegundo anterior al origen virtual.

*Nota 1.— El tiempo “durante el impulso” comprende el intervalo total desde el comienzo de la transmisión del impulso hasta su finalización. Por razones prácticas, este intervalo puede medirse entre los puntos de 5% en los frentes anterior y posterior de la envolvente del impulso.*

*Nota 2.— La potencia contenida en las bandas de frecuencia especificadas en 3.5.4.1.3 e) es la potencia media durante el impulso. La potencia media de una banda de frecuencia determinada es el cociente entre la energía contenida en esta banda de frecuencia y el tiempo de transmisión del impulso, con arreglo a la Nota 1.*

#### 3.5.4.1.4. Separación entre impulsos

3.5.4.1.4.1. La separación entre los impulsos constituyentes de pares de impulsos transmitidos será la indicada en la tabla en 3.5.4.4.1.

3.5.4.1.4.2. DME/N. La tolerancia de la separación entre impulsos será de  $\pm 0,25 \mu\text{s}$ .

3.5.4.1.4.3. DME/N. La tolerancia de la separación entre los impulsos del DME/N debe ser de  $\pm 0,10 \mu\text{s}$ .

3.5.4.1.4.4. DME/P. La tolerancia de la separación entre impulsos será de  $\pm 0,10 \mu\text{s}$ .

3.5.4.1.4.5. Las separaciones entre los impulsos se medirán entre los puntos a mitad de la tensión del borde anterior de los impulsos.

#### 3.5.4.1.5. Potencia máxima de salida

3.5.4.1.5.1. DME/N. La PIRE de cresta no debe ser inferior a la que se requiere para asegurar una densidad máxima de potencia de impulso (valor medio), de aproximadamente  $-83 \text{ dBW/m}^2$  al nivel y alcance de servicio máximos especificados.

3.5.4.1.5.2. DME/N. La potencia isotrópica radiada equivalente de cresta no será inferior a la que se requiere para asegurar una densidad de potencia de impulso de cresta de  $-89 \text{ dBW/m}^2$  en todas las condiciones meteorológicas de operación y en todo punto dentro de la cobertura especificada en 3.5.3.1.2.

*Nota.— Si bien la norma de 3.5.4.1.5.2 implica contar con sensibilidad mejorada en el receptor del interrogador, se tiene la intención de que la densidad de potencia especificada en 3.5.4.1.5.1 esté disponible en el máximo alcance y en el máximo nivel de servicio especificado.*

3.5.4.1.5.3. DME/P. La potencia isotrópica radiada equivalente de cresta no será inferior a la que se requiere para asegurar las siguientes densidades de potencia de impulso de cresta en todas las condiciones meteorológicas de operación:

- (a)  $-89 \text{ dBW/m}^2$  en todo punto dentro de la cobertura especificada en 3.5.3.1.2 a distancias mayores de 13 km (7 NM) a partir de la antena del transpondedor;

**(b)** -75 dBW/m<sup>2</sup> en todo punto dentro de la cobertura especificada en 3.5.3.1.2 a distancias inferiores a 13 km (7 NM) a partir de la antena del transpondedor;

**(c)** -70 dBW/m<sup>2</sup> en el punto de referencia de aproximación MLS;

**(d)** -79 dBW/m<sup>2</sup> a 2,5 m (8 ft) por encima de la superficie de la pista, en el punto de referencia MLS, o en el punto más alejado del eje de la pista que se encuentre en la línea de alcance óptico de la antena del transpondedor DME.

*Nota.— En el Adjunto C párrafos 7.2.1 y 7.3.8 del Anexo 10 volumen I, figuran textos de orientación relativos a la PIRE.*

**3.5.4.1.5.4.** La potencia de cresta de los impulsos constituyentes de todo par de impulsos no diferirá más de 1 dB.

**3.5.4.1.5.5.** La capacidad de respuestas del transmisor debe ser tal que el transpondedor pueda mantenerse en operación continua a una velocidad de transmisión constante de  $2\,700 \pm 90$  pares de impulsos por segundo (si se ha de dar servicio a 100 aeronaves).

*Nota.— En el Adjunto C párrafo 7.1.5 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación sobre la relación entre el número de aeronaves y la velocidad de transmisión.*

**3.5.4.1.5.6.** El transmisor trabajará a una velocidad de transmisión de servicio, incluso pares de impulsos distribuidos al azar y pares de impulsos de respuesta de distancia, de no menos de 700 pares de impulsos por segundo excepto durante la identificación. La velocidad de transmisión mínima se acercará tanto como sea posible a los 700 pares de impulsos por segundo. Para el DME/P, dicha velocidad no excederá en ningún caso de 1200 pares de impulsos por segundo.

*Nota.— Operar los transpondedores DME con velocidades de transmisión estables cercanas a 700 pares de pulsos por segundo reducirá al mínimo los efectos de interferencia de pulso, particularmente en otros servicios de aviación como el GNSS.*

**3.5.4.1.6.** Radiación espuria. Durante los intervalos entre la transmisión de cada uno de los impulsos, la potencia espuria recibida y medida en un receptor que tenga las mismas características que el receptor del transpondedor, pero esté sintonizado a cualquier frecuencia de interrogación o respuesta DME, será mayor de 50 dB por debajo de la potencia de cresta del impulso recibido y medido en el mismo receptor sintonizado a la frecuencia de respuesta en uso durante la transmisión de los impulsos requeridos. Esta disposición se refiere a todas las transmisiones espurias, incluso a la interferencia del modulador y eléctrica.

**3.5.4.1.6.1.** DME/N. El nivel de potencia espuria especificado en 3.5.4.1.6 será más de 80 dB por debajo del nivel de potencia de cresta del impulso.

**3.5.4.1.6.2.** DME/P. El nivel de potencia espuria especificado en 3.5.4.1.6 será más de 80 dB por debajo del nivel de potencia de cresta del impulso.

**3.5.4.1.6.3.** Radiación espuria fuera de banda. En todas las frecuencias desde 10 a 1800 MHz, excluyendo la banda de frecuencia de 960 a 1215 MHz, la salida espuria del transmisor del transpondedor DME no excederá de -40 dBm en cualquier banda de receptor de 1 kHz.

**3.5.4.1.6.4.** La potencia isotrópica radiada equivalente a todos los armónicos CW de la frecuencia portadora en cualquier canal de operación DME no excederá de -10 dBm.

### **3.5.4.2. Receptor**

**3.5.4.2.1.** Frecuencia de operación. La frecuencia central del receptor será la frecuencia de interrogación apropiada al canal DME asignado (véase 3.5.3.3.3).

**3.5.4.2.2.** Estabilidad de frecuencia. La frecuencia central del receptor no variará en más de  $\pm 0,002\%$  de la frecuencia asignada.

### **3.5.4.2.3. Sensibilidad del transpondedor**

**3.5.4.2.3.1.** En ausencia de todos los pares de impulsos de interrogación, con la excepción de

aquellos necesarios para llevar a cabo las mediciones de sensibilidad, los pares de impulsos de la interrogación con la separación y la frecuencia nominales correctas, accionarán al transpondedor si la densidad de potencia de cresta en la antena del transpondedor es de por lo menos:

- (a) -103 dBW/m<sup>2</sup> para el DME/N con un alcance de cobertura de más de 56 km (30 NM);
- (b) -93 dBW/m<sup>2</sup> para el DME/N con un alcance de cobertura de no más de 56 km (30 NM);
- (c) -86 dBW/m<sup>2</sup> para el DME/P en modo IA;
- (d) -75 dBW/m<sup>2</sup> para el DME/P en modo FA.

**3.5.4.2.3.2.** Las densidades mínimas de potencia especificadas en 3.5.4.2.3.1 originarán una respuesta de transpondedor con una eficacia de por lo menos:

- (a) 70% para el DME/N;
- (b) 70% para el DME/P en modo IA;
- (c) 80% para el DME/P en modo FA.

**3.5.4.2.3.3.** Gama dinámica del DME/N. Debe mantenerse el rendimiento del transpondedor cuando la densidad de potencia de la señal de interrogación en la antena del transpondedor tenga un valor comprendido entre el mínimo especificado en 3.5.4.2.3.1 y un máximo de -22 dBW/m<sup>2</sup> si se instala con el ILS o con el MLS, y de -35 dBW/m<sup>2</sup>, si se instala para otros fines.

**3.5.4.2.3.4.** Gama dinámica del DME/P. Debe mantenerse el rendimiento del transpondedor cuando la densidad de potencia de la señal de interrogación en la antena del transpondedor tenga un valor comprendido entre el mínimo especificado en 3.5.4.2.3.1 y un máximo de -22 dBW/m<sup>2</sup>

**3.5.4.2.3.5.** El nivel de sensibilidad no variará más de 1 dB para cargas del transpondedor comprendidas entre 0 y 90% de su velocidad máxima de transmisión.

**3.5.4.2.3.6.** DME/N. Cuando la separación de un par de impulsos de interrogador se aparte del valor nominal en hasta  $\pm 1 \mu\text{s}$ , la sensibilidad del receptor no se reducirá en más de 1 dB.

**3.5.4.2.3.7.** DME/P. Cuando la separación de un par de impulsos de interrogador se aparta del valor nominal en hasta 1ms, la sensibilidad del receptor no se reducirá en más de 1dB.

#### **3.5.4.2.4.** Limitación de la carga

**3.5.4.2.4.1.** DMEN/N. Cuando la carga del transpondedor exceda del 90% de la velocidad máxima de transmisión, debe reducirse automáticamente la sensibilidad del receptor a fin de limitar las respuestas del transpondedor, para que no se exceda nunca la velocidad máxima de transmisión admisible. (El margen de reducción de ganancia debe ser por lo menos de 50 dB).

**3.5.4.2.4.2.** DME/P. Con objeto de evitar una sobrecarga, el respondedor limitará sus respuestas automáticamente, garantizándose así que no se excede la velocidad máxima de transmisión. Si la reducción de sensibilidad del receptor fuera necesaria para satisfacer este requisito, se aplicará al modo IA pero no al modo FA.

**3.5.4.2.5.** Ruido. Cuando se interroge al receptor a las densidades de potencia especificadas en 3.5.4.2.3.1 para producir una velocidad de transmisión igual al 90% de la máxima, los pares de impulsos generados por el ruido no excederán del 5% de la velocidad de transmisión máxima.

#### **3.5.4.2.6.** Anchura de banda

**3.5.4.2.6.1.** La anchura de banda mínima admisible en el receptor será tal que el nivel de sensibilidad del transpondedor no se reduzca en más de 3 dB cuando la variación total del receptor se añada a una variación de frecuencia de la interrogación recibida de  $\pm 100 \text{ kHz}$ .

**3.5.4.2.6.2.** DME/N. La anchura de banda del receptor será suficiente para permitir el cumplimiento de la especificación 3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en 3.5.5.1.3.

**3.5.4.2.6.3.** DME/P — modo IA. La anchura de banda del receptor será suficiente para permitir el cumplimiento de 3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en 3.5.5.1.3. La anchura de banda de 12 dB no excederá de 2 MHz y la anchura de banda de 60 dB no excederá de 10 MHz.

**3.5.4.2.6.4.** DME/P — modo FA. La anchura de banda del receptor será suficiente para permitir el cumplimiento de 3.5.3.1.3 cuando las señales de entrada sean las especificadas en 3.5.5.1.3. La anchura de banda de 12 dB no excederá de 6 MHz y la anchura de banda de 60 dB no excederá de 20 MHz.

**3.5.4.2.6.5.** Las señales que difieran en más de 900 kHz de la frecuencia nominal del canal deseado y que tengan densidades de potencia hasta los valores especificados en 3.5.4.2.3.3 para el DME/N y en 3.5.4.2.3.4 para el DME/P, no activarán el transpondedor. Las señales que lleguen a la frecuencia intermedia serán suprimidas por lo menos en 80 dB. Las demás respuestas o señales espurias dentro de la banda de 960 a 1215 MHz, y las frecuencias imagen se suprimirán por lo menos en 75 dB.

**3.5.4.2.7.** Tiempo de restablecimiento. Dentro de los 8  $\mu$ s siguientes a la recepción de una señal de entre 0 y 60 dB sobre el nivel mínimo de sensibilidad, dicho nivel del transpondedor para una señal deseada quedará dentro de 3 dB del valor obtenido a falta de señales. Este requisito se satisfará con la inactividad de los circuitos supresores de eco, si los hubiere. Los 8  $\mu$ s deben medirse entre los puntos de tensión media de los bordes anteriores de las dos señales, ajustándose ambas en su forma a las especificaciones estipuladas en 3.5.5.1.3.

**3.5.4.2.8.** Radiaciones espurias. La radiación de cualquier parte del receptor o de los circuitos conectados a él satisfará los requisitos estipulados en 3.5.4.1.6.

**3.5.4.2.9.** Supresión de CW y de ecos. La supresión de CW y de ecos debe ser la adecuada para los emplazamientos en que hayan de usarse los transpondedores.

*Nota.— A este respecto, se entiende por ecos las señales no deseadas originadas por la transmisión por diferentes vías (reflexiones, etc.).*

#### **3.5.4.2.10.** Protección contra la interferencia

La protección contra la interferencia fuera de la banda de frecuencias DME debe ser la adecuada para los emplazamientos en que hayan de usarse los transpondedores.

#### **3.5.4.3.** Decodificación

**3.5.4.3.1.** El transpondedor incluirá un circuito decodificador de forma que el transpondedor sólo se pueda activar cuando reciba pares de impulsos que tengan duración y separaciones apropiadas a las señales del interrogador, como se describe en 3.5.5.1.3 y 3.5.5.1.4.

**3.5.4.3.2.** Las características del circuito decodificador no se verán alteradas por las señales que lleguen antes, entre, o después de los impulsos constituyentes de un par que tenga espaciado correcto.

**3.5.4.3.3.** DME/N — Rechazo del decodificador. Un par de impulsos de interrogación con separación de  $\pm 2 \mu$ s, o más, del valor nominal y con un nivel de señal de hasta el valor especificado en 3.5.4.2.3.3, será rechazado de modo que la velocidad de transmisión no supere el valor obtenido cuando haya ausencia de interrogaciones.

**3.5.4.3.4.** DME/P — Rechazo del decodificador. Un par de impulsos de interrogación, con separación de  $\pm 2 \mu$ s, o más, del valor nominal y con un nivel de señal de hasta el valor especificado en 3.5.4.2.3.4, será rechazado de modo que la velocidad de transmisión no supere el valor obtenido cuando haya ausencia de interrogaciones.

#### **3.5.4.4.** Retardo de tiempo

**3.5.4.4.1.** Cuando el DME esté asociado solamente con una instalación VHF, el retardo de tiempo será el intervalo entre el punto a mitad de voltaje del frente interior del segundo impulso constituyente del par de interrogación, y el punto a mitad del voltaje del frente anterior del segundo impulso

constituyente de la transmisión de respuesta, y este retardo será de conformidad con la tabla siguiente, cuando se desee que los interrogadores de las aeronaves indiquen la distancia desde el emplazamiento del transpondedor.

| Sufijo de canal | Modo de funcionamiento | Separación entre pares de impulso ( $\mu\text{s}$ ) |           | Retardo ( $\mu\text{s}$ ) |                          |
|-----------------|------------------------|---|-----------|---------------------------|--------------------------|
|                 |                        | Interrogación                                       | Respuesta | 1er impulso Temporización | 2º impulso Temporización |
| X               | DME/N                  | 12  | 12        | 50                        | 50                       |
|                 | DME/P IA M             | 12  | 12        | 50                        | —                        |
|                 | DME/P FA M             | 18  | 12        | 56                        | —                        |
| Y               | DME/N                  | 36  | 30        | 56                        | 50                       |
|                 | DME/P IA M             | 36  | 30        | 56                        | —                        |
|                 | DME/P FA M             | 42  | 30        | 62                        | —                        |
| W               | DME/N                  | —   | —         | —                         | —                        |
|                 | DME/P IA M             | 24  | 24        | 50                        | —                        |
|                 | DME/P FA M             | 30  | 24        | 56                        | —                        |
| Z               | DME/N                  | —   | —         | —                         | —                        |
|                 | DME/P IA M             | 21  | 15        | 56                        | —                        |
|                 | DME/P FA M             | 27  | 15        | 62                        | —                        |

*Nota 1.— W y X se multiplexan a la misma frecuencia.*

*Nota 2.— Z e Y se multiplexan a la misma frecuencia.*

**3.5.4.4.2.** Cuando un DME esté asociado con una instalación de ángulo MLS el retardo de tiempo será el intervalo entre el punto a mitad de voltaje del frente anterior del primer impulso constituyente del par de interrogación, y el punto a mitad de voltaje del frente anterior del primer impulso constituyente de la transmisión de respuesta, y este retardo será de 50  $\mu\text{s}$  para los canales del modo X y de 56  $\mu\text{s}$  para los canales del modo Y, cuando se desee que los interrogadores de las aeronaves indiquen la distancia desde el emplazamiento del transpondedor.

**3.5.4.4.2.1.** No se permitirá ajustar el retardo en los transpondedores DME/P.

**3.5.4.4.3.** Para el DME/N, el retardo del transpondedor debe poderse ajustar a un valor apropiado entre el valor nominal del retardo menos 15  $\mu\text{s}$  y el valor nominal del retardo, para que los interrogadores de las aeronaves puedan indicar la distancia cero a un punto específico que esté alejado del emplazamiento del transpondedor.

*Nota.— Aquellos modos que no permitan disponer del margen completo de 15  $\mu\text{s}$  de ajuste del retardo del transpondedor pueden ajustarse solamente hasta los límites fijados por el retardo del circuito de transpondedor y por el tiempo de restablecimiento.*

**3.5.4.4.3.1.** DME/N. El retardo será el intervalo entre el punto de tensión media del borde anterior del primer impulso del par de interrogación y el punto de tensión media del borde anterior del primer impulso de la transmisión de respuesta.

**3.5.4.4.3.2.** DME/P — modo IA. El retardo será el intervalo entre el punto de tensión media del borde anterior del primer impulso del par de impulsos de interrogación y el punto de tensión media del borde anterior del primer impulso del par de impulsos de respuesta.

**3.5.4.4.3.3.** DME/P — modo FA. El retardo será el intervalo entre el origen virtual del primer impulso del par de impulsos de interrogación y el origen virtual del primer impulso de par de impulsos de respuesta. Los puntos de medición del tiempo de llegada se encontrarán dentro del tiempo de aumento parcial del primer impulso del par de impulsos, en cada caso.

**3.5.4.4.4.** DME/N. Los transpondedores deben estar emplazados lo más cerca posible del punto en

que se requiere la indicación cero.

*Nota 1.— Es conveniente que el radio de esfera en la superficie de la cual se da la indicación cero sea lo más pequeño posible a fin de mantener al mínimo la zona de ambigüedad.*

*Nota 2.— En el Adjunto C párrafo 7.1.6 y el Adjunto G capítulo 5 del Anexo 10 volumen I, se proporciona un texto de orientación sobre el emplazamiento común del DME y del MLS. En estos textos de orientación se indican en particular las medidas apropiadas que han de adoptarse para impedir que, respecto a la misma pista, se den distintas indicaciones de distancia cero cuando el DME/P esté asociado con el MLS y cuando el DME/N esté asociado con el ILS.*

#### **3.5.4.5. Precisión**

**3.5.4.5.1. DME/N.** El transpondedor no contribuirá con un error mayor de  $\pm 1 \mu\text{s}$  [150 m (500 ft)] al error total del sistema.

**3.5.4.5.1.1. DME/N.** La contribución al error total del sistema debido a la combinación de errores del transpondedor, errores de coordenadas de emplazamiento del transpondedor, efectos de propagación y efectos de interferencia de pulsos aleatorios no debe ser superior a  $\pm 340 \text{ m}$  (0,183 NM) más 1,25% de la distancia medida.

*Nota.— Este límite de contribución de errores incluye aquéllos debidos a todas las causas, a excepción del equipo de a bordo y supone que este equipo mide el retardo basándose en el primer pulso constituyente de un par de pulsos.*

**3.5.4.5.1.2. DME/N.** La combinación de errores del transpondedor, errores de coordenadas del emplazamiento del transpondedor, efectos de propagación y efectos de interferencia de pulsos aleatorios no debe contribuir con un error superior a  $\pm 185 \text{ m}$  (0,1 NM) al error total del sistema.

*Nota.— Este límite de contribución de errores incluye aquéllos debidos a todas las causas, a excepción del equipo de a bordo y supone que este equipo mide el retardo basándose en el primer pulso constituyente de un par de pulsos.*

**3.5.4.5.2. DME/N.** El transpondedor asociado a una ayuda para el aterrizaje no contribuirá con un error mayor de  $\pm 0,5 \mu\text{s}$  [75 m (250 ft)] al error total del sistema.

#### **3.5.4.5.3. DME/P — modo FA**

**3.5.4.5.3.1. Norma de precisión 1.** El transpondedor no contribuirá con un PFE de más de  $\pm 10 \text{ m}$  ( $\pm 33 \text{ ft}$ ) y un CME de más de  $\pm 8 \text{ m}$  ( $\pm 26 \text{ ft}$ ) al error total del sistema.

**3.5.4.5.3.2. Norma de precisión 2.** El transpondedor no contribuirá con un PFE de más de  $\pm 5 \text{ m}$  ( $\pm 16 \text{ ft}$ ) y un CMN de más de  $\pm 5 \text{ m}$  ( $\pm 16 \text{ ft}$ ) al error total del sistema.

**3.5.4.5.4. DME/P — modo IA.** El transpondedor no contribuirá con un PFE de más de  $\pm 15 \text{ m}$  ( $\pm 50 \text{ ft}$ ) y un CMN de más de  $\pm 10 \text{ m}$  ( $\pm 33 \text{ ft}$ ) al error total del sistema.

**3.5.4.5.5.** Cuando un DME está asociado con una instalación de ángulo MLS, la exactitud anterior debe incluir el error introducido por la detección del primer impulso debido a las tolerancias de espaciado de los impulsos.

#### **3.5.4.6. Rendimiento**

**3.5.4.6.1.** El rendimiento de respuesta del transpondedor será de por lo menos el 70% en el caso del DME/N y del DME/P (en modo IA) y el 80% en el caso del DME/P (en modo FA) para todos los valores de carga del transpondedor, hasta la carga correspondiente a 3.5.3.5, y para el nivel mínimo de sensibilidad especificado en 3.5.4.2.3.1 y 3.5.4.2.3.5.

*Nota.— Cuando se considere el valor de eficacia de respuesta del transpondedor, ha de tenerse en cuenta el tiempo muerto del DME y la carga correspondiente a la función monitora.*

**3.5.4.6.2. Tiempo muerto del transpondedor.** El receptor del transpondedor quedará inactivo durante un período que normalmente no exceda de  $60 \mu\text{s}$  después de la decodificación de una interrogación válida. En casos extremos cuando el emplazamiento geográfico del transpondedor sea tal que haya

problemas de reflexión indeseables, pudiera aumentarse el tiempo muerto pero solamente lo mínimo necesario para permitir la supresión de ecos del DME/N y del DME/P en el modo IA.

**3.5.4.6.2.1.** En el DME/P el tiempo muerto del modo IA no suprimirá el canal de modo FA y viceversa.

#### **3.5.4.7. Supervisión y control**

**3.5.4.7.1.** Se proporcionarán medios en cada emplazamiento del transpondedor para supervisar y controlar automáticamente el transpondedor en uso.

#### **3.5.4.7.2. Supervisión del DME/N**

**3.5.4.7.2.1.** Si se presenta alguna de las condiciones especificadas en 3.5.4.7.2.2, el equipo monitor hará lo siguiente:

- (a) dará una indicación apropiada en un punto de control;
- (b) el transpondedor en servicio dejará automáticamente de funcionar; y
- (c) el transpondedor auxiliar, si se dispone del mismo, se pondrá automáticamente en funcionamiento.

**3.5.4.7.2.2.** El equipo monitor funcionará en la forma especificada en 3.5.4.7.2.1, si:

- (a) el retardo del transpondedor difiere del valor asignado en  $1 \mu\text{s}$  [150 m (500 ft)] o más;
- (b) en el caso de un DME/N asociado con una ayuda para el aterrizaje, el retardo del transpondedor difiere del valor asignado en  $0,5 \mu\text{s}$  [75 m (250 ft)] o más.

**3.5.4.7.2.3.** El equipo monitor debe funcionar en la forma especificada en 3.5.4.7.2.1, si la separación entre el primer y el segundo impulsos del par de impulsos del transpondedor difiere del valor nominal especificado en la tabla que figura a continuación de 3.5.4.4.1, en  $1 \mu\text{s}$  o más.

**3.5.4.7.2.4.** El equipo monitor debe dar también una indicación apropiada en el punto de control si surge alguna de las condiciones siguientes:

- (a) una disminución de 3 dB o más en la potencia de salida transmitida por el transpondedor;
- (b) una disminución de 6 dB o más en el nivel mínimo de sensibilidad del transpondedor (siempre que esto no se deba a acción de los circuitos de reducción automática de ganancia del receptor);
- (c) la separación entre el primer y segundo impulsos del par de impulsos de respuesta del transpondedor difiere del valor normal especificado en 3.5.4.1.4 en  $1 \mu\text{s}$  o más;
- (d) variación de las frecuencias del transmisor y receptor del transpondedor fuera del margen de control de los circuitos de referencia (cuando las frecuencias de operación no se controlan directamente por cristal).

**3.5.4.7.2.5.** Se proporcionarán medios a fin de que las condiciones y funcionamiento defectuoso enumerados en 3.5.4.7.2.2, 3.5.4.7.2.3 y 3.5.4.7.2.4 que son objeto de supervisión, puedan persistir por un período determinado antes de que actúe el equipo monitor. Este período será lo más reducido posible, pero no excederá de 10 s, compatible con la necesidad de evitar interrupciones, debidas a efectos transitorios, del servicio suministrado por el transpondedor.

**3.5.4.7.2.6.** No se activará el transpondedor más de 120 veces por segundo, ya sea para fines de supervisión o de control automático de frecuencia, o de ambos.

#### **3.5.4.7.3. Supervisión del DME/P**

**3.5.4.7.3.1.** El sistema monitor hará que cese la radiación del transpondedor y proporcionará una advertencia en un punto de control si alguna de las condiciones siguientes persiste durante un período mayor que el especificado:

- (a) existe un cambio del PFE del transpondedor que excede los límites especificados en 3.5.4.5.3 ó 3.5.4.5.4 en más de un segundo. Si se excede el límite del modo FA pero se mantiene el límite del modo IA, este último modo puede permanecer en funcionamiento;

- (b) existe una reducción de la PIRE a un valor inferior del necesario para satisfacer los requisitos especificados en 3.5.4.1.5.3, durante un período de más de un segundo;
- (c) existe una reducción de 3 dB, o más, en la sensibilidad del transpondedor necesaria para satisfacer los requisitos especificados en 3.5.4.2.3, durante un período de más de 5 s en el modo FA y de más de 10 s en el modo IA (siempre que esto no se deba a la reacción de los circuitos de reducción automática de la sensibilidad del receptor);
- (d) la separación entre el primer y segundo impulsos del par de impulsos de respuesta del transpondedor difiere del valor especificado en la tabla que figura en 3.5.4.4.1 en 0,25  $\mu$ s, o más, durante un período de más de un segundo.

**3.5.4.7.3.2.** El dispositivo monitor debe dar una indicación adecuada en un punto de control si, durante más de un segundo, el tiempo de aumento parcial del impulso de respuesta aumentara a más de 0,3  $\mu$ s o disminuyera a menos de 0,2  $\mu$ s.

**3.5.4.7.3.3.** El período durante el cual se radia una información de guía errónea no excederá de los valores especificados en 3.5.4.7.3.1. Durante este período se llevarán a cabo los intentos de corregir el error poniendo a cero el equipo terrestre principal o conmutando al equipo terrestre de reserva, si existe éste. Si el error no se corrige dentro del tiempo permitido, cesará la radiación. Después de la interrupción anterior, no se intentará restaurar el servicio hasta haber transcurrido un período de 20 segundos.

**3.5.4.7.3.4.** No se activará al transpondedor más de 120 veces por segundo para fines de supervisión en el modo IA ni más de 150 veces por segundo para fines de supervisión en el modo FA.

**3.5.4.7.3.5.** Falla del equipo monitor del DME/N y del DME/P. Las fallas de cualquier componente del equipo monitor producirán, automáticamente, los mismos resultados que se obtendrían del mal funcionamiento del elemento objeto de supervisión.

### 3.5.5. Características técnicas del interrogador

*Nota.— Los incisos siguientes especifican únicamente los parámetros del interrogador que se deben definir para lograr que éste:*

- (a) no impida la operación efectiva del sistema DME, por ejemplo, aumentando anormalmente la carga del transpondedor; y
- (b) pueda dar lecturas precisas de distancia.

#### 3.5.5.1. Transmisor

**3.5.5.1.1.** Frecuencia de operación. El interrogador transmitirá en la frecuencia de la interrogación apropiada al canal DME asignado (véase 3.5.3.3.3).

*Nota.— Esta especificación no excluye el uso de interrogadores de a bordo que tengan menos del número total de canales de operación.*

**3.5.5.1.2.** Estabilidad de frecuencia. La radiofrecuencia de operación no variará en más de  $\pm 100$  kHz del valor asignado.

**3.5.5.1.3.** Forma y espectro del impulso. Se aplicará lo siguiente a todos los impulsos radiados:

(a) Tiempo de aumento del impulso:

(1) DME/N. El tiempo de aumento del impulso no excederá de 3  $\mu$ s.

(2) DME/P. El tiempo de aumento de impulso no excederá de 1,6  $\mu$ s. Para el modo FA, el impulso tendrá un tiempo de aumento parcial de  $0,25 \pm 0,05$   $\mu$ s. Con respecto al modo FA y a la norma de precisión 1, la pendiente del impulso en el tiempo de aumento parcial no variará en más de  $\pm 20\%$ . Para la norma de precisión 2, la pendiente no variará en más de  $\pm 10\%$ .

(3) DME/P. El tiempo de aumento del impulso no debe exceder de 1,2  $\mu$ s.

(b) La duración del impulso será de  $3,5 \mu\text{s} \pm 0,5 \mu\text{s}$ .

- (c) El tiempo de disminución del impulso será nominalmente de 2,5  $\mu$ s, pero no excederá de 3,5  $\mu$ s.
- (d) La amplitud instantánea del impulso entre el punto del borde anterior que tiene 95% de la amplitud máxima y el punto del borde posterior que tiene el 95% de la amplitud máxima, no tendrá en ningún momento un valor inferior al 95% de la amplitud máxima de tensión del impulso.
- (e) El espectro de la señal modulada por impulso será tal que, por lo menos, el 90% de la energía de cada impulso estará en la banda de 0,5 MHz centrada en la frecuencia nominal del canal.
- (f) Para aplicar correctamente las técnicas de fijación de umbrales, la magnitud instantánea de las señales transitorias que acompañen la activación del impulso y que ocurren antes del origen virtual, serán inferiores al 1% de la amplitud máxima del impulso. El proceso de activación no se iniciará durante el microsegundo anterior al origen virtual.

*Nota 1.— El límite inferior del tiempo de aumento del impulso [véase 3.5.5.1.3.(a)] y del tiempo de disminución [véase 3.5.5.1.3.(c)], se rigen por los requisitos de espectro en 3.5.5.1.3.(e).*

*Nota 2.— Aun cuando el inciso (e) de 3.5.5.1.3 requiera un espectro prácticamente obtenible, es conveniente hacer lo posible por conseguir las siguientes características de control del espectro: el espectro de la señal modulada por impulso es tal que la potencia contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en frecuencias superiores en 0,8 MHz e inferiores en 0,8 MHz respecto a la frecuencia nominal del canal es en cada caso por lo menos de 23 dB por debajo de la potencia contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en la frecuencia nominal del canal. La potencia contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en frecuencias de 2 MHz más o 2 MHz menos que la frecuencia nominal del canal, es en cada caso por lo menos de 38 dB por debajo de la potencia contenida en una banda de 0,5 MHz centrada en la frecuencia nominal del canal. Todo lóbulo adicional del espectro es de menor amplitud que el lóbulo adyacente más cercano a la frecuencia nominal del canal.*

#### **3.5.5.1.4. Separación entre impulsos**

**3.5.5.1.4.1.** La separación entre los impulsos constituyentes de pares de impulsos transmitidos será la indicada en la tabla que figura en 3.5.4.4.1.

**3.5.5.1.4.2. DME/N.** La tolerancia de la separación entre impulsos será de  $\pm 0,5 \mu$ s.

**3.5.5.1.4.3. DME/N.** La tolerancia de la separación entre impulsos debe ser de  $\pm 0,25 \mu$ s.

**3.5.5.1.4.4. DME/P.** La tolerancia de la separación entre impulsos será de  $\pm 0,25 \mu$ s.

**3.5.5.1.4.5.** La separación entre impulsos se medirá entre los puntos de tensión media de los bordes anteriores de los impulsos.

#### **3.5.5.1.5. Frecuencia de repetición de los impulsos**

**3.5.5.1.5.1.** La frecuencia de repetición de los impulsos será la especificada en 3.5.3.4.

**3.5.5.1.5.2.** La variación en tiempo entre pares sucesivos de impulsos de interrogación será suficiente para impedir los acoplamientos falsos.

**3.5.5.1.5.3. DME/P.** A los efectos de lograr la precisión de sistema especificada en 3.5.3.1.4, la variación en el tiempo entre pares sucesivos de impulsos de interrogación será suficientemente aleatoria como para impedir la correlación de los errores por trayectos múltiples de alta frecuencia.

*Nota.— En el Adjunto C párrafo 7.3.7 del Anexo 10 volumen I, se da orientación sobre los efectos de los trayectos múltiples del DME/P.*

**3.5.5.1.6. Radiación espuria.** Durante los intervalos entre la transmisión de cada uno de los impulsos, la potencia espuria del impulso recibida y medida en un receptor que tenga las mismas características que el receptor del transpondedor DME, pero sintonizado a cualquier frecuencia de interrogación o respuesta DME, será mayor de 50 dB por debajo de la potencia de cresta del impulso recibida y medida en el mismo receptor sintonizado a la frecuencia de interrogación en uso durante la transmisión de los impulsos requeridos. Esta disposición se aplicará a todas las transmisiones espurias del impulso. La potencia CW espuria radiada del interrogador en cualquier frecuencia DME de interrogación o respuesta no excederá de 20  $\mu$ w (-47 dBW).

*Nota.— Aunque la radiación espuria CW entre impulsos se limita a los niveles que no exceden de -47 dBW, se advierte a los Estados que donde se emplean interrogadores DME y transpondedores de radar secundario de vigilancia en la misma aeronave, puede ser necesario proveer protección al SSR de a bordo en la banda de 1015 a 1045 MHz. Esta protección puede proporcionarse limitando la CW conducida y radiada a un nivel del orden de -77 dBW. Cuando este nivel no se pueda lograr, el grado requerido de protección puede suministrarse al proyectar el emplazamiento relativo de las antenas del SSR y DME de la aeronave. Cabe anotar que solamente unas pocas de estas frecuencias se utilizan en la planificación de pares de frecuencias VHF y DME.*

**3.5.5.1.7.** La potencia espuria del impulso recibida y medida según las condiciones establecidas en 3.5.5.1.6 debe ser 80 dB por debajo de la potencia de cresta requerida recibida del impulso.

*Nota.— Referencia 3.5.5.1.6 y 3.5.5.1.7 — si bien se recomienda la limitación de la radiación espuria CW entre impulsos a niveles que no excedan de 80 dB por debajo de la potencia de cresta recibida del impulso, los Estados deben tener cuidado cuando los usuarios empleen transpondedores radar secundarios de vigilancia en la misma aeronave, de que quizá sea necesario limitar la CW directa y radiada a no más de 0,02  $\mu$ W en la banda de frecuencia de 1015 a 1045 MHz. Debe notarse que sólo pocas de estas frecuencias se utilizan en el plan de pares VHF/DME.*

**3.5.5.1.8.** DME/P. La PIRE de cresta no será inferior a la requerida para asegurar las densidades de potencia señaladas en 3.5.4.2.3.1 en todas las condiciones meteorológicas de operación.

### **3.5.5.2. Retardo**

**3.5.5.2.1.** El retardo estará de acuerdo con los valores indicados en la tabla que figura en 3.5.4.4.1.

**3.5.5.2.2.** DME/N. El retardo será el intervalo comprendido entre el punto de tensión media del borde anterior del segundo impulso constituyente de interrogación y el momento en que los circuitos de distancia lleguen a la condición correspondiente a la indicación de distancia cero.

**3.5.5.2.3.** DME/N. El retardo será el intervalo comprendido entre el tiempo del punto de tensión media del borde anterior del primer impulso de interrogación y el tiempo en que los circuitos de distancia lleguen a la condición correspondiente a la indicación de distancia cero.

**3.5.5.2.4.** DME/P — modo IA. El retardo será el intervalo comprendido entre el tiempo del punto de tensión media del borde anterior del primer impulso de interrogación y el tiempo en que los circuitos de distancia lleguen a la condición correspondiente a la indicación de distancia cero.

**3.5.5.2.5.** DME/P — modo FA. El retardo será el intervalo comprendido entre el origen virtual del borde anterior del primer impulso de interrogación y el tiempo en que los circuitos de distancia lleguen a la condición correspondiente a la indicación de distancia cero. El tiempo de llegada se medirá dentro del tiempo de aumento parcial del impulso.

### **3.5.5.3. Receptor**

**3.5.5.3.1.** Frecuencia de operación. La frecuencia central del receptor será la frecuencia del transpondedor apropiada al canal DME en operación asignado (véase 3.5.3.3.3).

#### **3.5.5.3.2. Sensibilidad del receptor**

**3.5.5.3.2.1.** DME/N. La sensibilidad del equipo de a bordo será suficiente para adquirir y proporcionar información de distancia con la precisión especificada en 3.5.5.4, para la densidad de potencia de señal especificada en 3.5.4.1.5.2.

*Nota.— Si bien la norma de 3.5.5.3.2.1 se refiere a los interrogadores DME/N, la sensibilidad del receptor es mejor de la necesaria para operar con la densidad de potencia de los transpondedores DME/N indicada en 3.5.4.1.5.1, a fin de garantizar el interfuncionamiento con el modo IA de los transpondedores DME/P.*

**3.5.5.3.2.2.** DME/P. La densidad del equipo de a bordo será suficiente para adquirir y proporcionar información de distancia con la precisión especificada en 3.5.5.4.2 y 3.5.5.4.3, para las densidades de potencia de señal especificadas en 3.5.4.1.5.3.

**3.5.5.3.2.3.** DME/N. El rendimiento del interrogador debe mantenerse cuando la densidad de potencia de la señal del transpondedor en la antena del interrogador esté comprendida entre los valores mínimos indicados en 3.5.4.1.5 y un valor máximo de  $-18$  dBW/m<sup>2</sup>.

**3.5.5.3.2.4.** DME/P. El rendimiento del interrogador debe mantenerse cuando la densidad de potencia de la señal del transpondedor en la antena del interrogador esté comprendida entre los valores mínimos indicados en 3.5.4.1.5 y un valor máximo de  $-18$  dBW/m<sup>2</sup>.

### **3.5.5.3.3.** Anchura de banda

**3.5.5.3.3.1.** DME/N. La anchura de banda del receptor será suficiente para que se cumpla con la especificación de 3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en 3.5.4.1.3.

**3.5.5.3.3.2.** DME/P — modo IA. La anchura de banda del receptor será suficiente para que se cumpla con la especificación de 3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en 3.5.4.1.3. La anchura de banda de 12 dB no excederá de 2 MHz y la anchura de banda de 60 dB no excederá de 10 MHz.

**3.5.5.3.3.3.** DME/P — modo FA. La anchura de banda del receptor será suficiente para que se cumpla con la especificación de 3.5.3.1.3, cuando las señales de entrada sean las especificadas en 3.5.5.1.3. La anchura de banda de 12 dB no excederá de 6 MHz y la anchura de 60 dB no excederá de 20 MHz.

### **3.5.5.3.4.** Rechazo de interferencia

**3.5.5.3.4.1.** Cuando la relación entre las señales deseadas y no deseadas DME de canal común es de 8 dB, por lo menos, en los terminales de entrada del receptor de a bordo, el interrogador debe presentar información de distancia y proporcionar sin ambigüedad identificación de la señal más fuerte.

*Nota.— La expresión “canal común” se refiere a aquellas señales de respuesta que utilizan la misma frecuencia y la misma separación entre pares de impulsos.*

**3.5.5.3.4.2.** DME/N. Se rechazarán aquellas señales DME que difieran en más de 900 kHz de la frecuencia nominal del canal deseada y con amplitudes de hasta 42 dB por encima del umbral de sensibilidad.

**3.5.5.3.4.3.** DME/P. Se rechazarán aquellas señales DME que difieran en más de 900 kHz de la frecuencia nominal del canal deseada y con amplitudes de hasta 42 dB por encima del umbral de sensibilidad.

### **3.5.5.3.5.** Decodificación

**3.5.5.3.5.1.** El interrogador comprenderá un circuito decodificador de modo que el receptor pueda ser accionado solamente por pares de impulsos recibidos con una duración de impulsos y una separación entre impulsos adecuada a las señales del transpondedor que se describen en 3.5.4.1.4.

**3.5.5.3.5.2.** DME/N — Rechazo del decodificador. Se rechazará todo par de impulsos de respuesta con una separación de  $\pm 2$   $\mu$ s, o más, con respecto al valor nominal y con cualquier nivel de señal de hasta 42 dB por encima de la sensibilidad del receptor.

**3.5.5.3.5.3.** DME/P — Rechazo del decodificador. Se rechazará todo par de impulsos de respuesta con una separación de  $\pm 2$   $\mu$ s, o más, con respecto al valor nominal, y con cualquier nivel de señal de hasta 42 dB por encima de la sensibilidad del receptor.

### **3.5.5.4.** Precisión

**3.5.5.4.1.** DME/N. El interrogador no contribuirá con un error superior a  $\pm 315$  m ( $\pm 0,17$  NM) o 0,25% del alcance indicado, lo que sea mayor, al error total del sistema.

**3.5.5.4.2.** DME/P — modo IA. El interrogador no contribuirá con un error de más de  $\pm 30$  m ( $\pm 100$  ft) al PFE total del sistema y con un error de más de  $\pm 15$  m ( $\pm 50$  ft) al CMN total del sistema.

**3.5.5.4.3.** DME/P — modo FA

**3.5.5.4.3.1.** Norma de precisión 1. El interrogador no contribuirá con un error de más de  $\pm 15$  m ( $\pm 50$  ft) al PFE total del sistema y con un error de más de  $\pm 10$  m ( $\pm 33$  ft) al CMN total del sistema.

**3.5.5.4.3.2.** Norma de precisión 2. El interrogador no contribuirá con un error de más de  $\pm 7$  m ( $\pm 23$  ft) el PFE total del sistema y con un error de más de  $\pm 7$  m ( $\pm 23$  ft) al CMN total del sistema.

*Nota.— En el Adjunto C párrafo 7.3.4 del Anexo 10 volumen I, se proporciona texto de orientación relativo a los filtros que contribuyen a lograr la precisión señalada anteriormente.*

**3.5.5.4.4.** DME/P. El interrogador logrará la precisión especificada en 3.5.3.1.4 con una eficacia de sistema del 50% o más.

*Nota.— En el Adjunto C párrafo 7.1.1 del Anexo 10 volumen I, se proporciona texto de orientación relativo a la eficacia del sistema.*

### 3.6. Especificación para las radiobalizas VHF en ruta (75 MHz)

#### 3.6.1. Equipo

**3.6.1.1.** Frecuencias. Las emisiones de las radiobalizas VHF en ruta se harán en una radiofrecuencia de  $75 \text{ MHz} \pm 0,005\%$ .

#### 3.6.1.2. Características de las emisiones

**3.6.1.2.1.** Las radiobalizas radiarán una portadora ininterrumpida modulada a una profundidad no inferior al 95% ni superior al 100%. El contenido total de armónicas de la modulación no excederá del 15%.

**3.6.1.2.2.** La frecuencia del tono de modulación será de  $3\,000 \text{ Hz} \pm 75 \text{ Hz}$ .

**3.6.1.2.3.** La radiación se polarizará horizontalmente.

**3.6.1.2.4.** Identificación. Si es necesaria la identificación en clave en una radiobaliza, el tono de modulación se manipulará de modo que transmita rayas o puntos, o ambos, en un orden adecuado. La forma en que se haga la manipulación será tal que proporcione duraciones de los puntos y de las rayas, así como de los intervalos de espaciado, correspondientes a una velocidad de transmisión de 6 a 10 palabras por minuto aproximadamente. No se interrumpirá la portadora durante la identificación.

#### 3.6.1.2.5. Zona de servicio y diagrama de radiación

*Nota.— La zona de servicio y el diagrama de radiación de las radiobalizas se establecerán generalmente por los Estados contratantes, a base de los requisitos de operación teniendo en cuenta las recomendaciones de las conferencias regionales.*

*El diagrama de radiación más conveniente sería el que:*

**(a)** *en el caso de radiobalizas de abanico, haga funcionar la lámpara solamente cuando la aeronave esté dentro de un paralelepípedo rectangular simétrico respecto a la línea vertical que pase por la radiobaliza, y cuyos ejes mayor y menor estén situados de acuerdo con la trayectoria de vuelo servida;*

**(b)** *en el caso de radiobalizas Z, haga funcionar la lámpara solamente cuando la aeronave esté dentro de un cilindro cuyo eje sea la línea vertical que pase por la radiobaliza.*

*En la práctica no es posible obtener estos diagramas y es necesario utilizar un diagrama intermedio. En el Adjunto C del Anexo 10 volumen I, se describen, como guía, los sistemas de antena de uso corriente que han demostrado ser satisfactorios en general. Tales diseños y cualquier otro nuevo que proporcione un diagrama de radiación que se aproxime mucho al más conveniente, antes descrito, satisfará normalmente los requisitos de operación.*

**3.6.1.2.6.** Determinación de la cobertura. Los límites de cobertura de las radiobalizas se determinarán basándose en la intensidad de campo especificada en 3.1.7.3.2.

**3.6.1.2.7.** Diagrama de radiación. Normalmente el diagrama de radiación de una radiobaliza debe ser tal que el eje polar sea vertical y la intensidad de campo en el diagrama sea simétrica respecto al eje polar en el plano o planos que contengan las trayectorias de vuelo para las que ha de usarse la radiobaliza.

*Nota.— Las dificultades de emplazamiento de ciertas radiobalizas pueden obligar a aceptar ejes polares que no sean verticales.*

**3.6.1.3.** Equipo monitor. Para cada radiobaliza debe instalarse equipo apropiado de control que indique en un lugar adecuado:

- (a) toda disminución de potencia de la portadora radiada de más del 50% del valor normal;
- (b) toda disminución de profundidad de modulación por debajo del 70%;
- (c) toda falla de manipulación.

### 3.7. Requisitos para el sistema mundial de navegación por satélite (GNSS)

#### 3.7.1. Definiciones

- (1) **Alerta.** Indicación proporcionada a otros sistemas de aeronave o anuncio al piloto de que un parámetro de funcionamiento de un sistema de navegación está fuera de los márgenes de tolerancia.
- (2) **Canal de exactitud normal (CSA).** Nivel especificado de la exactitud en cuanto a posición, velocidad y tiempo de que dispone continuamente en todo el mundo cualquier usuario del GLONASS.
- (3) **Constelaciones principales de satélites.** Las constelaciones principales de satélites son el GPS y el GLONASS.
- (4) **Error de posición del GNSS.** Diferencia entre la posición verdadera y la posición determinada mediante el receptor del GNSS.
- (5) **Integridad.** Medida de la confianza que puede tenerse en la exactitud de la información proporcionada por la totalidad del sistema. En la integridad se incluye la capacidad del sistema de proporcionar avisos oportunos y válidos al usuario (alertas).
- (6) **Límite de alerta.** Margen de tolerancia de error que no debe excederse en la medición de determinado parámetro sin que se expida una alerta.
- (7) **Puerto de la antena.** Punto donde se especifica la potencia de la señal recibida. En una antena activa, el puerto de la antena es un punto ficticio entre los elementos y el preamplificador de la antena. En una antena pasiva, el puerto de la antena es la salida misma de la antena.
- (8) **Relación axial.** Relación, expresada en decibeles, entre la potencia de salida máxima y la potencia de salida mínima de una antena para una onda incidente polarizada linealmente al variar la orientación de polarización en todas las direcciones perpendiculares a la dirección de propagación.
- (9) **Servicio de determinación de la posición normalizado (SPS).** Nivel especificado de la exactitud en cuanto a la posición, velocidad y tiempo de que dispone continuamente en todo el mundo cualquier usuario del sistema mundial de determinación de la posición (GPS).
- (10) **Seudodistancia.** Diferencia entre la hora de transmisión por un satélite y la de recepción por un receptor GNSS multiplicada por la velocidad de la luz en el vacío, incluido el sesgo debido a la diferencia entre la referencia de tiempo del receptor GNSS y del satélite.
- (11) **Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS).** Sistema de aumentación por el que la información obtenida a partir de otros elementos del GNSS se añade o integra a la información disponible a bordo de la aeronave.
- (12) **Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS).** Sistema de aumentación de amplia

cobertura por el cual el usuario recibe información de aumentación transmitida por satélite.

- (13) Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS).** Sistema de aumentación por el cual el usuario recibe la información para aumentación directamente de un transmisor de base terrestre.
- (14) Sistema mundial de determinación de la posición (GPS).** Sistema de navegación por satélite explotado por los Estados Unidos.
- (15) Sistema mundial de navegación por satélite (GNSS).** Sistema mundial de determinación de la posición y la hora, que incluye una o más constelaciones de satélites, receptores de aeronave y vigilancia de la integridad del sistema con el aumento necesario en apoyo de la performance de navegación requerida en la operación prevista.
- (16) Sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS).** Sistema de navegación por satélite explotado por la Federación de Rusia.
- (17) Sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS).** Sistema de aumentación por el cual el usuario recibe la información para aumentación directamente de un transmisor que forma parte de un grupo de transmisores de base terrestre que cubren una región.
- (18) Tiempo hasta alerta.** Tiempo máximo admisible que transcurre desde que el sistema de navegación empieza a estar fuera de su margen de tolerancia hasta que se anuncia la alerta por parte del equipo.

### 3.7.2. Generalidades

#### 3.7.2.1. Funciones

**3.7.2.1.1.** El GNSS proporcionará a la aeronave datos sobre posición y hora.

*Nota.— Estos datos se obtienen a partir de mediciones de pseudodistancias entre una aeronave equipada con un receptor GNSS y diversas fuentes de señales a bordo de satélites o en tierra.*

#### 3.7.2.2. Elementos del GNSS

**3.7.2.2.1.** Se proporcionará el servicio de navegación del GNSS mediante diversas combinaciones de los siguientes elementos instalados en tierra, a bordo de satélites o a bordo de la aeronave:

- (a)** el sistema mundial de determinación de la posición (GPS) que proporciona el servicio de determinación de la posición normalizado (SPS) definido en 3.7.3.1;
- (b)** el sistema mundial de navegación por satélite (GLONASS) que proporciona la señal de navegación de canal de exactitud normal (CSA) definido en 3.7.3.2;
- (c)** el sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS) definido en 3.7.3.3;
- (d)** el sistema de aumentación basado en satélites (SBAS) definido en 3.7.3.4;
- (e)** el sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) definido en 3.7.3.5;
- (f)** el sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS) definido en 3.7.3.5; y
- (g)** el receptor GNSS de aeronave definido en 3.7.3.6.

#### 3.7.2.3. Referencia de espacio y horaria

**3.7.2.3.1.** Referencia de espacio. Se expresará la información sobre posición proporcionada al usuario mediante el GNSS en función de la referencia geodésica del Sistema geodésico mundial — 1984 (WGS-84).

*Nota 1.— Los SARPS relativos al WGS-84 figuran en el Anexo 4, Capítulo 2; el Anexo 11, Capítulo 2; el Anexo 14, Volúmenes I y II, Capítulo 1; y el Anexo 15, Capítulo 1.*

*Nota 2.— Si se emplean elementos del GNSS que no utilizan coordenadas WGS-84, habrán de aplicarse parámetros adecuados de conversión.*

**3.7.2.3.2.** Referencia horaria. Se expresarán los datos de la hora proporcionados al usuario mediante

el GNSS en una escala de tiempo en la que se tome como referencia el Tiempo Universal Coordinado (UTC).

### 3.7.2.4. Actuación de la señal en el espacio

**3.7.2.4.1.** La combinación de elementos GNSS y de un receptor de usuario GNSS sin falla satisfará los requisitos de señal en el espacio definidos en la Tabla 3.7.2.4-1 (al final de la sección 3.7).

*Nota 1.— El concepto de receptor de usuario sin falla se aplica solamente como medio para determinar la actuación de combinaciones de diversos elementos del GNSS. Se supone que el receptor sin falla tiene la exactitud y actuación de tiempo hasta alerta nominales. Se supone que tal receptor no tiene fallas que influyen en la actuación en materia de integridad, disponibilidad y continuidad.*

*Nota 2.— Para el servicio de aproximación GBAS (como se define en el Adjunto D párrafo 7.1.2.1 del Anexo 10 volumen I) diseñado para prestar apoyo a las operaciones de aproximación y aterrizaje con mínimos de Categoría III, se definen requisitos de actuación que se aplican además de los requisitos de actuación de la señal en el espacio definidos en la Tabla 3.7.2.4-1.*

### 3.7.3. Especificaciones de los elementos del GNSS

#### 3.7.3.1. Servicio de determinación de la posición normalizado GPS (SPS) (L1)

##### 3.7.3.1.1. Exactitud de los segmentos espacial y de control

*Nota.— En las normas de exactitud que siguen no se incluyen los errores atmosféricos o del receptor según se describen en el Adjunto D párrafo 4.1.2 del Anexo 10 volumen I. Se aplican según las condiciones especificadas en el Apéndice B párrafo 3.1.3.1.1 del Anexo 10 volumen I.*

**3.7.3.1.1.1.** Exactitud de la posición. Los errores de posición del SPS del GPS no excederán de los límites siguientes:

|                                 | Promedio mundial<br>95% del tiempo | Peor<br>emplazamiento<br>95% del tiempo |
|---------------------------------|------------------------------------|---|
| Error de posición<br>horizontal | 9 m (30 ft)                        | 17 m (56 ft)                            |
| Error de posición vertical      | 15 m (49 ft)                       | 37 m (121 ft)                           |

**3.7.3.1.1.2.** Exactitud en cuanto a transferencia de tiempo. Los errores de transferencia de tiempo SPS del GPS no excederán de 40 nanosegundos el 95% del tiempo.

**3.7.3.1.1.3.** Exactitud en cuanto a dominio de distancia. El error de dominio de distancia no excederá de los límites siguientes:

- (a) error de distancia de cualquier satélite — 30 m (100 ft) con la fiabilidad especificada en 3.7.3.1.3;
- (b) error de cambio de distancia de percentil 95 de cualquier satélite — 0,006 m (0,002 ft) por segundo (promedio mundial);
- (c) error de aceleración en distancia de percentil 95 de cualquier satélite — 0,002 m (0,006 ft)/s<sup>2</sup>; (promedio mundial); y
- (d) error telemétrico de percentil 95 de cualquier satélite respecto a todas las diferencias cronológicas entre la hora de generación de datos y la de su uso — 7,8 m (26 ft) (promedio mundial).

**3.7.3.1.2.** Disponibilidad. La disponibilidad del SPS del GPS será la siguiente:

- (a)  $\geq 99\%$  de disponibilidad del servicio horizontal, emplazamiento promedio (17 m, umbral del 95%)
- (b)  $\geq 99\%$  de la disponibilidad del servicio vertical, emplazamiento promedio (37 m, umbral del 95%)

(c)  $\geq 90\%$  de disponibilidad del servicio horizontal, peor emplazamiento (17 m, umbral del 95%)

(d)  $\geq 90\%$  de disponibilidad del servicio vertical, peor emplazamiento (37 m, umbral del 95%).

**3.7.3.1.3.** Fiabilidad. La fiabilidad del SPS del GPS estará dentro de los límites siguientes:

(a) fiabilidad — por lo menos del 99,94% (promedio mundial); y

(b) fiabilidad — por lo menos del 99,79% (peor promedio en un punto).

**3.7.3.1.4.** Probabilidad de falla importante del servicio. La probabilidad de que el error telemétrico del usuario (URE) de cualquier satélite sea superior a 4,42 veces el límite superior en la radiodifusión de exactitud telemétrica del usuario (URA) por dicho satélite sin que se reciba una alerta en la antena de recepción dentro de un plazo de 10 segundos no será superior a  $1 \times 10^{-5}$  por hora.

*Nota.— Las diversas indicaciones de alerta se describen en el documento “Servicio normalizado de determinación de la posición del sistema mundial de determinación de la posición — Norma de performance” del Departamento de Defensa de los Estados Unidos, 4 a edición, septiembre de 2008, Sección 2.3.4.*

**3.7.3.1.5.** Continuidad. La probabilidad de perder la disponibilidad de la señal en el espacio (SIS) (SPS) del GPS de un intervalo de la constelación de 24 intervalos nominales debido a una interrupción no programada no será superior a  $2 \times 10^{-4}$  por hora.

**3.7.3.1.6.** Cobertura. El SPS del GPS abarcará la superficie de la tierra hasta una altitud de 3 000 km.

*Nota.— En el Adjunto D párrafo 4.1 del Anexo 10 volumen I, figuran textos de orientación sobre exactitud, disponibilidad, fiabilidad y cobertura del GPS.*

**3.7.3.1.7.** Características de las radiofrecuencias (RF)

*Nota.— En el Apéndice B párrafo 3.1.1.1 del Anexo 10 volumen I, se especifican las características RF detalladas.*

**3.7.3.1.7.1.** Frecuencia portadora. Cada satélite GPS radiodifundirá una señal SPS a una frecuencia portadora de 1 575,42 MHz (GPS L1) utilizándose el acceso múltiple por división de códigos (CDMA).

*Nota.— Se añadirá una nueva frecuencia civil a los satélites GPS y será ofrecida por los Estados Unidos para aplicaciones críticas relativas a la seguridad de la vida. Los SARPS relativos a dicha señal pudieran prepararse en fecha posterior.*

**3.7.3.1.7.2.** Espectro de señal. La potencia de señal del SPS del GPS estará dentro de una banda de  $\pm 12$  MHz (1563,42 — 1587,42 MHz) con centro en la frecuencia L1.

**3.7.3.1.7.3.** Polarización. La señal RF transmitida será de polarización circular dextrógira (en el sentido de las agujas del reloj).

**3.7.3.1.7.4.** Nivel de potencia de la señal. Cada satélite GPS radiodifundirá señales de navegación SPS con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca de tierra desde los que se observe el satélite a un ángulo de elevación de  $5^\circ$  o superior, el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi esté dentro de la gama de  $-158,5$  dBW a  $-153$  dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

**3.7.3.1.7.5.** Modulación. La señal L1 SPS será modulada por desplazamiento de fase bipolar (BPSK) con un ruido pseudoaleatorio (PRN) de código bruto/adquisición (C/A) de 1023 MHz. Se repetirá la secuencia de código C/A cada milisegundo. La secuencia de códigos PRN transmitida será la adición Módulo 2 de un mensaje de navegación de 50 bits por segundo y de un código C/A.

**3.7.3.1.8.** Hora GPS. La hora GPS se dará por referencia a UTC (como lo mantiene el Observatorio naval de los Estados Unidos).

**3.7.3.1.9.** Sistema de coordenadas. El sistema de coordenadas GPS será el WGS-84.

**3.7.3.1.10.** Información para la navegación. Los datos de navegación transmitidos por los satélites comprenderán la información necesaria para determinar lo siguiente:

- (a) hora de transmisión del satélite;
- (b) posición del satélite;
- (c) funcionalidad del satélite;
- (d) corrección del reloj de satélite;
- (e) efectos de retardo de propagación;
- (f) transferencia de tiempo a UTC; y
- (g) estado de la constelación.

*Nota.— La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice B párrafos 3.1.1.2 y 3.1.1.3 del Anexo 10 volumen I, respectivamente.*

**3.7.3.2.** Canal de exactitud normal (CSA) (L1) del GLONASS

*Nota.— En esta sección, el término GLONASS se refiere a todos los satélites en la constelación. Las normas relacionadas exclusivamente con los satélites GLONASS-M se califican en la forma correspondiente.*

**3.7.3.2.1.** Exactitud de los segmentos espacial y de control

*Nota.— En las normas de exactitud que siguen no se incluyen los errores atmosféricos o del receptor según se describe en el Adjunto D párrafo 4.2.2 del Anexo 10 volumen I.*

**3.7.3.2.1.1.** Exactitud de la posición. Los errores de posición del canal CSA del GLONASS no excederán los límites siguientes:

|                                 | Promedio mundial<br>95% del tiempo | Peor<br>emplazamiento<br>95% del tiempo |
|---------------------------------|------------------------------------|---|
| Error de posición<br>horizontal | 5 m (17 ft)                        | 12 m (40 ft)                            |
| Error de posición vertical      | 9 m (29 ft)                        | 25 m (97 ft)                            |

**3.7.3.2.1.2.** Exactitud de transferencia de tiempo. Los errores de transferencia de tiempo del CSA del GLONASS no excederán de 700 nanosegundos el 95% del tiempo.

**3.7.3.2.1.3.** Exactitud en cuanto a dominio de distancia. El error de dominio de distancia no excederá de los límites siguientes:

- (a) error de distancia de cualquier satélite — 18 m (59,7 ft);
- (b) error de cambio de distancia de cualquier satélite — 0,02 m (0,07 ft) por segundo;
- (c) error de aceleración en distancia de cualquier satélite — 0,007 m (0,023 ft)/s<sup>2</sup>; y
- (d) media cuadrática del error telemétrico de todos los satélites — 6 m (19,9 ft).

**3.7.3.2.2.** Disponibilidad. La disponibilidad del CSA del GLONASS será como sigue:

- (a)  $\geq 99\%$  de disponibilidad del servicio horizontal, emplazamiento promedio (12 m, umbral del 95%);
- (b)  $\geq 99\%$  de disponibilidad del servicio vertical, emplazamiento promedio (25 m, umbral del 95%);
- (c)  $\geq 90\%$  de disponibilidad del servicio horizontal, peor emplazamiento (12 m, umbral del 95%); y
- (d)  $\geq 90\%$  de disponibilidad del servicio vertical, peor emplazamiento (25 m, umbral del 95%).

**3.7.3.2.3.** Fiabilidad. La fiabilidad del CSA del GLONASS estará dentro de los límites siguientes:

(a) frecuencia de una falla importante del servicio — no superior a tres al año para la constelación (promedio mundial); y

(b) fiabilidad — por lo menos del 99,7% (promedio mundial).

**3.7.3.2.4.** Cobertura. El CSA del GLONASS cubrirá la superficie de la tierra hasta una altitud de 2000 km.

*Nota.— En el Adjunto D párrafo 4.2 del Anexo 10 volumen I, figuran textos de orientación sobre exactitud, disponibilidad, fiabilidad y cobertura del GLONASS.*

**3.7.3.2.5.** Características RF

*Nota.— En el Apéndice B párrafo 3.2.1.1 del Anexo 10 volumen I se especifican las características RF detalladas.*

**3.7.3.2.5.1.** Frecuencia portadora. Cada satélite del GLONASS radiodifundirá la señal de navegación del CSA a su propia frecuencia portadora en la banda de frecuencias L1 (1,6 GHz) utilizándose el acceso múltiple por división de frecuencias (FDMA).

*Nota 1.— Los satélites GLONASS pueden tener la misma frecuencia portadora pero en tal caso están situados en intervalos de polos opuestos del mismo plano orbital.*

*Nota 2.— Los satélites GLONASS-M radiodifundirán un código de distancia adicional a las frecuencias portadoras en la banda de frecuencias L2 (1,2 GHz) utilizando el acceso múltiple por división de frecuencias (FDMA).*

**3.7.3.2.5.2.** Espectro de señal. La potencia de señal CSA del GLONASS estará dentro de la banda de  $\pm 5,75$  MHz con centro en cada frecuencia portadora del GLONASS.

**3.7.3.2.5.3.** Polarización. La señal RF transmitida será de polarización circular dextrógira.

**3.7.3.2.5.4.** Nivel de potencia de señal. Cada satélite del GLONASS radiodifundirá señales de navegación CSA con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca de tierra desde los que se observe el satélite a un ángulo de elevación de  $5^\circ$  o superior, el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi esté dentro de la gama de -161 dBW a -155,2 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

*Nota 1.— El límite de potencia de 155,2 dBW se basa en las características predeterminadas de una antena de usuario, pérdidas atmosféricas de 0,5 dB y un error de posición angular del satélite que no exceda de  $1^\circ$  (en la dirección que lleva a un aumento del nivel de la señal).*

*Nota 2.— Los satélites GLONASS-M radiodifundirán un código telemétrico en L2 con potencia suficiente para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca del suelo desde los que se observa el satélite a un ángulo de elevación de  $5^\circ$  o superior, el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi no sea inferior a -167 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.*

**3.7.3.2.5.5.** Modulación

**3.7.3.2.5.5.1.** Cada satélite del GLONASS transmitirá a su frecuencia portadora la señal RF de navegación utilizando un tren binario de modulación BPSK. La modulación por desplazamiento de fase de la portadora se ejecutará a  $\pi$  radianes con el error máximo de  $\pm 0,2$  radianes. Se repetirá la frecuencia de códigos pseudoaleatorios cada milisegundo.

**3.7.3.2.5.5.2.** Se generará la señal de navegación modulada mediante la adición Módulo 2 de las tres siguientes señales binarias:

(a) código telemétrico transmitido a 511 kbits/s;

(b) mensaje de navegación transmitido a 50 bits/s; y

(c) secuencia de serpenteo auxiliar de 100 Hz.

**3.7.3.2.6.** Hora del GLONASS. La hora del GLONASS se dará por referencia a UTC(SU) (como lo mantiene el servicio horario nacional de Rusia).

**3.7.3.2.7.** Sistema de coordenadas. El sistema de coordenadas del GLONASS será el PZ-90.

*Nota.— La conversión del sistema de coordenadas PZ-90 utilizado por el GLONASS a coordenadas WGS-84 se define en el Apéndice B párrafo 3.2.5.2 del Anexo 10 volumen I.*

**3.7.3.2.8.** Información para la navegación. Los datos de navegación transmitidos por el satélite comprenderán la información necesaria para determinar lo siguiente:

- (a) hora de transmisión del satélite;
- (b) posición del satélite;
- (c) funcionalidad del satélite;
- (d) corrección del reloj de satélite;
- (e) transferencia de tiempo a UTC; y
- (f) estado de la constelación.

*Nota.— La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice B párrafos 3.2.1.2 y 3.2.1.3 del Anexo 10 volumen I respectivamente.*

**3.7.3.3.** Sistema de aumentación basado en la aeronave (ABAS)

**3.7.3.3.1.** Actuación. La función ABAS en combinación con uno o más de los otros elementos del GNSS y tanto el receptor GNSS sin falla, como el sistema de aeronave sin falla utilizados para la función ABAS satisfarán los requisitos de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad indicados en 3.7.2.4.

**3.7.3.4.** Sistema de aumentación basado en satélites (SBAS)

**3.7.3.4.1.** Actuación. El SBAS combinado con uno o más de los otros elementos del GNSS y un receptor sin falla satisfarán los requisitos de exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad del sistema para la operación prevista según lo indicado en 3.7.2.4 en toda el área de servicio correspondiente (véase 3.7.3.4.3).

*Nota.— El SBAS complementa las constelaciones principales de satélites aumentando la exactitud, integridad, continuidad y disponibilidad para la navegación, suministradas dentro de un área de servicio que ordinariamente abarca múltiples aeródromos.*

**3.7.3.4.1.1.** El SBAS combinado con uno o más de los otros elementos del GNSS y un receptor sin falla satisfarán los requisitos de integridad de la señal en el espacio que se establecen en 3.7.2.4 en toda el área de cobertura del SBAS.

*Nota.— Pueden usarse mensajes de tipo 27 o 28 para cumplir los requisitos de integridad en el área de cobertura. El Adjunto D párrafo 3.3 del Anexo 10 volumen I, brinda orientación adicional sobre los fundamentos y la interpretación de este requisito.*

**3.7.3.4.2.** Funciones. El SBAS desempeñará una o más de las siguientes funciones:

- (a) telemetría: proporcionar una señal adicional de pseudodistancia con un indicador de exactitud a partir de un satélite SBAS (3.7.3.4.2.1 y Apéndice B, 3.5.7.2);
- (b) estado de los satélites GNSS: determinar y transmitir el estado de funcionalidad de los satélites GNSS (Apéndice B, 3.5.7.3);
- (c) correcciones diferenciales básicas: proporcionar correcciones de efemérides y de reloj de los satélites GNSS (rápidas y a largo plazo) que han de aplicarse a las mediciones de pseudodistancia de los satélites (Apéndice B párrafo 3.5.7.4 del Anexo 10 volumen I); y
- (d) correcciones diferenciales precisas: determinar y transmitir las correcciones ionosféricas (Apéndice B párrafo 3.5.7.5 del Anexo 10 volumen I).

*Nota.— Si se proporcionan todas las funciones, el SBAS en combinación con las constelaciones principales de satélites puede prestar apoyo a operaciones de salida, en ruta, de terminal y de aproximación, incluidas las aproximaciones de precisión de Categoría I. El nivel de actuación que pueda lograrse depende de la infraestructura incorporada al SBAS y de las condiciones ionosféricas en el área geográfica de interés.*

#### **3.7.3.4.2.1. Telemetría**

**3.7.3.4.2.1.1.** Excluyéndose los efectos atmosféricos, el error de distancia para la señal telemétrica procedente de satélites SBAS no excederá de 25 m (82 ft) (95%).

**3.7.3.4.2.1.2.** La probabilidad de que el error de distancia exceda de 150 m (490 ft) en cualquier hora no excederá de  $10^{-5}$ .

**3.7.3.4.2.1.3.** La probabilidad de interrupciones no programadas de la función telemétrica a partir de un satélite SBAS en cualquier hora no excederá de  $10^{-3}$ .

**3.7.3.4.2.1.4.** El error de cambio de distancia no excederá de 2 m (6,6 ft) por segundo.

**3.7.3.4.2.1.5.** El error de aceleración en distancia no excederá de 0,019 m (0,06 ft) por segundo al cuadrado.

**3.7.3.4.3.** Área de servicio. Un área de servicio del SBAS para cualquier tipo aprobado de operación será un área declarada dentro del área de cobertura del SBAS en la que el SBAS satisfaga los requisitos indicados en 3.7.2.4 que correspondan.

*Nota 1.— Un sistema SBAS puede tener distintas áreas de servicio que correspondan a diferentes tipos de operación (AVP-I, Categoría I, etc.).*

*Nota 2.— El área de cobertura es aquella dentro de la cual puedan recibirse las radiodifusiones del SBAS (es decir, las proyecciones de satélites geoestacionarios).*

*Nota 3.— En el Adjunto D párrafo 6.2 del Anexo 10 volumen I, se describen las áreas de cobertura y de servicio del SBAS.*

#### **3.7.3.4.4. Características RF**

*Nota.— En el Apéndice B párrafo 3.5.2 del Anexo 10 volumen I, se especifican las características RF detalladas.*

**3.7.3.4.4.1.** Frecuencia portadora. La frecuencia portadora será de 1575,42 MHz.

*Nota.— Después de 2005, cuando queden libres las frecuencias superiores del GLONASS, podrá introducirse otro tipo de SBAS utilizando algunas de estas frecuencias.*

**3.7.3.4.4.2.** Espectro de señal. Por lo menos el 95% de la potencia de radiodifusión estará comprendido dentro de una banda de  $\pm 12$  MHz con centro en la frecuencia L1. La anchura de banda de la señal transmitida por un satélite SBAS será por lo menos de 2,2 MHz.

**3.7.3.4.4.3.** Nivel de potencia de señal de un satélite SBAS.

**3.7.3.4.4.3.1.** Cada satélite SBAS puesto en órbita antes del 1 de enero de 2014 radiodifundirá señales de navegación con suficiente potencia para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca del suelo desde los cuales se observa el satélite a un ángulo de elevación de  $5^{\circ}$  o superior, el nivel de la señal RF recibida en el puerto de una antena polarizada linealmente de 3 dBi esté en la gama de -161 dBW a -153 dBW para cualquier orientación de la antena en sentido perpendicular a la dirección de propagación.

**3.7.3.4.4.3.2.** Cada satélite SBAS puesto en órbita después del 31 de diciembre de 2013 cumplirá los requisitos siguientes:

- (a)** Radiodifundirá señales de navegación con suficiente potencia para que, en todos los lugares sin obstáculos cerca del suelo desde los cuales se observa el satélite a un ángulo mínimo de elevación, o por encima del mismo, para el cual debe proporcionarse una señal GEO susceptible

de rastreo, el nivel de la señal RF recibida en el puerto de la antena especificada en el Apéndice B Tabla B-88 del Anexo 10 Volumen I, sea como mínimo de -164,0 dBW.

- (b) El ángulo mínimo de elevación utilizado para determinar la cobertura GEO no será inferior a 5° para los usuarios cerca del suelo.
- (c) El nivel de una señal RF SBAS recibida en el puerto de una antena de 0 dBic emplazada cerca del suelo no será superior a -152,5 dBW.
- (d) la elipticidad de la señal de radiodifusión no será peor que 2 dB para el intervalo angular de  $\pm 9,1^\circ$  desde la línea de mira.

**3.7.3.4.4.4.** Polarización. La señal de radiodifusión será de polarización circular dextrógira.

**3.7.3.4.4.5.** Modulación. La secuencia transmitida será la adición Módulo 2 del mensaje de navegación a una velocidad de transmisión de 500 símbolos por segundo y el código de ruido pseudoaleatorio de 1023 bits. Seguidamente se modulará en la BPSK a una velocidad de transmisión de 1023 megaelementos por segundo.

**3.7.3.4.5.** Hora de red SBAS (SNT). La diferencia entre la hora SNT y GPS no excederá de 50 nanosegundos.

**3.7.3.4.6.** Información para la navegación. Entre los datos de navegación transmitidos por satélite se incluirá la información necesaria para determinar:

- (a) la hora de transmisión del satélite SBAS;
- (b) la posición del satélite SBAS;
- (c) la hora corregida del satélite para todos los satélites;
- (d) la posición corregida del satélite para todos los satélites;
- (e) los efectos de retardo de propagación ionosférica;
- (f) la integridad de la posición del usuario;
- (g) la transferencia de tiempo a UTC; y
- (h) la condición del nivel de servicio.

*Nota.— La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice B párrafos 3.5.3 y 3.5.4, del Anexo 10 volumen I respectivamente.*

**3.7.3.5.** Sistema de aumentación basado en tierra (GBAS) y sistema regional de aumentación basado en tierra (GRAS).

*Nota.— Excepto cuando se especifique de otro modo, las normas y métodos recomendados para el GBAS se aplican tanto al GBAS como al GRAS.*

**3.7.3.5.1.** Actuación. El GBAS combinado con uno o más de los otros elementos GNSS y un receptor GNSS sin falla satisfarán los requisitos de exactitud, continuidad, disponibilidad e integridad del sistema para la operación prevista, según lo indicado en 3.7.2.4, dentro del volumen de servicio del servicio utilizado para la operación, según se define en 3.7.3.5.3.

*Nota.— Se prevé que el GBAS preste apoyo a toda clase de operaciones de aproximación, aterrizaje, despegue con guía, salida y en la superficie y puede prestar apoyo a operaciones en ruta y de terminal. Se prevé que el GRAS preste apoyo a operaciones en ruta, de terminal, aproximaciones que no sean de precisión, salidas y aproximaciones con guía vertical. Se han elaborado los siguientes SARPS en apoyo de todas las categorías de aproximación de precisión, aproximación con guía vertical y servicio de determinación de la posición GBAS.*

**3.7.3.5.2.** Funciones. El GBAS desempeñará las siguientes funciones:

- (a) proporcionar correcciones localmente pertinentes de pseudodistancia;
- (b) proporcionar datos relativos al GBAS;

- (c) proporcionar datos del tramo de aproximación final cuando se presta apoyo a aproximaciones de precisión;
- (d) proporcionar datos de disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica; y
- (e) monitorizar la integridad de las fuentes telemétricas GNSS.

#### 3.7.3.5.3. Volumen de servicio

**3.7.3.5.3.1.** Requisito general para servicios de aproximación. El volumen de servicio de aproximación GBAS mínimo será como sigue, excepto cuando lo dicten de otro modo las características topográficas y lo permitan los requisitos operacionales:

- (a) lateralmente, empezando a 140 m (450 ft) a cada lado del punto del umbral de aterrizaje/punto de umbral ficticio (LTP/FTP) y prolongando a  $\pm 35^\circ$  a ambos lados de la trayectoria de aproximación final hasta 28 km (15 NM) y  $\pm 10^\circ$  a ambos lados de la trayectoria de aproximación final hasta 37 km (20 NM); y
- (b) verticalmente, dentro de la región lateral, hasta el mayor de los siguientes valores  $7^\circ$  ó 1,75 por el ángulo de trayectoria de planeo promulgado (GPA) por encima de la horizontal con origen en el punto de interceptación de la trayectoria de planeo (GPIP) hasta un límite superior de 3 000 m (10 000 ft) de altura por encima del umbral (HAT) y 0,45 GPA por encima de la horizontal o a un ángulo inferior, descendiendo hasta 0,30 GPA, de ser necesario, para salvaguardar el procedimiento promulgado de interceptación de trayectoria de planeo. El límite inferior es la mitad de la altura de decisión más baja a la que se presta apoyo o 3,7 m (12 ft), tomándose de ambos valores el que sea mayor.

*Nota 1.— En el Apéndice B párrafo 3.6.4.5.1 del Anexo 10 volumen I, se definen LTP/FTP y GPIP.*

*Nota 2.— En el Adjunto D párrafo 7.3 del Anexo 10 volumen I, se presentan textos de orientación relativos al volumen de servicio de aproximación.*

**3.7.3.5.3.2.** Servicios de aproximación en apoyo de aterrizaje automático y despegue con guía. El volumen de servicio GBAS adicional mínimo para apoyar las operaciones de aproximación que incluyan aterrizaje automático y recorrido en tierra, incluso durante despegue con guía, será la siguiente, excepto cuando lo permitan los requisitos operacionales:

- (a) Horizontalmente dentro de un sector que abarca la anchura de la pista empezando en el extremo de parada de la pista y extendiéndose paralelamente al eje de pista hacia el LTP hasta alcanzar el volumen de servicio mínimo, como se describe en 3.7.3.5.3.1.
- (b) Verticalmente entre dos superficies horizontales, una a 3,7 m (12 ft) y la otra a 30 m (100 ft) sobre el eje de pista hasta alcanzar el volumen de servicio mínimo, como se describe en 3.7.3.5.3.1.

*Nota.— En el Adjunto D párrafo 7.3 del Anexo 10 volumen I, se presentan textos de orientación relativos al volumen de servicio de aproximación.*

**3.7.3.5.3.3.** Servicio de determinación de la posición GBAS. El volumen de servicio de determinación de la posición GBAS será aquel en el que pueda recibirse la radiodifusión de datos y el servicio de determinación de la posición satisfaga los requisitos de 3.7.2.4 y en el que se preste apoyo a las correspondientes operaciones aprobadas.

*Nota.— En el Adjunto D párrafo 7.3 del Anexo 10 volumen I, se presentan textos de orientación relativos al volumen de servicio de determinación de la posición.*

#### 3.7.3.5.4. Características de la radiodifusión de datos

*Nota.— En el Apéndice B párrafo 3.6.2 del Anexo 10 volumen I, se especifican las características RF.*

**3.7.3.5.4.1.** Frecuencia portadora. Se seleccionarán las frecuencias de radiodifusión de datos dentro de la banda de frecuencias de 108 a 117,975 MHz. La frecuencia mínima asignable será de 108,025

MHz y la frecuencia máxima asignable será de 117,950 MHz. La separación entre frecuencias asignables (separación entre canales) será de 25 kHz.

*Nota 1.— En el Adjunto D párrafo 7.2.1 del Anexo 10 volumen I, se presentan textos de orientación sobre asignaciones de frecuencias VOR/GBAS y criterios de separación geográfica.*

*Nota 2.— Están en preparación los criterios de separación geográfica para ILS/GBAS, así como para servicios de comunicaciones que funcionan en la banda 118-137 MHz. Hasta que se definan estos criterios y se incluyan en los SARPS, se prevé que se utilicen frecuencias en la banda 112,050-117,900 MHz.*

**3.7.3.5.4.2.** Técnica de acceso. Se empleará una técnica de acceso múltiple por división en el tiempo (TDMA) con una estructura de trama fija. Se asignarán a la radiodifusión de datos de uno u ocho intervalos.

*Nota.— Dos intervalos es la asignación nominal. En algunas instalaciones GBAS en las que se utilizan antenas múltiples de transmisión para radiodifusión de datos VHF (VDB), la mejora de la cobertura VDB puede requerir asignar más de dos intervalos de tiempo. En el Adjunto D párrafo 7.12.4 del Anexo 10 volumen I, se presenta orientación sobre el uso de antenas múltiples. Es posible que algunas estaciones de radiodifusión GBAS en un sistema GRAS utilicen un solo intervalo de tiempo.*

**3.7.3.5.4.3.** Modulación. Se transmitirán datos del GBAS como símbolos de 3 bits, modulándose la portadora de radiodifusión de datos por D8PSK, a una velocidad de transmisión de 10500 símbolos por segundo.

**3.7.3.5.4.4.** Intensidad de campo y polarización RF de radiodifusión de datos

*Nota 1.— El GBAS puede proporcionar una radiodifusión de datos VHF con polarización horizontal (GBAS/H) o elíptica (GBAS/E) que utiliza componentes de polarización horizontal (HPOL) y vertical (VPOL). Las aeronaves que utilizan un componente VPOL no pueden realizar operaciones con equipo GBAS/H. En el Adjunto D párrafo 7.1 del Anexo 10 volumen I, se proporciona un texto de orientación al respecto.*

*Nota 2.— Las intensidades de campo mínima y máxima concuerdan con una distancia mínima de 80 m (263 ft) desde la antena del transmisor para un alcance de 43 km (23 NM).*

*Nota 3.— Cuando se presta apoyo a servicios de aproximación en aeropuertos con restricciones importantes en cuanto al emplazamiento del transmisor VDB, es aceptable ajustar el volumen de servicio si los requisitos operacionales lo permiten (como se establece en las secciones 3.7.3.5.3.1 y 3.7.3.5.3.2 en que se define el volumen de servicio). Estos ajustes del volumen de servicio pueden ser aceptables operacionalmente cuando no repercutan en el servicio GBAS fuera de un radio de 80 m (263 ft) desde la antena VDB, suponiendo una potencia isotrópica radiada equivalente nominal de 47dBm (Adjunto D Tabla D-3 del Anexo 10 volumen I).*

**3.7.3.5.4.4.1.** GBAS/H

**3.7.3.5.4.4.1.1.** Se radiodifundirá una señal polarizada horizontalmente.

**3.7.3.5.4.4.1.2.** La potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) proporcionará una señal horizontalmente polarizada con una intensidad de campo mínima de 215 microvoltios por metro (-99 dBW/m<sup>2</sup>) y máxima de 0,879 voltios por metro (-27 dBW/m<sup>2</sup>) dentro de todo el volumen de servicio GBAS, como se especifica en 3.7.3.5.3.1. La intensidad de campo se medirá como un promedio en el período de la sincronización y del campo de resolución de ambigüedad de la ráfaga. Dentro del volumen de servicio GBAS adicional que se especifica en 3.7.3.5.3.2, la potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) proporcionará una señal horizontalmente polarizada con una intensidad de campo mínima de 215 microvoltios por metro (-99 dBW/m<sup>2</sup>) por debajo de 36 ft y hasta 12 ft por encima de la superficie de la pista y de 650 microvoltios por metro (-89,5 dBW/m<sup>2</sup>) a 36 ft o más por encima de la superficie de la pista.

*Nota.— En el Adjunto D párrafo 7.3 del Anexo 10 volumen I, se presentan textos de orientación*

*relativos al volumen de servicio de aproximación.*

#### **3.7.3.5.4.4.2. GBAS/E**

**3.7.3.5.4.4.2.1.** Debe radiodifundirse una señal polarizada elípticamente siempre que sea posible.

**3.7.3.5.4.4.2.2.** Cuando se radiodifunde una señal polarizada elípticamente, el componente polarizado horizontalmente satisfará los requisitos de 3.7.3.5.4.4.1.2 y la potencia isotrópica radiada equivalente (PIRE) permitirá una señal polarizada verticalmente con una intensidad de campo mínima de 136 microvoltios por metro (-103 dBW/m<sup>2</sup>) y máxima de 0,555 voltios por metro (-31 dBW/m<sup>2</sup>) dentro del volumen de servicio GBAS. La intensidad de campo se medirá como un promedio en el período de la sincronización y del campo de resolución de ambigüedad de la ráfaga.

**3.7.3.5.4.5.** Potencia transmitida en canales adyacentes. La magnitud de la potencia durante la transmisión en todas las condiciones de funcionamiento, medida en una anchura de banda de 25 kHz con centro en el <sup>i-ésimo</sup> canal adyacente, no excederá de los valores indicados en la Tabla 3.7.3.5-1 (al final de la sección 3.7).

**3.7.3.5.4.6.** Emisiones no deseadas. Las emisiones no deseadas, incluidas las emisiones no esenciales y fuera de banda, cumplirán con los niveles indicados en la Tabla 3.7.3.5-2 (al final de la sección 3.7). La potencia total en cualquier señal VDB armónica o discreta no será superior a -53 dBm.

**3.7.3.5.5.** Información para la navegación. Entre los datos de navegación transmitidos por el GBAS se incluirá la siguiente información:

- (a) correcciones de pseudodistancia, hora de referencia y datos de integridad;
- (b) datos relacionados con el GBAS;
- (c) datos sobre el tramo de aproximación final cuando se presta apoyo a aproximaciones de precisión; y
- (d) datos sobre disponibilidad pronosticada de fuente telemétrica.

*Nota.— La estructura y el contenido de los datos se especifican en el Apéndice B párrafo 3.6.3 del Anexo 10 volumen I.*

#### **3.7.3.6. Receptor GNSS de aeronave**

**3.7.3.6.1.** El receptor GNSS de aeronave procesará las señales de aquellos elementos GNSS que desee utilizar según lo especificado en el Apéndice B párrafos 3.1 (para GPS), 3.2 (para GLONASS), 3.3 (para GPS y GLONASS combinados), 3.5 (para SBAS) y 3.6 (para GBAS y GRAS) del Anexo 10 volumen I.

#### **3.7.4. Resistencia a interferencias**

**3.7.4.1.** El GNSS satisfará los requisitos de actuación definidos en 3.7.2.4 y en el Apéndice B párrafo 3.7 del Anexo 10 volumen I. en presencia del entorno de interferencias definido en el Apéndice B, 3.7.

*Nota.— El GPS y el GLONASS que funcionan en la banda de frecuencias de 1559-1610 MHz están clasificados por la UIT como suministros de un servicio de radionavegación por satélite (RNSS) y un servicio de radionavegación aeronáutica (ARNS) y se les otorga la condición especial de protección del espectro correspondiente al RNSS. Para lograr los objetivos de actuación para la guía de aproximación de precisión que haya de ser apoyada por el GNSS y sus aumentaciones, se prevé que el RNSS/ARNS continúe siendo la única atribución mundial en la banda 1559-1610 MHz y que las emisiones de sistemas en esta banda de frecuencias y las adyacentes estén estrictamente controladas por la reglamentación nacional o internacional.*

#### **3.7.5. Base de datos**

*Nota.— En los Anexos 4, 11, 14 y 15 se proporcionan los SARPS aplicables a los datos aeronáuticos.*

**3.7.5.1.** El equipo GNSS de aeronave que utilice una base de datos proporcionará los medios conducentes a:

- (a) actualizar la base de datos electrónica para la navegación; y
- (b) determinar las fechas de entrada en vigor de la reglamentación y el control de la información aeronáutica (AIRAC) correspondientes a la base de datos aeronáuticos.

*Nota.— En el Adjunto D capítulo 11 del Anexo 10 volumen I, figura un texto de orientación sobre la necesidad de una base de datos de navegación actualizada en el equipo GNSS de aeronave.*

**Tabla 3.7.2.4-1. Requisitos de actuación de la señal en el espacio**

| Operaciones ordinarias   | Exactitud horizontal<br>95%<br>(Notas 1 y 3) | Exactitud horizontal<br>95%<br>(Notas 1 y 3) | Integridad<br>(Nota 2)                              | Tiempo hasta alerta<br>(Nota 3) | Continuidad<br>(Nota 4)            | Disponibilidad<br>(Nota 5) |
|--|--|--|---|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------|
| En ruta  | 3,7 km<br>(2,0 NM)                           | N/A  | $1 - 1 \times 10^{-7}/h$                            | 5 min                           | $1 - 1 \times 10^{-4}/h$<br>a      | 0,99 a<br>0,99999          |
| En ruta, terminal  | 0,74 km<br>(0,4 NM)                          | N/A  | $1 - 1 \times 10^{-7}/h$                            | 15 s                            | $1 - 1 \times 10^{-4}/h$<br>a      | 0,99 a<br>0,99999          |
| Aproximación inicial, aproximación intermedia, aproximación que no es de precisión (NPA), salida | 220 m<br>(720 ft)                            | N/A  | $1 - 1 \times 10^{-7}/h$                            | 10 s                            | $1 - 1 \times 10^{-4}/h$<br>a      | 0,99 a<br>0,99999          |
| Operaciones de aproximación con guía vertical (APV- I) (Nota 8)                                  | 16,0 m<br>(52 ft)                            | 20 m<br>(66 ft)                              | $1 - 2 \times 10^{-7}$<br>en cualquier aproximación | 10 s                            | $1 - 8 \times 10^{-6}$<br>por 15 s | 0,99 a<br>0,99999          |
| Operaciones de aproximación con guía vertical (APV-II) (Nota 8)                                  | 16,0 m<br>(52 ft)                            | 8,0 m<br>(26 ft)                             | $1 - 2 \times 10^{-7}$<br>en cualquier aproximación | 6 s                             | $1 - 8 \times 10^{-6}$<br>por 15 s | 0,99 a<br>0,99999          |
| Aproximación de precisión aproximación (Nota 7)  | 16,0 m<br>(52 ft)                            | 6,0 m a 4,0 m<br>(20 ft a 13 ft)<br>(Nota 6) | $1 - 2 \times 10^{-7}$<br>en cualquier aproximación | 6 s                             | $1 - 8 \times 10^{-6}$<br>por 15 s | 0,99 a<br>0,99999          |

**NOTAS.—**

1. Los valores de percentil 95 para errores de posición GNSS son los requeridos en las operaciones previstas a la altura mínima por encima del umbral (HAT), de ser aplicable. Se especifican los requisitos detallados en el Apéndice B y se proporcionan textos de orientación en el Adjunto D párrafo 3.2 del Anexo 10 volumen I.

2. En la definición de requisitos de integridad se incluye un límite de alerta respecto al cual pueda evaluarse el requisito. Para aproximaciones de precisión de Categoría I, puede utilizarse un límite de alerta vertical (VAL) mayor que 10 m, para un diseño de sistema específico, sólo si se ha llevado a cabo un análisis de seguridad operacional específico del sistema. En el Adjunto D, 3.3.6 a 3.3.10 del Anexo 10 volumen I, figura orientación sobre los límites de alerta. Estos límites de alerta son los siguientes:

| Operación ordinaria                             | Límite horizontal de alerta | Límite vertical de alerta           |
|---|-----------------------------|-------------------------------------|
| En ruta (oceánica/continental de baja densidad) | 7,4 km<br>(4 NM)            | N/A                                 |
| En ruta (continental)                           | 3,7 km<br>(2 NM)            | N/A                                 |
| En ruta, de terminal                            | 1,85 km<br>(1 NM)           | N/A                                 |
| NPA   | 556 m<br>(0,3 NM)           | N/A                                 |
| APV-I   | 40,0 m<br>(130 ft)          | 50 m<br>(164 ft)                    |
| APV-II  | 40,0 m<br>(130 ft)          | 20,0 m<br>(66 ft)                   |
| Aproximación de precisión de Categoría I        | 40,0 m<br>(130 ft)          | 35,0 m a 10,0 m<br>(115 ft a 33 ft) |

3. Los requisitos de exactitud y de tiempo hasta alerta comprenden la actuación nominal de un receptor sin falla.

4. Se proporcionan las gamas de valores relativos al requisito de continuidad para operaciones en ruta, de terminal, aproximación inicial, NPA y salida, puesto que este requisito depende de varios factores, incluidos, la operación prevista, la densidad de tránsito, la complejidad del espacio aéreo y la disponibilidad de ayudas para la navegación de alternativa. El valor más bajo indicado corresponde al requisito mínimo para áreas de poca densidad de tránsito y escasa complejidad del espacio aéreo. El valor máximo proporcionado corresponde a áreas de elevada densidad de tránsito y de gran complejidad del espacio aéreo (véase el Adjunto D, 3.4.2 del Anexo 10 volumen I). Los requisitos de continuidad para el APV y las operaciones de Categoría I se aplican al riesgo promedio (respecto del tiempo) de pérdida de servicio, normalizado a 15 segundos de tiempo de exposición (véase el Adjunto D, 3.4.3 del Anexo 10 volumen I).

5. Se proporciona una gama de valores de requisitos de disponibilidad puesto que tales requisitos dependen de la necesidad operacional que se basa en varios factores, incluidos, la frecuencia de operaciones, entornos meteorológicos, amplitud y duración de interrupciones de tráfico, disponibilidad de ayudas para la navegación de alternativa, cobertura radar, densidad de tránsito y procedimientos operacionales de inversión. Los valores inferiores indicados corresponden a la disponibilidad mínima respecto a la cual se considera que un sistema es práctico pero inadecuado en sustitución de ayudas para la navegación ajenas al GNSS. Para la navegación en ruta, se proporcionan los valores superiores que bastan para que el GNSS sea la única ayuda de navegación proporcionada en un área. Para la aproximación y la salida, los valores superiores indicados se basan en los requisitos de disponibilidad en los aeropuertos con gran densidad de tránsito, suponiéndose que las operaciones hacia o desde pistas múltiples están afectadas, pero los procedimientos operacionales de inversión garantizan la seguridad de las operaciones (véase el Adjunto D párrafo 3.5 del Anexo 10 volumen I).

6. Se especifica una gama de valores para aproximaciones de precisión de Categoría I. El requisito de 4,0 m (13 ft) se basa en especificaciones para el ILS y representan una deducción conservadora de estas últimas (véase el Adjunto D, 3.2.7 del Anexo 10 volumen I).

7. Los requisitos de actuación del GNSS para dar apoyo a operaciones de aproximación de precisión de Categorías II y III precisan la aplicación de los requisitos de nivel inferior en el apéndice técnico (Apéndice B, 3.6) además de estos requisitos de señal en el espacio (véase Adjunto D, 7.5.1 del Anexo 10 volumen I).

8. Los términos APV-I y APV-II se refieren a dos niveles de operaciones de aproximación y

aterriaje con guía vertical (APV) por GNSS, y no se prevé necesariamente que estos términos sean utilizados para las operaciones.

**Tabla 3.7.3.5-1. Potencia de la radiodifusión GBAS transmitida en canales adyacentes**

| Canal                    | Potencia relativa | Potencia máxima |
|--------------------------|-------------------|-----------------|
| 1° adyacente             | -40 dBc           | 12 dBm          |
| 2° adyacente             | -65 dBc           | -13 dBm         |
| 4° adyacente             | -74 dBc           | -22 dBm         |
| 8° adyacente             | -88,5 dBc         | -36,5 dBm       |
| 16° adyacente            | -101,5 dBc        | -49,5 dBm       |
| 32° adyacente            | -105 dBc          | -53 dBm         |
| 64° adyacente            | -113 dBc          | -61 dBm         |
| 76° adyacente y más allá | -115 dBc          | -63 dBm         |

NOTAS.—

8.1. Se aplica la máxima potencia si la potencia autorizada del transmisor excede de 150 W.

8.2. La relación es lineal entre puntos aislados adyacentes, designados mediante los canales adyacentes anteriormente señalados.

**Tabla 3.7.3.5-2. Emisiones no deseadas de la radiodifusión GBAS**

| Frecuencia           | Nivel relativo de emisión no deseada (Nota 2) | Nivel máximo de emisión no deseada (Nota 1) |
|----------------------|---|---|
| 9 kHz a 150 kHz      | -93 dBc (Nota 3)                              | -55 dBm/1 kHz (Nota 3)                      |
| 150 kHz a 30 MHz     | -103 dBc (Nota 3)                             | -55 dBm/10 kHz (Nota 3)                     |
| 30 MHz a 106,125 MHz | -115 dBc                                      | -57 dBm/100 kHz                             |
| 106,425 MHz          | -113 dBc                                      | -55 dBm/100 kHz                             |
| 107,225 MHz          | -105 dBc                                      | -47 dBm/100 kHz                             |
| 107,625 MHz          | -101,5 dBc                                    | -53,5 dBm/10 kHz                            |
| 107,825 MHz          | -88,5 dBc                                     | -40,5 dBm/10 kHz                            |
| 107,925 MHz          | -74 dBc                                       | -36 dBm/1 kHz                               |
| 107,9625 MHz         | -71 dBc                                       | -33 dBm/1 kHz                               |
| 107,975 MHz          | -65 dBc                                       | -27 dBm/1 kHz                               |
| 118,000 MHz          | -65 dBc                                       | -27 dBm/1 kHz                               |
| 118,0125 MHz         | -71 dBc                                       | -33 dBm/1 kHz                               |
| 118,050 MHz          | -74 dBc                                       | -36 dBm/1 kHz                               |
| 118,150 MHz          | -88,5 dBc                                     | -40,5 dBm/10 kHz                            |
| 118,350 MHz          | -101,5 dBc                                    | -53,5 dBm/10 kHz                            |
| 118,750 MHz          | -105 dBc                                      | -47 dBm/100 kHz                             |
| 119,550 MHz          | -113 dBc                                      | -55 dBm/100 kHz                             |
| 119,850 MHz a 1 GHz  | -115 dBc                                      | -57 dBm/100 kHz                             |
| 1 GHz a 1,7 GHz      | -115 dBc                                      | -47 dBm/1 MHz                               |

NOTAS.—

1. El nivel máximo de emisión no deseada (potencia absoluta) se aplica si la potencia de transmisor autorizada excede de 150 W.

2. El nivel relativo de emisión no deseada ha de calcularse utilizando la misma anchura de banda para las señales deseadas y para las no deseadas. Esto puede exigir la conversión de la medición

en el caso de señales no deseadas que utilicen la anchura de banda indicada en la columna de nivel máximo de emisión no deseada.

3. Este nivel está impulsado por limitaciones de medición. Se prevé que la actuación real sea mejor.

4. La relación es lineal entre puntos aislados adyacentes designados mediante los canales adyacentes anteriormente indicados.

---

### 3.8. [Reservado]

### 3.9. Características de sistema para los sistemas receptores de a bordo ADF

#### 3.9.1. Precisión de la indicación de marcación

**3.9.1.1.** La marcación indicada por el sistema ADF no tendrá un error superior a  $\pm 5^\circ$  con una señal de radio procedente de cualquier dirección que tenga una amplitud de campo de  $70 \mu\text{V/m}$  o más, radiados desde un NDB LF/MF o un radiofaro de localización que funcione dentro de las tolerancias permitidas por este Anexo y también en presencia de una señal no deseada desde una dirección situada a  $90^\circ$  de la señal deseada, y:

- (a) en la misma frecuencia y 15 dB más débil; o
- (b) a  $\pm 2$  kHz de distancia y 4 dB más débil; o
- (c) a  $\pm 6$  kHz de distancia o más y 55 dB más fuertes.

*Nota.— El error de marcación anterior excluye el error de la brújula magnética de la aeronave.*

### 3.10. [Reservado]

### 3.11. Características del sistema de aterrizaje por microondas (MLS)

#### 3.11.1. Definiciones

- (1) **Anchura de haz.** Anchura del lóbulo principal de haz explorador medida en los puntos de -3 dB y determinada en unidades angulares en la dirección lobular, en el plano horizontal para función de azimut y en el plano vertical para la función elevación.
- (2) **Azimut de cero grados MLS.** El azimut MLS cuando el ángulo de guía decodificado es de cero grados.
- (3) **Azimut MLS.** El lugar geométrico de los puntos de cualquier plano horizontal en el que sea constante el ángulo de guía decodificado.
- (4) **Centro de haz.** Punto medio entre los dos puntos de -3 dB en los bordes anterior y posterior del lóbulo del haz explorador.
- (5) **Datos auxiliares.** Datos transmitidos, además de los datos básicos, que proporcionan información sobre el emplazamiento del equipo terrestre para mejorar los cálculos de a bordo sobre la posición y otra información suplementaria.
- (6) **Datos básicos.** Datos transmitidos por el equipo terrestre, relacionados directamente con la operación del sistema de guía para el aterrizaje.
- (7) **DME/P.** Elemento radiotelemétrico del MLS, donde la "P" significa medición de distancia de precisión. Las características del espectro son similares a las del DME/N.
- (8) **Elevación MLS.** El lugar geométrico de los puntos de cualquier plano vertical en el que sea constante el ángulo de guía decodificado.
- (9) **Error a lo largo de la trayectoria (PFE).** Aquella parte del error de señal de guía que puede hacer que la aeronave se desplace del rumbo o de la trayectoria de planeo deseados.

- (10) **Error medio de rumbo.** Valor medio del error de azimut a lo largo de la prolongación del eje de pista.
- (11) **Error medio de trayectoria de planeo.** Valor medio del error de elevación a lo largo de la trayectoria de planeo de una función de elevación.
- (12) **Función.** Servicio determinado proporcionado por el MLS, por ejemplo, guía de azimut de aproximación, guía de azimut posterior o datos básicos, etc.
- (13) **Línea de mira de la antena MLS.** El plano que pasa por el centro de fase de la antena perpendicularmente al eje horizontal contenido en el plano de la red de antenas.
- Nota.— En el caso de azimut, normalmente la línea de mira de la antena y el azimut de cero grados están alineados. Sin embargo, se prefiere la designación “línea de mira” en un contexto técnico, y la designación “azimut de cero grados” en un contexto operacional (véase la definición correspondiente).*
- (14) **Punto de referencia de aproximación MLS.** Punto a una altura especificada sobre la intersección del eje de la pista con el umbral.
- (15) **Punto de referencia MLS.** Punto del eje de la pista más próximo al centro de fase de la antena de elevación de aproximación.
- (16) **Referencia de azimut posterior MLS.** Punto a una altura determinada sobre el eje de la pista en el punto medio de la misma.
- (17) **Ruido a lo largo de la trayectoria (PFN).** Aquella parte del error de señal de guía que puede hacer que la aeronave se desplace de la línea media de rumbo o de la trayectoria media de planeo según corresponda.
- (18) **Ruido de mandos (CMN).** Aquella parte del error de la señal de guía que origina movimiento en los timones y mandos y pudiera afectar al ángulo de actitud de la aeronave durante el vuelo acoplado, pero que no hace que la aeronave se desvíe del rumbo y/o de la trayectoria de planeo deseados. (Véase 3.5).
- (19) **Sector de cobertura.** Volumen del espacio aéreo en el cual se proporciona servicio por una función determinada y en el cual la densidad de la potencia de la señal es igual o mayor que la mínima especificada.
- (20) **Sector de guía de margen.** Volumen del espacio aéreo, dentro del sector de cobertura, en el cual la información de guía de azimut suministrada no es proporcional al desplazamiento angular de la aeronave, sino que es una indicación constante hacia la izquierda o derecha del lado que se encuentra la aeronave con respecto al sector de guía proporcional.
- (21) **Sector de guía proporcional.** Volumen del espacio aéreo dentro del cual la información de guía angular proporcionada por una función es directamente proporcional al desplazamiento angular de la antena de a bordo con respecto a la referencia de ángulo cero.
- (22) **Señal de indicación fuera de cobertura.** Señal que se radia hacia aquellas regiones que no están dentro del sector de cobertura previsto cuando así se requiere para impedir específicamente una supresión indebida de una indicación de aviso de a bordo en presencia de una información falsa.
- (23) **Sistema de coordenadas cónicas.** Se dice que una función utiliza coordenadas cónicas cuando el ángulo de guía descifrado varía como el ángulo mínimo entre la superficie de un cono que contiene la antena receptora y un plano perpendicular al eje del cono y que pasa a través de su vértice. El vértice del cono se encuentra en el centro de fase de la antena. Para las funciones del azimut de aproximación o de azimut posterior, el plano es el plano vertical que contiene el eje de la pista. Para las funciones de elevación, el plano es horizontal.
- (24) **Sistema de coordenadas planas.** Se dice que una función utiliza coordenadas planas cuando el ángulo de guía descifrado varía como el ángulo comprendido entre el plano que contiene la antena receptora y un plano de referencia. Para las funciones de azimut, el plano de referencia

es el plano vertical que contiene el eje de la pista, y el plano que contiene la antena receptora es un plano vertical que pasa por el centro de fase de la antena.

**(25) Trayectoria de planeo mínima.** Ángulo más bajo de descenso a lo largo del azimut de cero grados, que concuerda con los procedimientos de aproximación publicados y con los criterios sobre franqueamiento de obstáculos.

*Nota.— Se trata del ángulo mínimo de elevación aprobado y promulgado para la pista de vuelo por instrumentos.*

### 3.11.2. Generalidades

**3.11.2.1.** El MLS es un sistema de guía de precisión para la aproximación y el aterrizaje que proporciona información sobre la posición y diferentes datos tierra a aire. La información sobre la posición se proporciona en un sector de cobertura amplio y se determina por una medida angular en elevación y una medida de distancia.

*Nota.— Salvo que se indique expresamente que se trata del equipo MLS de a bordo, el texto de 3.11 se refiere al equipo MLS terrestre.*

### 3.11.3. Conjunto MLS

**3.11.3.1.** MLS básico. El conjunto básico del MLS se compondrá de lo siguiente:

- (a) equipo de azimut de aproximación, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;
- (b) equipo de elevación de aproximación, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;
- (c) un medio para la codificación y transmisión de las “palabras” de datos esenciales, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;

*Nota.— Datos esenciales son datos básicos y datos auxiliares esenciales de “palabras” de datos especificados en 3.11.5.4.*

- (d) DMEN, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador.

**3.11.3.2.** Si se requiere información precisa de distancia en todo el sector de cobertura en azimut, debe aplicarse la opción del DME/P, conforme a las normas de la 3.5.

*Nota.— El DME es el elemento de distancia MLS que se espera sea instalado tan pronto como sea posible. No obstante, las radiobalizas instaladas para el ILS pueden utilizarse temporalmente, con el MLS mientras se mantenga el servicio del ILS en la misma pista.*

**3.11.3.3.** Conjuntos MLS ampliados. Estará permitido obtener conjuntos ampliados a partir del MLS básico, mediante la adición de una o más de las mejoras de funciones o características siguientes:

- (a) equipo de azimut posterior, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;
- (b) equipo de elevación de enderezamiento, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;
- (c) DME/P, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;
- (d) un medio para la codificación y transmisión de “palabras” adicionales de datos auxiliares, monitor asociado, control a distancia y equipo indicador;
- (e) sector de guía proporcional más amplio que supere el valor mínimo establecido en 3.11.5.

*Nota 1.— Si bien la norma ha sido elaborada para prever la función de elevación de enderezamiento, esta función no se aplica y no está prevista su aplicación futura.*

*Nota 2.— El formato de señal MLS permite la ampliación ulterior del sistema para incluir funciones adicionales, tales como azimut de 360°.*

**3.11.3.4.** Conjuntos MLS simplificados. Se permitirá obtener conjuntos simplificados a partir del MLS básico (3.11.3.1), reduciendo sus características en la forma siguiente:

- (a) cobertura de azimut de aproximación proporcionada solamente en la región de aproximación (3.11.5.2.2.1.1);
- (b) cobertura de azimut de aproximación y de elevación (3.11.5.2.2 y 3.11.5.3.2) que no se extienda a una altura inferior a 30 m (100 ft) sobre el umbral;
- (c) límites de exactitud para PFE y PFN ampliados de modo que no sean mayores que 1,5 veces los valores especificados en 3.11.4.9.4 para guía de azimut de aproximación y en 3.11.4.9.6 para guía de elevación;
- (d) contribución ampliada del equipo de tierra al error medio de rumbo y al error medio de trayectoria de planeo de modo que sea de 1,5 veces los valores especificados en 3.11.5.2.5 y 3.11.5.3.5, respectivamente;
- (e) eximición de los requisitos CMN (3.11.4.9.4 y 3.11.4.9.6); y
- (f) ampliación del período de medidas de supervisión y control (3.11.5.2.3 y 3.11.5.3.3) a un período de seis segundos.

*Nota.— En el Adjunto G capítulo 15 del Anexo 10 volumen I, se proporciona texto de orientación sobre la aplicación de los conjuntos MLS simplificados.*

### 3.11.4. Características de la señal en el espacio — Funciones de ángulo y de datos

#### 3.11.4.1. Canales

**3.11.4.1.1.** Disposición de los canales. Las funciones de ángulo y de datos del MLS operarán en cualquiera de los 200 canales asignados en las frecuencias desde 5031,0 MHz hasta 5090,7 MHz, según lo indicado en la Tabla A.

**3.11.4.1.1.1.** Se efectuarán las asignaciones de canales además de las especificadas en 3.11.4.1.1, dentro de la sub-banda de 5030,4 — 5150,0 MHz en tanto sean necesarias para satisfacer los requisitos futuros de la navegación aérea.

**3.11.4.1.1.2.** Asociación por pares de canales con el DME. La asociación por pares de canales de ángulo y de datos con el canal de la función de distancia, se efectuará de acuerdo con la Tabla A.

**3.11.4.1.1.3.** Tolerancia de frecuencia. La radiofrecuencia de operación de equipo terrestre no variará en más de  $\pm 10$  kHz de la frecuencia asignada. La estabilidad de la frecuencia será tal que no se desvíe en más de  $\pm 50$  kHz de la frecuencia nominal, cuando se mida durante un intervalo de un segundo.

#### 3.11.4.1.4. Espectro de la señal de radiofrecuencia

**3.11.4.1.4.1.** La señal transmitida será tal que, durante el tiempo de transmisión, la densidad de potencia media por encima de una altura de 600 m (2000 ft) no excederá de  $-94,5$  dBW/m<sup>2</sup>, para guía angular o para señales de datos al medirse en una anchura de banda de 150 kHz centrada en 840 kHz, o más, de la frecuencia normal.

**3.11.4.1.4.2.** La señal transmitida será tal que, durante el tiempo de transmisión, la densidad de potencia media a una distancia mayor de 4 800 m (2,6 NM) de cualquier antena y para una altura inferior a 600 m (2000 ft) no excederá de  $-94,5$  dBW/m<sup>2</sup> para guía angular o señales de datos, al medirse en una anchura de banda de 150 kHz centrada en 840 kHz, o más, de la frecuencia nominal.

*Nota 1.— Los requisitos de 3.11.4.1.4.2 se aplican cuando la cobertura operacional de otra estación terrestre de MLS se yuxtapone al horizonte radioeléctrico de la estación terrestre en cuestión.*

*Nota 2.— En el Apéndice G, 9.3 del Anexo 10 volumen I, se proporcionan textos de orientación sobre planificación de frecuencias de MLS.*

**3.11.4.2.** Polarización. Las transmisiones en radiofrecuencia de todos los equipos terrestres estarán, nominalmente, polarizadas verticalmente. El efecto de cualquier componente polarizada horizontalmente no hará que la información de guía cambie en más del 40% del PFE admisible en ese lugar con la antena de a bordo girada 30° desde la posición vertical, ni podrá causar que se

exceda el límite PFE.

### 3.11.4.3. Organización del multiplexaje por división en el tiempo (MDT)

**3.11.4.3.1.** Tanto la información angular como los datos se transmitirán por multiplexaje MDT en un canal de radiofrecuencia único.

**3.11.4.3.2.** Sincronización. Las transmisiones procedentes de los diferentes equipos terrestres de ángulo y datos que presten servicio a una pista determinada estarán sincronizadas en los tiempos para asegurar las operaciones libres de interferencia en el canal de radiofrecuencia común de operación.

**3.11.4.3.3.** Régimen de función. Cada función transmitida se repetirá a los regímenes indicados en la tabla siguiente:

| Función   | Régimen medio de función (Hz)<br>medido en cualquier período de<br>10 s |
|---|---|
| Guía de azimut de aproximación                    | $13 \pm 0,5$  |
| Guía de azimut de aproximación<br>de régimen alto | $39 \pm 1,5$  |
| Guía de azimut posterior                          | $6,5 \pm 0,25$  |
| Guía de elevación de<br>aproximación              | $39 \pm 1,5$  |
| Guía de elevación de<br>enderezamiento            | $39 \pm 1,5$  |
| Datos básicos                                     | véase el Apéndice A, Tabla A-7  |
| Datos auxiliares                                  | véase el Apéndice A, Tablas A-10 y A-12                                 |

**3.11.4.3.3.1.** Cuando el sector de guía proporcional no sea mayor de  $\pm 40^\circ$  y no se prevea la necesidad de elevación de enderezamiento o de otras funciones de ampliación en la instalación, debe usarse la función de azimut de aproximación de régimen alto.

*Nota.— El Adjunto G, 2.3.3 del Anexo 10 volumen I, contiene información sobre la aplicación.*

**3.11.4.3.4.** Cronología de función. Las normas cronológicas para cada función de ángulo y de datos, serán las especificadas en el Apéndice A del Anexo 10 volumen I, Tablas A-1 a A-6 y A-8. La precisión de la cronología interna del equipo terrestre para cada hecho enumerado, incluyendo la inestabilidad, será el valor nominal especificado  $\pm 2 \mu\text{s}$ . La inestabilidad cronológica será menor que  $1 \mu\text{s}$  de media cuadrática (RMS).

*Nota 1.— La cronología de cada suceso enumerado indica el principio de un intervalo de tiempo y el fin del intervalo de tiempo del suceso anterior. Las características y cronología de las transmisiones reales están especificadas en los párrafos correspondientes.*

*Nota 2.— El Adjunto G, 2.2.2 del Anexo 10 volumen I, contiene información sobre las medidas de la precisión de la cronología.*

**3.11.4.3.5.** Secuencia de función. El intervalo de tiempo entre transmisiones repetitivas de cualquier función se cambiará de manera que proporcione protección contra la interferencia sincrónica.

*Nota 1.— Cada transmisión de función es una entidad independiente que puede ocurrir en cualquier posición de la secuencia TDM (con la excepción de que el azimut posterior tiene que ir precedido por la "palabra" 2 de datos básicos).*

*Nota 2.— Algunas secuencias que han demostrado tener protección con respecto a la interferencia sincrónica se ilustran en el Adjunto G, 2.1.4 del Anexo 10 volumen I.*

### 3.11.4.4. Preámbulo

**3.11.4.4.1.** Se transmitirá una señal de preámbulo a través de todo el sector de cobertura aplicable para identificar la función determinada que sigue. El preámbulo consistirá del período de captación de la radiofrecuencia portadora, un código de tiempo de referencia del receptor, y un código de identificación de función. La cronología de las transmisiones del preámbulo serán las especificadas en el Apéndice A, Tabla A-1 del Anexo 10 volumen I.

**3.11.4.4.2.** Captación de la portadora. La transmisión del preámbulo empezará con un período de radiofrecuencia portadora sin modular, tal como está especificado en el Apéndice A, Tabla A-1 del Anexo 10 volumen I.

#### 3.11.4.4.3. Modulación y codificación

**3.11.4.4.3.1.** Manipulación por desplazamiento de fase diferencial (MDPD). Los códigos de preámbulo y las señales de datos básicos y auxiliares especificadas en 3.11.4.8, se transmitirán mediante MDPD de la portadora de radiofrecuencia. Un “cero” estará representado por un desplazamiento de fase de  $0^\circ \pm 10^\circ$  y un “uno” estará representado por un desplazamiento de fase de  $180^\circ \pm 10^\circ$ . La rapidez de modulación será de 15 625 baudios. La precisión cronológica interna de las transiciones MDPD será la que está especificada en 3.11.4.3.4. No se aplicará modulación de amplitud durante la transición de fase. El tiempo de transición no será superior a 10  $\mu$ s la fase avanzará, o se retardará de manera monotónica en toda la región de transición.

**3.11.4.4.3.2.** Tiempo de referencia del receptor. Todos los preámbulos contendrán el código de tiempo de referencia del receptor, 11101 (bits I1 a I5). El tiempo del punto medio de la última transición de fase en el código será el tiempo de referencia del receptor. El código de tiempo de referencia del receptor será validado decodificando la identificación de una función válida inmediatamente después del código de tiempo de referencia del receptor.

**3.11.4.4.3.3.** Identificación de función. Un código de identificación de función seguirá al de sincronización del receptor. Este código consistirá de cinco bits de información (I6 a I10) lo que permitirá la identificación de 31 funciones y dos bits de paridad (bits I11 e I12) de acuerdo con la tabla siguiente:

| Función                                | Código         |                |                |                |                 |                 |                 |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|  | I <sub>6</sub> | I <sub>7</sub> | I <sub>8</sub> | I <sub>9</sub> | I <sub>10</sub> | I <sub>11</sub> | I <sub>12</sub> |
| Azimut de aproximación                 | 0              | 0              | 1              | 1              | 0               | 0               | 1               |
| Azimut de aproximación de régimen alto | 0              | 0              | 1              | 0              | 1               | 0               | 0               |
| Elevación de aproximación              | 1              | 1              | 0              | 0              | 0               | 0               | 1               |
| Elevación de enderezamiento            | 0              | 1              | 1              | 0              | 0               | 0               | 1               |
| Azimut posterior                       | 1              | 0              | 0              | 1              | 0               | 0               | 1               |
| Azimut de 360°                         | 0              | 1              | 0              | 0              | 1               | 0               | 1               |
| Datos básicos 1                        | 0              | 1              | 0              | 1              | 0               | 0               | 0               |
| Datos básicos 2                        | 0              | 1              | 1              | 1              | 1               | 0               | 0               |
| Datos básicos 3                        | 1              | 0              | 1              | 0              | 0               | 0               | 0               |
| Datos básicos 4                        | 1              | 0              | 0              | 0              | 1               | 0               | 0               |
| Datos básicos 5                        | 1              | 1              | 0              | 1              | 1               | 0               | 0               |
| Datos básicos 6                        | 0              | 0              | 0              | 1              | 1               | 0               | 1               |
| Datos auxiliares A                     | 1              | 1              | 1              | 0              | 0               | 1               | 0               |
| Datos auxiliares B                     | 1              | 0              | 1              | 0              | 1               | 1               | 1               |
| Datos auxiliares C                     | 1              | 1              | 1              | 1              | 0               | 0               | 0               |

*Nota.— Los códigos de identificación de función han sido escogidos de forma que los bits de paridad*

*I11 e I12 satisfagan a las ecuaciones:*

$$I_6 + I_7 + I_8 + I_9 + I_{10} + I_{11} = \text{PAR}$$

$$I_6 + I_8 + I_{10} + I_{12} = \text{PAR}$$

**3.11.4.5.** Parámetros de guía angular. La información de guía angular se codificará por la magnitud de la separación de tiempo entre los centros de los lóbulos principales de los haces explotadores de IDA y VUELTA recibidos. El equipo de a bordo interpretará la codificación como una función lineal del tiempo, de la forma siguiente:

$$\theta = (T_0 - t) V/2$$

en la que:

- $\theta$  = Azimut o ángulo de guía de elevación en grados
- $t$  = Separación en tiempo, en microsegundos, entre los centros de los haces de IDA y VUELTA
- $T_0$  = Tiempo de separación, en microsegundos, entre los centros de los haces de IDA y VUELTA, correspondientes a cero grados
- $V$  = Constante de escala de la velocidad de exploración en grados por microsegundo.

**3.11.4.5.1.** Los valores de los parámetros de guía angular serán los que se señalan en la tabla siguiente:

| Función                                | Ángulo máximo de exploración (grados) | Valor de t para el ángulo máximo exploración ( $\mu\text{s}$ ) | $T_0$ ( $\mu\text{s}$ ) | $V$ (grados/ $\mu\text{s}$ ) |
|--|---------------------------------------|--|-------------------------|------------------------------|
| Azimut de aproximación                 | -62 a +62                             | 13 000   |                         | 6 800                        |
| Azimut de aproximación de régimen alto | -42 a +42                             | 9 000  |                         | 4 800                        |
| Azimut posterior                       | -42 a +42                             | 9 000  |                         | 4 800                        |
| Elevación de aproximación              | -1,5 a +29,5                          | 3 500  |                         | 3 350                        |
| Elevación de enderezamiento            | -2 a +10                              | 3 200  |                         | 2 800                        |

*Nota 1.— Entre el final de la exploración IDA y el comienzo de la exploración VUELTA hay un tiempo de pausa sin radiación, de duración adecuada. En el Adjunto G, 2.2.1 del Anexo 10 volumen I, se proporciona información adicional.*

*Nota 2.— Con los ángulos máximos de exploración indicados se reconoce que el ángulo de exploración debe sobrepasar el límite del sector de guía proporcional en, por lo menos, la mitad de la anchura de la envolvente de haz de barrido detectado (en ángulo equivalente) para que se pueda decodificar bien.*

**3.11.4.5.2.** Las tolerancias en la velocidad del haz explorador del equipo terrestre y la separación del tiempo entre los impulsos IDA y VUELTA correspondientes a cero grados, serán suficientes para satisfacer los requisitos sobre la precisión especificados en 3.11.4.9.

**3.11.4.5.3.** Las transmisiones de exploración IDA y VUELTA estarán dispuestas simétricamente hacia los puntos medios de exploración enumerados en cada una de las Tablas de A-2 a A-5 en el Apéndice A del Anexo 10 volumen I. El punto medio de exploración y el centro de intervalo de tiempo entre las transmisiones de exploración IDA y VUELTA coincidirán, con una tolerancia de  $\pm 10 \mu\text{s}$ .

**3.11.4.6.** Funciones de guía de azimut

**3.11.4.6.1.** Cada ángulo de guía transmitido consistirá en una exploración IDA en el sentido de las agujas del reloj, seguida de una exploración VUELTA en el sentido contrario al de las agujas del reloj, visto desde arriba de la antena. Para las funciones de azimut de aproximación, el aumento de los ángulos de guía se hará en la dirección de la exploración IDA. Para las funciones de azimut posterior dicho aumento se hará en la dirección de la exploración VUELTA.

*Nota.— El Adjunto G, 2.3.1 del Anexo 10 volumen I, contiene un diagrama que ilustra las convenciones de exploración.*

**3.11.4.6.2.** Señales de sector. El formato de la transmisión desde cualquier función de azimut incluirá períodos de tiempo para la selección de la antena de a bordo, indicación fuera de cobertura, e impulsos de prueba tal como está especificado en el Apéndice A del Anexo 10 volumen I, Tablas A-2 y A-3. La precisión de la cronología interna de las señales de sector concordará con la precisión de la cronología interna de las transiciones MDPD especificadas en 3.11.4.3.4.

**3.11.4.6.2.1.** Identificación del equipo terrestre. Cada MLS que preste servicio a una pista determinada se identificará por un designador de cuatro caracteres alfabéticos, empezando por la letra M. Este designador, salvo la primera letra, será transmitido como palabra digital en la forma enumerada en el Apéndice A, Tabla A-7 del Anexo 10 volumen I.

*Nota.— No es un requisito que el equipo terrestre MLS transmita datos de identificación fuera de los sectores de cobertura de guía angular. Si por razones operacionales fuera necesario proporcionar la identificación de canal MLS fuera de los sectores de cobertura de guía angular, esta podrá obtenerse del DME omnidireccional asociado. (Véase 3.11.5.5.2 y Adjunto G, 8.2 del Anexo 10 volumen I).*

**3.11.4.6.2.1.1.** La señal será transmitida por el canal de datos a las regiones de cobertura de azimut de aproximación y posterior.

**3.11.4.6.2.1.2.** El bit de código correspondiente al período de tiempo previamente atribuido para la identificación del equipo terrestre de alternativa (código Morse) a continuación del preámbulo de azimut se fijará en el estado “CERO”.

**3.11.4.6.2.2.** Señal de selección de antena de a bordo. Se transmitirá una señal para la selección de antena de a bordo como una señal de “cero” MDPD, con una duración equivalente a un período de seis bits. La señal estará disponible en todo el sector de cobertura en el que se proporcione guía de azimut de aproximación o posterior.

*Nota.— La señal proporciona una oportunidad para la selección de la antena más apropiada en una instalación de antenas múltiples de a bordo.*

**3.11.4.6.2.3.** Impulsos de indicación fuera de cobertura (OCI) de azimut. Cuando se utilicen, los impulsos de indicación fuera de cobertura serán:

- (a) mayores que cualquier otra señal de guía en el sector fuera de cobertura;
- (b) inferiores, en por lo menos 5 dB, al nivel del margen “vuele a la izquierda” (vuele a la derecha) dentro del sector del margen “vuele a la izquierda” (vuele a la derecha); y
- (c) inferiores, en por lo menos 5 dB, al nivel del haz explorador dentro de la zona de cobertura proporcional.

La duración de cada impulso, medida en el punto de media amplitud, será de por lo menos 100  $\mu$ s y los tiempos de aumento y disminución de estos impulsos serán inferiores a 10  $\mu$ s.

**3.11.4.6.2.3.1.** Si se desea, estará permitido transmitir dos impulsos en secuencia en cada período de tiempo de indicación de fuera de cobertura. Cuando se utilicen pares de impulsos, la duración de cada impulso será de por lo menos 50  $\mu$ s y los tiempos de aumento y disminución de estos impulsos serán inferiores a 10  $\mu$ s.

**3.11.4.6.2.3.2.** Las transmisiones de impulsos de indicación fuera de cobertura radiados desde antenas con diagramas de cobertura superpuestos tendrán una separación de por lo menos 10  $\mu$ s.

**3.11.4.6.2.4.** Señales de ensayo radiadas desde el suelo

Nota.— Se ha reservado un intervalo de tiempo en los formatos de señales de guía de ángulo de azimut para el uso futuro de una señal de ensayo radiada desde el suelo.

**3.11.4.6.2.5.** Guía de margen. Cuando el sector de guía proporcional proporcionado es menor que la cobertura mínima especificada en 3.11.5.2.2.1.1 (a) y 3.11.5.2.2.2 (a), se proporcionará guía de margen para complementar el sector de cobertura mediante la transmisión de impulsos de margen vuele a la izquierda/vuele a la derecha en los formatos para las funciones de azimut de aproximación, azimut de aproximación de régimen alto y azimut posterior. Alternativamente, se permitirá proporcionar guía de margen dejando que el haz explorador explore más allá del sector de guía proporcional designado para suministrar información de margen vuele a la izquierda o vuele a la derecha, según convenga, cuando el ángulo decodificado exceda de los límites designados de la cobertura de guía proporcional.

**3.11.4.6.2.5.1.** Se proporcionará información sobre guía de margen mediante la transmisión de pares de impulsos dentro de los períodos de tiempo de ángulo explorador. Un par consistirá en un impulso adyacente al tiempo de comienzo de la exploración IDA del haz explorador y de un impulso adyacente al tiempo de parada de la exploración VUELTA. El segundo par consistirá en un impulso adyacente al tiempo de parada de la exploración IDA del haz explorador, y de un impulso adyacente al tiempo de comienzo de la exploración VUELTA. Los impulsos de margen “vuele a la derecha” representarán ángulos positivos y los impulsos de margen “vuele a la izquierda” representarán ángulos negativos. La duración de cada impulso de margen será de 50  $\mu$ s con una tolerancia de  $\pm$  5  $\mu$ s. El tiempo de conmutación del transmisor entre los impulsos de margen y las transmisiones de haz explorador no excederá de 10  $\mu$ s. El tiempo de aumento en el borde de cada impulso de margen no adyacente al haz explorador será menor de 10  $\mu$ s.

**3.11.4.6.2.5.2.** Las características de la señal en el espacio de los impulsos de guía de margen serán las siguientes:

- (a) en el sector de guía de margen “vuele a la derecha”, la señal de guía de margen “vuele a la derecha” excederá los lóbulos laterales del haz explorador, cualquier otra guía y las señales de indicación fuera de cobertura en por lo menos 5 dB;
- (b) en un sector de guía de margen “vuele a la izquierda”, la señal de margen “vuele a la izquierda” excederá los lóbulos laterales del haz explorador, cualquier otra guía y las señales de indicación fuera de cobertura en por lo menos 5 dB; y
- (c) en el sector de guía proporcional las señales de guía de margen estarán por lo menos 5 dB por debajo del lóbulo principal del haz explorador.

**3.11.4.6.2.5.3.** La densidad de potencia de la señal de margen será la requerida en 3.11.4.10.1.

*Nota 1.— El Adjunto G, 2.3.4 del Anexo 10 volumen I, contiene información de orientación sobre los puntos siguientes:*

- (a) organización de la cronología de margen y de haz explorador;
- (b) envoltentes de los impulsos en las zonas de transición entre las señales de margen y de haz explorador;
- (c) cambios de la conversión de margen (vuele a la derecha/vuele a la izquierda).

*Nota 2.— Los límites de la cobertura proporcional se transmiten en los datos básicos tal como se especifica en 3.11.4.8.2.*

**3.11.4.7.** Funciones de guía en elevación

**3.11.4.7.1.** Convenciones de exploración. Para la función de elevación de aproximación los ángulos de guía en elevación, en aumento, estarán en la dirección hacia arriba. El ángulo de elevación cero coincidirá con un plano horizontal a través del centro de fase de la antena respectiva. Cada transmisión de ángulo de guía consistirá en una exploración IDA seguida de una exploración VUELTA. La exploración IDA irá en la dirección del aumento de los valores angulares.

**3.11.4.7.2.** Señal del sector. La transmisión de un impulso de indicación fuera de cobertura se

proporcionará en el formato para la función de elevación de aproximación. Cuando se utilice un impulso de indicación fuera de cobertura, este impulso será: 1) mayor que cualquier señal de guía en el sector de indicación fuera de cobertura, y 2) inferior, en por lo menos 5 dB, a las señales de guía dentro del sector de guía. La cronología de la elevación de la indicación fuera de cobertura será la indicada en la Tabla A-4 del Apéndice A en el Anexo 10 volumen I. La duración de cada impulso medida en los puntos de media amplitud será de por lo menos 100 y los tiempos de aumento y disminución serán inferiores a 10  $\mu$ s.

**3.11.4.7.2.1.** Si se desea, estará permitido transmitir dos impulsos en secuencia en cada período de tiempo de indicación de margen de franqueamiento de obstáculos. Cuando se utilicen pares de impulsos, la duración de cada impulso será de por lo menos 50  $\mu$ s, y los tiempos de aumento y disminución serán inferiores a 10  $\mu$ s.

**3.11.4.8.** Funciones de datos. En el formato de señal MLS se preverá la transmisión de datos básicos y de datos auxiliares.

*Nota.— Los requisitos del equipo terrestre relativos a la cobertura y supervisión de los datos están especificados en 3.11.5.4.*

**3.11.4.8.1.** Transmisión de datos. Los datos se transmitirán como está especificado en 3.11.4.4.3.1.

**3.11.4.8.2.** Organización y cronología de datos básicos. Los datos básicos estarán codificados como “palabras” de 32 bits, consistiendo cada una en un preámbulo de función (12 bits) como está especificado en 3.11.4.4, y el contenido de los datos como está especificado en el Apéndice A, Tabla A-7 del Anexo 10 volumen I. La cronología de las “palabras” de datos básicos será como está especificada en el Apéndice A, Tabla A-6 del Anexo 10 volumen I. El contenido, el intervalo máximo entre dos transmisiones de la misma “palabra”, y la organización de las “palabras” serán como están especificadas en el Apéndice A, Tabla A-7 del Anexo 10 volumen I. Los datos que contengan información digital se transmitirán en el primer bit menos significativo. El número binario menor representará el límite inferior absoluto con incrementos por escalones binarios hasta el límite superior absoluto de la gama de valores especificada en el Apéndice A, Tabla A-7 del Anexo 10 volumen I.

**3.11.4.8.2.1.** Contenidos de datos básicos. Los ítems del contenido de datos especificados en el Apéndice A, Tabla A-7 del Anexo 10 volumen I, se definirán de la forma siguiente:

- (a) Distancia de la antena de azimut de aproximación al umbral representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena de azimut de aproximación hasta un plano vertical, perpendicular al eje de pista, que contiene el umbral de pista.
- (b) Límite de la cobertura proporcional en azimut de aproximación representará el límite del sector en el que se transmite la guía proporcional de azimut de aproximación.
- (c) Tipo de señal de margen representará el método por el que se proporciona la señal de margen de azimut
- (d) Trayectoria de planeo mínima representará el ángulo de descenso mínimo a cero grados de azimut, según se define en 3.11.1.
- (e) Estado de azimut posterior representará las condiciones operacionales del equipo de azimut posterior.
- (f) Estado del DME representará las condiciones operacionales del equipo DME.
- (g) Estado de azimut de aproximación representará las condiciones operacionales del equipo de azimut de aproximación.
- (h) Estado de elevación de aproximación representará las condiciones operacionales del equipo de elevación de aproximación.
- (i) Anchura de haz representará, para una función determinada, la anchura de haz de antena, según se define en 3.11.1.
- (j) Distancia DME representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena DME hasta el plano vertical perpendicular al eje de la pista que contiene el punto de referencia MLS.

- (k) Orientación magnética de azimut de aproximación representará el ángulo medido en el plano horizontal en sentido dextrorso desde el norte magnético hasta el azimut de aproximación de cero grados, a partir de la antena de azimut de aproximación. El vértice del ángulo medido será el centro de fase de la antena de azimut de aproximación.
- (l) Orientación magnética de azimut posterior representará el ángulo medido en el plano horizontal en sentido dextrorso desde el norte magnético hasta el azimut posterior de cero grados, a partir de la antena de azimut posterior. El vértice del ángulo medido será el centro de fase de la antena de azimut posterior.
- (m) Límite de la cobertura proporcional de azimut posterior representará el límite del sector en el que se transmite la guía proporcional de azimut posterior.
- (n) Identificación del equipo terrestre MLS representará los tres últimos caracteres de la identificación del sistema especificada en 3.11.4.6.2.1. Los caracteres estarán codificados de acuerdo con el Alfabeto internacional núm. 5 (IA-5), utilizando los bits  $b_1$  a  $b_6$ .

*Nota 1.— El Alfabeto internacional núm. 5 (IA-5) está definido en la RAB 69, Volumen III.*

*Nota 2.— El bit  $b_7$  de este código puede reconstruirse en el receptor de a bordo tomando el complemento del bit  $b_6$ .*

**3.11.4.8.3.** Organización y cronología de los datos auxiliares. Todos los datos auxiliares se organizarán en palabras de 76 bits que comprenden el preámbulo de función (12 bits) especificado en 3.11.4.4, la dirección (8 bits) especificada en la Tabla A-9 del Apéndice A, Anexo 10 volumen I, y el contenido y paridad de los datos (56 bits) especificados en el Apéndice A, Tablas A-10, A-11, A-12, A-13 y A-15 del Anexo 10 volumen I. Se reservan tres códigos de identificación de función para indicar la transmisión de datos auxiliares A, datos auxiliares B y datos auxiliares C. La cronología de la función de datos auxiliares será la especificada en el Apéndice A, Tabla A-8 del Anexo 10 volumen I. Se proporcionarán dos formatos de palabra de datos auxiliares, uno para datos digitales y otro para datos con caracteres alfanuméricos. Al transmitir los datos que contienen información digital, se transmitirá primero el bit menos significativo. Los caracteres alfa en las palabras de datos B1 a B39 se codificarán de acuerdo con el Alfabeto internacional núm. 5 (IA-5), utilizando los bits  $b_1$  a  $b_5$ , transmitiéndose el bit  $b_1$  en primer lugar. Los caracteres de los datos alfanuméricos de otras palabras de datos se codificarán de acuerdo con el IA-5 utilizando siete bits de información, más un bit de paridad añadido a cada carácter. Los datos alfanuméricos se transmitirán en el orden en que han de ser leídos. La transmisión en serie de un carácter se hará de forma que se transmita primero el bit de orden inferior y que el bit de paridad se transmita el último.

*Nota 1.— El Alfabeto internacional núm. 5 (IA-5) está definido en la RAB 69, Volumen III.*

*Nota 2.— En 3.11.4.8.3.1 se especifica el contenido de datos auxiliares A. En 3.11.4.8.3.2 se especifica el contenido de datos auxiliares B. Se reserva para uso nacional el contenido de datos auxiliares C.*

**3.11.4.8.3.1.** Contenido de los datos auxiliares A. Los datos incluidos en las palabras de datos auxiliares A1 a A4, según lo especificado en la Tabla A-10 del Apéndice A, Anexo 10 volumen I, se definirán como sigue:

- (a) Desplazamiento de la antena de azimut de aproximación representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena de azimut de aproximación hasta un plano vertical que pasa por el eje de la pista.
- (b) Distancia de la antena de azimut de aproximación al punto de referencia MLS representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena de azimut de aproximación hasta el plano vertical perpendicular al eje de la pista que pasa por el punto de referencia MLS.
- (c) Alineación del azimut de aproximación con el eje de la pista representará el ángulo mínimo entre el azimut de aproximación de cero grados y el eje de la pista.
- (d) Sistema de coordenadas de la antena de azimut de aproximación representará el sistema de coordenadas (planas o cónicas) de los datos angulares transmitidos por la antena de azimut de

aproximación.

*Nota.— Aunque esta norma fue elaborada para proporcionar sistemas alternativos de coordenadas, el sistema de coordenadas planas no está en vigor ni se tiene la intención de que lo esté en el futuro.*

- (e) Altura de la antena de azimut de aproximación representará la posición en el plano vertical del centro de fase de la antena respecto al punto de referencia MLS.
- (f) Desplazamiento de la antena de elevación de aproximación representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena de elevación hasta un plano vertical que pasa por el eje de la pista.
- (g) Distancia desde el punto de referencia MLS al umbral representará la distancia medida a lo largo del eje de la pista desde el punto de referencia MLS hasta el umbral de la pista.
- (h) Altura de la antena de elevación de aproximación representará el emplazamiento vertical del centro de fase de la antena de elevación con respecto al punto de referencia MLS.
- (i) Elevación del punto de referencia MLS representará la elevación del punto de referencia con relación al nivel medio del mar (msl).
- (j) Altura del umbral de la pista representará la posición en el plano vertical de la intersección del umbral de la pista con el eje de pista respecto al punto de referencia MLS.
- (k) Desplazamiento DME representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena DME hasta un plano vertical que pasa por el eje de la pista.
- (l) Distancia del DME al punto de referencia MLS representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena DME hasta un plano vertical, perpendicular al eje de la pista, que pasa por el punto de referencia MLS.
- (m) Altura de la antena DME representará la posición en el plano vertical del centro de fase de la antena respecto al punto de referencia MLS.
- (n) Distancia del extremo de parada de la pista representará la distancia a lo largo del eje entre el extremo de parada de la pista y el punto de referencia MLS.
- (o) Desplazamiento de la antena de azimut posterior representará la distancia mínima desde el centro de fase de la antena de azimut posterior hasta un plano vertical que pasa por el eje de la pista.
- (p) Distancia del azimut posterior al punto de referencia MLS representará la distancia mínima, desde la antena de azimut posterior hasta un plano vertical, perpendicular al eje de la pista, que pasa por el punto de referencia MLS.
- (q) Alineación del azimut posterior con el eje de la pista representará el ángulo mínimo entre el azimut posterior de cero grados y el eje de la pista.
- (r) Sistema de coordenadas de la antena de azimut posterior representará el sistema de coordenadas (planas o cónicas) de los datos angulares transmitidos por la antena de azimut posterior.

*Nota.— Aunque esta norma fue elaborada para proporcionar sistemas alternativos de coordenadas, el sistema de coordenadas planas no está en vigor ni se tiene la intención de que lo esté en el futuro.*

- (s) Altura de la antena de azimut posterior representará la posición en el plano vertical del centro de fase de la antena respecto al punto de referencia MLS.

*Nota.— Se tiene la intención de que no se determinen otras palabras de datos auxiliares A.*

**3.11.4.8.3.2.** Contenido de los datos auxiliares B. Se determinarán las palabras de datos auxiliares B como se especifica en el Apéndice A, Tablas A-11 y A-13 del Anexo 10 volumen I.

**3.11.4.8.3.2.1.** Datos para procedimientos con sistema de aterrizaje por microondas/navegación de área (MLS/RNAV). Cuando sea necesario, se utilizarán las palabras de datos B1 a B39 para

transmitir datos para apoyar procedimientos MLS/ RNAV. Se permitirá dividir estos datos de procedimientos en dos bases de datos separadas: una para la transmisión en el sector de azimut de aproximación y la otra para transmisión en el sector de azimut posterior. Los datos correspondientes a cada procedimiento se transmitirán en la base de datos para el sector de cobertura en el que se inicia el procedimiento. Los datos de procedimiento para aproximaciones frustradas se incluirán en la base de datos que contiene el procedimiento de aproximación correspondiente.

**3.11.4.8.3.2.2.** Estructura de la base de datos de procedimiento. Cuando se utilice, cada base de datos de procedimiento se construirá como sigue:

- (a) se identificará con una palabra de aplicación/CRC el tamaño de la base de datos, el número de procedimientos definidos, y el código de verificación cíclica de redundancia (CRC) para la validación de la base de datos;
- (b) se identificarán mediante palabras descriptoras de procedimiento todos los procedimientos de aproximación y salida nombrados dentro de la base de datos; y
- (c) se definirán mediante palabras de datos de puntos de recorrido la ubicación y la secuencia de los puntos de recorrido correspondientes a los procedimientos.

*Nota.— La estructura y la codificación de las palabras de datos auxiliares B de B1 a B39 se definen en el Apéndice A, Tablas A-14 a A-17 del Anexo 10 volumen I. En el Adjunto G del Anexo 10 volumen I, se proporciona texto de orientación relativo a la codificación de los procedimientos MLS/RNAV.*

**3.11.4.9.** Precisión del sistema. Las normas relativas a la precisión, aquí especificadas, deben cumplirse en base a una probabilidad del 95% salvo que se indique otra cosa.

*Nota 1.— Entre los límites globales de error se incluyen los errores procedentes de toda clase de causas, equipo de a bordo, equipo terrestre y efectos de propagación.*

*Nota 2.— Se tiene la intención de que los límites de error se apliquen sobre un intervalo de la trayectoria de vuelo que incluya la referencia de aproximación o la referencia de azimut posterior. En el Adjunto G, 2.5.2 del Anexo 10 volumen I, se proporciona la interpretación de los errores MLS y la medición de los mismos sobre un intervalo apropiado para la inspección en vuelo.*

*Nota 3.— Para determinar los errores admisibles en las tolerancias de deterioro en puntos que no sean el de referencia apropiada, la precisión especificada en la referencia debe convertirse primeramente de su valor lineal a su valor angular equivalente, con el origen en la antena.*

**3.11.4.9.1.** Referencia de aproximación MLS. La altura de la referencia de aproximación MLS será de 15 m (50 ft). Se permitirá una tolerancia de +3 m (10 ft).

*Nota 1.— La finalidad operacional de determinar la altura de la referencia de aproximación MLS es lograr la guía segura sobre los obstáculos así como una utilización segura y eficiente de la pista servida. Para las alturas mencionadas en 3.11.4.9.1. se suponen pistas con número de clave 3 ó 4, según se definen en el Anexo 14.*

*Nota 2.— Al mismo tiempo, la referencia proporciona un punto conveniente en el cual pueden especificarse la precisión y otros parámetros de la función.*

*Nota 3.— Para obtener los valores anteriores de la altura del punto de referencia de aproximación MLS, se supuso una distancia vertical máxima de 5,8 m (19 ft) entre la trayectoria seguida por la antena de trayectoria de planeo de la aeronave y la trayectoria de la parte inferior de las ruedas al cruzar el umbral. En el caso de aeronaves que excedan este criterio, tal vez podría ser necesario tomar las medidas apropiadas, bien sea para mantener el margen vertical adecuado sobre el umbral o para ajustar las mínimas de operación permitidas.*

**3.11.4.9.2.** Referencia de azimut posterior MLS. La altura de la referencia de azimut posterior MLS será de 15 m (50 ft). Se permite una tolerancia de + 3 m (10 ft).

*Nota.— La finalidad de determinar la referencia de azimut posterior MLS es proporcionar un punto conveniente en el cual pueden especificarse la precisión y otros parámetros de la función.*

**3.11.4.9.3.** El PFE comprenderá aquellos componentes de frecuencia del error de señal de guía a la salida del receptor de a bordo, que se encuentra por debajo de 0,5 rad/s para la información de guía de azimut o por debajo de 1,5 rad/s para la información de guía de elevación. El ruido de mandos estará formado por los componentes de frecuencia del error de la señal de guía a la salida del receptor de a bordo que se sitúen por encima de 0,3 rad/s para la guía en azimut o por encima de 0,5 rad/s para la información de guía de elevación. La frecuencia de vértice del filtro de salida del receptor utilizado para esta medida es de 10 rad/s.

**3.11.4.9.4.** Funciones de guía en azimut de aproximación. A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, en la referencia de aproximación, la función de azimut de aproximación proporcionará la siguiente performance:

- (a) el PFE no será mayor de  $\pm 6$  m (20 ft);
- (b) el PFN no será mayor de  $\pm 3,5$  m (11,5 ft);
- (c) el CMN no será mayor de  $\pm 3,2$  m (10,5 ft) o  $0,1^\circ$ , tomándose de ambos valores el menor.

**3.11.4.9.4.1.** En la referencia de aproximación, el PFE no debe ser mayor de  $\pm 4$  m (13,5 ft).

**3.11.4.9.4.2.** La precisión lineal especificada en el punto de referencia se mantendrá en toda la región de cobertura de la pista especificada en 3.11.5.2.2.1.2, excepto cuando esté tolerado el deterioro tal como está especificado en 3.11.4.9.4.3.

**3.11.4.9.4.3.** Tolerancia en el deterioro. A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, se permitirá que el PFE, el PFN y el CMN angulares del azimut de aproximación se deterioren linealmente hasta los límites de cobertura, en la forma siguiente:

- (a) En la distancia. El límite del PFE y el límite del PFN, expresados en forma angular a 37 km (20 NM) del umbral de la pista a lo largo de la prolongación del eje de la pista, será de dos veces el valor especificado en la referencia de aproximación. El límite del CMN será de  $0,1^\circ$  a 37 km (20 NM) del punto de referencia de aproximación a lo largo de la prolongación del eje de la pista, a un ángulo mínimo de trayectoria de planeo.
- (b) En el ángulo azimutal. El límite del PFE y el límite del PFN, expresados en forma angular para un ángulo azimutal de  $\pm 40^\circ$ , será de 1,5 veces el valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de aproximación. El límite del CMN, expresado en forma angular, para un ángulo azimutal de  $\pm 40^\circ$  es de 1,3 veces el valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de aproximación.
- (c) En el ángulo de elevación. El límite del PFE y el límite del PFN no se deteriorarán hasta un ángulo de elevación de  $9^\circ$ . El límite del PFE y el límite del PFN, expresados en forma angular para un ángulo de elevación de  $15^\circ$  desde el centro de fase de la antena de azimut de aproximación, será de dos veces el valor tolerado por debajo de  $9^\circ$  a la misma distancia de la referencia de aproximación, y al mismo ángulo azimutal. El error del CMN no se deteriorará con el ángulo de elevación.
- (d) CMN máximo. Los límites del CMN no excederán de  $0,2^\circ$  en ninguna región de cobertura.

**3.11.4.9.4.3.1.** El CMN no debe exceder de  $0,1^\circ$  en ninguna región de cobertura.

**3.11.4.9.4.4.** PFE y PFN angulares máximos. A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, en cualquier región dentro de la cobertura, los límites de error angular serán los siguientes:

- (a) el PFE no excederá de  $\pm 0,25^\circ$ ; y
- (b) el PFN no excederá de  $\pm 0,15^\circ$ .

**3.11.4.9.5.** Función de guía en azimut posterior. En la referencia planeo de azimut posterior, la función posterior proporcionará la siguiente performance:

- (a) el PFE no será mayor de  $\pm 6$  m (20 ft);
- (b) la componente de PFN no será mayor de  $\pm 3,5$  m (11,5 ft);

(c) el CMN no será mayor de  $\pm 3,2$  m (10,5 ft) o de  $0,1^\circ$ , tomándose de ambos valores el menor.

**3.11.4.9.5.1.** Tolerancia en el deterioro. Estará tolerado que el PFE, el PFN y el CMN del ángulo de azimut posterior, se deterioren linealmente hasta los límites de cobertura, en la forma siguiente:

(a) En la distancia. El límite de PFE y el límite de PFN, expresados en forma angular en el límite de cobertura a lo largo de la prolongación del eje de pista, será de dos veces el valor especificado en la referencia planeo de azimut posterior. El límite de CMN, expresado en forma angular a 18,5 km (10 NM) desde el fin de pista a lo largo de la prolongación del eje de pista, será de 1,3 veces el valor especificado en la referencia de azimut posterior.

(b) En el ángulo azimutal. El límite de PFE y el límite de PFN, expresados en forma angular para un ángulo azimutal de  $\pm 20^\circ$ , será de 1,5 veces su valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de azimut posterior. El límite de CMN, expresado en forma angular para un ángulo azimutal de  $\pm 20^\circ$ , será de 1,3 veces su valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de azimut posterior.

(c) En el ángulo de elevación. El límite de PFE y el límite de PFN se deteriorarán hasta un ángulo de elevación de  $9^\circ$ . El límite de PFE y el límite de PFN, expresados en forma angular para un ángulo de elevación de  $15^\circ$  del centro de fase de la antena de azimut posterior, será de dos veces el valor tolerado por debajo de  $9^\circ$  a la misma distancia de la referencia de azimut posterior y al mismo ángulo azimutal. El límite de CMN no se deteriorará con el ángulo de elevación.

(d) CMN máximo. Los límites del CMN no excederán de  $0,2^\circ$  en ninguna región de cobertura.

**3.11.4.9.5.2.** PFE y PFN máximos. En cualquier región dentro de la cobertura, los límites de error angular serán los siguientes:

(a) el PFE no excederá de  $\pm 0,50^\circ$ ; y

(b) el PFN no excederá de  $\pm 0,30^\circ$ .

**3.11.4.9.6.** Función de guía en elevación. Para los equipos emplazados para proporcionar una trayectoria de planeo mínima nominal de  $3^\circ$  o menos, a excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, la función de elevación de aproximación proporcionará la siguiente performance en la referencia de aproximación:

(a) el PFE no será mayor de  $\pm 0,6$  m (2 ft);

(b) el PFN será mayor de  $\pm 0,4$  m (1,3 ft);

(c) el CMN no será mayor de  $\pm 0,3$  m (1 ft).

**3.11.4.9.6.1.** Tolerancia en el deterioro. A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, se permitirá que el PFE, el PFN y el CMN de la trayectoria del ángulo de elevación de aproximación, se deterioren linealmente hasta los límites de cobertura, en la forma siguiente:

(a) En la distancia. El límite de PFE y el PFN, expresados en forma angular a 37 km (20 NM) del umbral de la pista sobre la trayectoria de planeo mínima será de  $0,2^\circ$ . El límite del CMN será de  $0,1^\circ$  a 37 km (20 NM) del punto de referencia de aproximación a lo largo de la prolongación del eje de la pista, a un ángulo mínimo de trayectoria de planeo.

(b) En el ángulo azimutal. El límite de PFE y el límite de PFN expresados en forma angular para un ángulo azimutal de  $\pm 40^\circ$ , será de 1,3 veces el valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de aproximación. El límite de CMN, expresado en forma angular para un ángulo azimutal de  $\pm 40^\circ$  será de 1,3 veces el valor sobre la prolongación del eje de pista a la misma distancia de la referencia de aproximación.

(c) En el ángulo de elevación. Para ángulos de elevación por encima del que sea menor entre la trayectoria de planeo mínima y el de  $3^\circ$  y hasta el máximo de la cobertura de guía proporcional y en el lugar geométrico de los puntos directamente por encima de la referencia de aproximación, el límite de PFE, el límite de PFN y el límite de CMN, expresados en forma angular, se tolerará su deterioración lineal hasta que para un ángulo de elevación de  $15^\circ$  el límite sea dos veces el valor especificado en el punto de referencia. En ningún caso, el CMN directamente por encima

del punto de referencia excederá de  $\pm 0,07^\circ$ . Para otras regiones de cobertura dentro del sector angular desde un ángulo de elevación equivalente a la trayectoria de planeo mínima hasta el ángulo máximo de cobertura proporcional se aplicará el deterioro con la distancia y ángulo azimutal especificados en (a) y (b).

- (d) Los límites del PFE, PFN y CMN no sufrirán deterioro en la región comprendida entre la trayectoria mínima de planeo y la correspondiente al 60% del ángulo de la trayectoria mínima de planeo. Para los ángulos de elevación por debajo del 60% de la trayectoria de planeo mínima, hacia abajo, hasta el límite de cobertura especificado en 3.11.5.3.2.1.2 y en el lugar geométrico de los puntos directamente por debajo del punto de referencia, el límite de PFE, el límite PFN y el límite CMN, expresados en forma angular, se tolerará su aumento lineal hasta seis veces su valor en la referencia planeo de aproximación. Para otras regiones de cobertura dentro del sector angular desde un ángulo de elevación equivalente al 60% del valor del ángulo de trayectoria de planeo mínima, hacia abajo, hasta el límite de cobertura, se aplicará el deterioro con la distancia y el ángulo azimutal especificados en a) y b). En ningún caso se tolerará que el PFE exceda de  $0,8^\circ$ , o que el CMN exceda de  $0,4^\circ$ .
- (e) CMN máximo. Para ángulos de elevación por encima del correspondiente al 60% de la trayectoria mínima de planeo los límites del CMN no excederán de  $0,2^\circ$  en ninguna región de cobertura.

**3.11.4.9.6.2.** PFE y PFN angulares máximos. A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, en cualquier región dentro de la cobertura, para ángulos de elevación superiores al 60% de la trayectoria mínima de planeo, los límites de error angular serán los siguientes:

- (a) el PFE no excederá de  $\pm 0,25^\circ$ ; y  
 (b) el PFN no excederá de  $\pm 0,15^\circ$ .

**3.11.4.9.6.3.** El límite expresado en forma angular para el deterioro lineal del límite de PFE, del límite de PFN y del límite CMN, en ángulos por debajo del 60% de la trayectoria de planeo mínima, hasta abajo, y hasta el límite de cobertura, debe ser tres veces el valor tolerado en la referencia de aproximación.

*Nota.— Para otras regiones de cobertura dentro del sector angular, desde un ángulo de elevación equivalente al 60% del ángulo de la trayectoria de planeo mínima, y hacia abajo, hasta el límite de cobertura, se aplica el deterioro con la distancia y el ángulo azimutal especificados en 3.11.4.9.6.1 (a) y (b).*

**3.11.4.9.6.4.** CMN máximo. Los límites del CMN no deben exceder de  $0,1^\circ$  en ninguna región dentro de los límites de cobertura para ángulos de elevación por encima del 60% del de la trayectoria mínima de planeo.

**3.11.4.9.6.5.** El PFE no debe exceder de  $0,35^\circ$ , y el CMN no debe exceder de  $0,2^\circ$ .

**3.11.4.9.6.6.** El equipo de elevación de aproximación emplazado para suministrar una trayectoria de planeo mínima mayor de  $3^\circ$  proporcionará precisiones angulares que no sean menores que aquellas especificadas para un equipo emplazado para suministrar una trayectoria de planeo mínima de  $3^\circ$  dentro del espacio de cobertura.

**3.11.4.10.** Densidad de potencia

**3.11.4.10.1.** La densidad de potencia de las señales DPSK, de margen de guía angular tendrá por lo menos, los valores indicados en la tabla siguiente, bajo cualquier condición meteorológica operacional y en cualquier punto dentro de la cobertura, con excepción de lo especificado en 3.11.4.10.2.

| Señales | Señales de ángulo<br>(dBW/m <sup>2</sup> ) | Señales de |
|---------|--|------------|
|---------|--|------------|

| Función  | DPSK<br>(dBW/m <sup>2</sup> ) | 1°<br>(anchura de haz de<br>antena) | 2°    | 3°    | Margen<br>(dBW/m <sup>2</sup> ) |
|--|-------------------------------|-------------------------------------|-------|-------|---------------------------------|
| Guía en azimut de aproximación                       | -89,5                         | -85,7                               | -79,7 | -76,2 | -88,0                           |
| Guía en azimut de aproximación<br>de<br>Régimen alto | -89,5                         | -88,0                               | -84,5 | -81,0 | -88,0                           |
| Guía en azimut posterior                             | -89,5                         | -88,0                               | -82,7 | -79,2 | -88,0                           |
| Guía en elevación de<br>aproximación                 | -89,5                         | -88,0                               | -84,5 | N/A   | N/A                             |

N/A = no se aplica.

*Nota.— En la tabla anterior se especifican las densidades de potencia mínimas para las señales de margen y de haz explorador. En 3.11.4.6.2.5.2 se especifican los valores relativos de ambas señales.*

**3.11.4.10.2.** La densidad de potencia de las señales de guía angular en azimut de aproximación será mayor que la especificada en 3.11.4.10.1 en, por lo menos:

(a) 15 dB en la referencia de aproximación;

(b) 5 dB para 1° o 9 dB para 2° o antenas de mayor anchura de haz a 2,5 m (8 ft) sobre la superficie de la pista, en el punto de referencia MLS o en el punto más alejado del eje de la pista que se encuentre dentro del alcance óptico desde la antena de azimut.

*Nota 1.— Cerca de la superficie de la pista el equipo de azimut de aproximación proporcionará normalmente densidades de potencia superiores a las especificaciones para señales de ángulo en 3.11.4.10.1 para apoyar las operaciones de aterrizaje con piloto automático. El Adjunto G del Anexo 10 volumen I, proporciona orientación en cuanto a la anchura de haz de antena y consideraciones sobre el balance de potencia.*

*Nota 2.— Las especificaciones relativas a la cobertura en 3.11.5.2.2 y 3.11.5.3.2 prevén las condiciones de emplazamiento difíciles del equipo terrestre, en las que quizás no sea factible proporcionar la densidad de potencia especificada en 3.11.4.10.2.*

**3.11.4.10.3.** Densidades de potencia relativa para trayectos múltiples

**3.11.4.10.3.1.** Dentro de la cobertura del azimut MLS a 60 m (200 ft) o más por encima del umbral, la duración de una señal reflejada del haz explorador, cuya densidad de potencia sea, en más de 4 dB, inferior a la densidad de potencia de la señal del haz explorador de guía del azimut de aproximación o del azimut de régimen alto, será menor que un segundo, vista por una aeronave en una aproximación publicada.

**3.11.4.10.3.2.** Dentro del sector de guía proporcional del azimut MLS, a menos de 60 m (200 ft) por encima del umbral, la densidad de potencia de cualquier señal reflejada del haz explorador de guía del azimut de aproximación o del azimut de régimen alto será superior, en menos de 10 dB, a la densidad de potencia de la señal del haz explorador de guía del azimut de aproximación o del azimut de régimen alto. En el eje de la pista, esta señal reflejada no deteriorará la forma del haz explorador del azimut ni generará, en la salida de un receptor, un error que sobrepase las tolerancias que se especifican en 3.11.4.9.

**3.11.4.10.3.3.** Dentro de la cobertura de elevación MLS, la duración de una señal reflejada del haz de barrido de guía de elevación de aproximación, cuya densidad de potencia sea, en más de 4 dB, inferior a la densidad de potencia del haz explorador de guía de elevación de aproximación, será menor que un segundo, vista por una aeronave en una aproximación publicada.

**3.11.5.** Características del equipo terrestre

**3.11.5.1.** Sincronización y supervisión. Se supervisará la sincronización de las transmisiones de guía

angular con multiplexaje por división en el tiempo y las transmisiones de datos, enumerados en 3.11.4.3.3.

*Nota.— Los requisitos específicos sobre la supervisión para diferentes funciones MLS están especificados en 3.11.5.2.3 y 3.11.5.3.3.*

**3.11.5.1.1.** Radiación residual de las funciones MLS. La radiación residual de una función MLS en el momento en que se radia otra función será por lo menos de 70 dB inferior al nivel proporcionado cuando se efectúa la transmisión.

*Nota.— El nivel aceptable de radiación residual para una función determinada es un nivel que no influye negativamente en la recepción de cualquier otra función y que depende del emplazamiento del equipo y de la posición de la aeronave.*

### **3.11.5.2.** Equipo de guía en azimut

**3.11.5.2.1.** Características de haz explorador. Las antenas del equipo terrestre de azimut producirán un haz en forma de abanico que es estrecho en el plano horizontal, ancho en el plano vertical y que se explora horizontalmente entre los límites del sector de guía proporcional.

**3.11.5.2.1.1.** Sistemas de coordenadas. La información de guía en azimut se radiará en coordenadas cónicas o planas. 3.11.5.2.1.2 Anchura de haz de antena. La anchura de haz de antena no excederá de 4°.

*Nota.— Se tiene la intención de que la envolvente del haz explorador detectada no debe exceder de 250  $\mu$ s (equivalente a una anchura de haz de 5°) en toda la cobertura para asegurar el descifrado adecuado del ángulo por parte del equipo de a bordo.*

**3.11.5.2.1.3.** Forma de haz explorador. Los puntos de -10 dB de la envolvente de haz se desplazarán del centro del haz en una anchura de haz de 0,76 por lo menos, pero no más de una anchura de haz de 0,96.

*Nota.— La forma de haz descrita corresponde a la dirección lobular, en un medio libre de trayectos múltiples, utilizando un filtro apropiado. El Adjunto G, 3.1 y 3.2 del Anexo 10 volumen I, contiene información sobre la forma del haz y de los lóbulos laterales.*

### **3.11.5.2.2.** Cobertura

*Nota.— Las Figuras G-5A, G-5B y G-6 del Adjunto G Anexo 10 volumen I, contienen diagramas que ilustran los requisitos sobre la cobertura aquí especificados.*

**3.11.5.2.2.1.** Azimut de aproximación. A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, el equipo terrestre de azimut de aproximación proporcionará información de guía en, por lo menos, la siguiente parte del espacio:

#### **3.11.5.2.2.1.1.** Región de aproximación

(a) Lateralmente, dentro de un sector de 80° (normalmente +40° y -40° respecto a la línea de mira de la antena) que comienza en el centro de fase de la antena de azimut de aproximación.

(b) Longitudinalmente, desde la antena de azimut de aproximación hasta 41,7 km (22,5 NM).

(c) Verticalmente entre:

(1) una superficie cónica inferior que comienza en el centro de fase de la antena de azimut de aproximación y se inclina hacia arriba de tal modo que, en el límite de la cobertura longitudinal, alcance una altura de 600 m (2 000 ft) por encima del plano horizontal que contiene el centro de fase de la antena; y

(2) una superficie cónica superior que comienza en el centro de fase de la antena de azimut de aproximación con una inclinación de 15° por encima de la horizontal hasta una altura de 6 000 m (20 000 ft).

*Nota 1.— Se tiene la intención de que cuando los obstáculos existentes penetran en la superficie*

*inferior no sea necesario proporcionar la guía a menos de las alturas dentro del alcance óptico.*

*Nota 2.— Cuando se haya determinado que existe información de guía falsa fuera del sector de cobertura promulgado, y que los procedimientos operacionales apropiados no pueden proporcionar una solución aceptable, se dispone de técnicas para minimizar los efectos. Dichas técnicas comprenden el ajuste de los sectores de guía proporcional o la utilización de señales de indicación de fuera de cobertura. En el Adjunto G, 8 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación relativo a la utilización de esas técnicas.*

*Nota 3.— Cuando el sector de guía proporcional es menor que la cobertura lateral mínima especificada en 3.11.5.2.2.1.1 (a), se necesitan las señales de guía de margen especificadas en 3.11.4.6.2.5.*

#### **3.11.5.2.2.1.2. Región de la pista**

**(a)** Horizontalmente, dentro de un sector de 45 m (150 ft) a cada lado del eje de pista empezando en el fin de pista y extendiéndose paralelamente al eje de pista en dirección de la aproximación hasta alcanzar la región de cobertura operacional mínima, como se describe en 3.11.5.2.2.1.3.

**(b)** Verticalmente entre:

**(1)** una superficie horizontal que se encuentra a 2,5 m (8 ft) por encima del punto más alejado del eje de pista, dentro del alcance óptico de antena de azimut; y

**(2)** una superficie cónica que tiene su origen en la antena del equipo terrestre de azimut con una inclinación de 20° sobre la horizontal hasta una altura de 600 m (2 000 ft).

*Nota 1.— El Adjunto G, 2.3.6 del Anexo 10 volumen I, contiene información sobre la determinación del punto a que se hace referencia en (b) (1).*

*Nota 2.— Se tiene la intención de que pueda proporcionarse guía por debajo de la línea de alcance óptico, siempre que la calidad de la señal sea tal que se satisfagan los requisitos de precisión especificados en 3.11.4.9.4.*

**3.11.5.2.2.1.2.1.** El nivel inferior de la cobertura en la región de la pista debe estar a 2,5 m (8 ft) sobre el eje de pista.

**3.11.5.2.2.1.2.2.** Cuando se requiera para apoyar aterrizajes, recorridos en tierra o despegues con piloto automático, el nivel más bajo de cobertura en la región de la pista no excederá de 2,5 m (8 ft) por encima del eje de la pista.

*Nota.— Se tiene la intención de que el límite inferior de cobertura de 2,5 m (8 ft) sirva para todas las pistas. En el Adjunto G, 2.3.6 del Anexo 10 volumen I, se proporciona información sobre la posibilidad de aplicar con menos rigidez los requisitos de densidad de potencia de 3.11.4.10.2 a 2,5 m (8 ft).*

#### **3.11.5.2.2.1.3. Región de cobertura mínima.**

**(a)** Lateralmente, en un sector de más y menos 10° a los lados del eje de pista que comienza en el punto de referencia del MLS.

**(b)** Longitudinalmente desde el umbral de la pista en la dirección de la aproximación hasta el límite de cobertura longitudinal especificado en 3.11.5.2.2.1.1 (b).

**(c)** Verticalmente, entre:

**(1)** un plano inferior que contiene la línea de 2,5 m (8 ft) por encima del umbral de la pista y que está inclinado hacia arriba de tal modo que, en el límite de la cobertura longitudinal, alcance la altura de la superficie especificada en 3.11.5.2.2.1.1 (c) (1); y

**(2)** la superficie superior que se especifica en 3.11.5.2.2.1.1 (c) (2).

**3.11.5.2.2.1.4.** El equipo terrestre de azimut de aproximación debe proporcionar información de guía verticalmente hasta 30° por encima de la horizontal.

**3.11.5.2.2.1.5.** El sector de guía proporcional mínimo será el que se indica a continuación:

| Distancia de la antena de azimut de aproximación al umbral (AAT) | Cobertura proporcional mínima |
|--|-------------------------------|
| AAT < 500 m (1 640 ft)   | $\pm 8^\circ$                 |
| 500 m (1 640 ft) < AAT < 3 100 m (10 170 ft)                     | $\pm 6^\circ$                 |
| 3 100 m (10 170 ft) < AAT  | $\pm 4^\circ$                 |

**3.11.5.2.2.2.** Azimut posterior. El equipo terrestre de azimut posterior proporcionará información en, por lo menos, la siguiente parte del espacio:

- (a) horizontalmente, dentro de un sector de  $\pm 20^\circ$ , aproximadamente, del eje de la pista, que tiene su origen en la antena del equipo terrestre de azimut posterior y se extiende en la dirección de la aproximación frustrada hasta 18,5 km (10 NM), por lo menos, desde el extremo de la pista;
- (b) verticalmente en la región de la pista entre:
  - (1) una superficie horizontal que se encuentra a 2,5 m (8 ft) sobre el punto más alejado del eje de pista, dentro del alcance óptico de antena de azimut; y
  - (2) una superficie cónica que tiene su origen en la antena del equipo terrestre de azimut posterior con una inclinación de  $20^\circ$  sobre la horizontal hasta una altura de 600 m (2000 ft);
- (c) verticalmente, en la región de azimut posterior entre:
  - (1) una superficie cónica que tiene su origen a 2,5 m (8 ft) sobre el fin de pista, con una inclinación de  $0,9^\circ$  sobre la horizontal; y
  - (2) una superficie cónica que tiene su origen en la antena del equipo terrestre de azimut de aproximación posterior, con una inclinación de  $15^\circ$  sobre la horizontal hasta una altura de 3000 m (10000 ft).

*Nota 1.— El Adjunto G, 2.3.6 del Anexo 10 volumen I, contiene información sobre la determinación del punto a que se hace referencia en (b) (1).*

*Nota 2.— Se tiene la intención de que cuando las características físicas de la pista o los obstáculos impidan el cumplimiento de las normas contenidas en (b) y (c), no sea necesario proporcionar la guía a menos de las alturas dentro del alcance óptico.*

**3.11.5.2.2.2.1.** La instalación de azimut posterior debe proporcionar información de guía hasta  $30^\circ$  por encima de la horizontal.

**3.11.5.2.2.2.2.** El sector de guía proporcional mínimo será de  $\pm 10^\circ$  del eje de pista.

*Nota.— El Adjunto G, 7.5 del Anexo 10 volumen I, contiene información sobre la aplicación.*

### **3.11.5.2.3.** Supervisión y control

**3.11.5.2.3.1.** A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, los sistemas de supervisión del azimut posterior y del azimut de aproximación harán que cese la radiación y proporcionarán un aviso a los puntos de control designados si cualquiera de las condiciones siguientes persiste por un tiempo mayor que los períodos especificados:

- (a) se produce un cambio en la contribución del equipo terrestre al error medio de rumbo de modo que el PFE en la referencia de aproximación o en la dirección de cualquier radial de azimut, exceda los límites especificados en 3.11.4.9.4 y 3.11.4.9.5 durante un período de más de 1 segundo;
- (b) se produce una reducción en la potencia radiada hasta menos que la necesaria para satisfacer los requisitos especificados en 3.11.4.10.1 y 3.11.4.6.2.5.2 durante un período de más de 1 segundo;
- (c) se produce un error en las transmisiones del preámbulo DPSK, que ocurre más de una vez en cualquier período de 1 segundo;

(d) se produce un error en la sincronización del MDT (multiplexaje por distribución en el tiempo) de una función azimutal determinada, que tenga como resultado que el requisito especificado en 3.11.4.3.2 no se cumple, y si esta condición persiste durante más de 1 segundo.

*Nota.— El Adjunto G, Capítulo 6 del Anexo 10 volumen I, contiene texto de orientación.*

**3.11.5.2.3.2.** El diseño y el funcionamiento del sistema monitor harán que la radiación cese y que se proporcione un aviso en los puntos de control designados en caso de falla del sistema monitor.

**3.11.5.2.3.3.** El período durante el cual se radia información de guía errónea, incluyendo el período o los períodos de radiación cero, no excederá los períodos especificados en 3.11.5.2.3.1. Todo intento de subsanar la falla se realizará durante este período restableciendo el equipo primario terrestre o cambiando el equipo terrestre de reserva, y todo período de radiación cero no excederá de 500 ms. Si no se subsanase la falla dentro del tiempo permitido, cesará la radiación. Después del cese, no se intentará restablecer el servicio antes de que haya transcurrido un período de 20 segundos.

**3.11.5.2.4.** Requisitos de integridad y continuidad de servicio para azimut MLS

**3.11.5.2.4.1.** La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no será inferior a  $1 - 0,5 \times 10^{-9}$  en cada aterrizaje para un azimut MLS destinado a operaciones de Categorías II y III.

**3.11.5.2.4.2.** La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no debe ser inferior a  $1 - 1,0 \times 10^{-7}$  en cada aterrizaje en azimut MLS destinado a operaciones de Categoría I.

**3.11.5.2.4.3.** La probabilidad de no perder la señal de guía radiada será superior a:

(a)  $1 - 2 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 15 segundos para un azimut MLS destinado a operaciones de Categoría II o Categoría IIIA (equivalente a 2000 horas de tiempo medio entre interrupciones);  
y

(b)  $1 - 2 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 30 segundos para un azimut MLS destinado a toda la gama de operaciones de Categoría III (equivalente a 4000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

**3.11.5.2.4.4.** La probabilidad de no perder las señales de guía radiadas debe ser superior a  $1 - 4 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 15 segundos para un azimut MLS destinado a operaciones de Categoría I (equivalente a 1000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

*Nota.— En el Adjunto G Capítulo 11 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación sobre integridad y continuidad de servicio.*

**3.11.5.2.5.** Precisión del equipo terrestre

**3.11.5.2.5.1.** A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, la contribución del equipo terrestre al error medio de rumbo no excederá de un error equivalente a  $\pm 3$  m (10 ft) en la referencia de aproximación MLS.

**3.11.5.2.5.2.** La contribución del equipo terrestre al CMN en la referencia no debe exceder de 1 m (3,3 ft) o  $0,03^\circ$ , tomándose de ambos valores el menor, con una probabilidad del 95%.

*Nota 1.— Este es el error del equipo sin incluir ningún efecto de propagación.*

*Nota 2.— El Adjunto G, 2.5.2 del Anexo 10 volumen I, contiene orientación sobre la medida de este parámetro.*

**3.11.5.2.6.** Emplazamiento

*Nota 1.— No se tiene la intención de no permitir la instalación del MLS cuando no sea posible emplazar el equipo terrestre de azimut en la prolongación del eje de pista.*

*Nota 2.— En el Adjunto G, 4.3 del Anexo 10 volumen I, figura un texto de orientación sobre las áreas críticas y sensibles de las antenas de azimut.*

**3.11.5.2.6.1.** La antena del equipo terrestre de azimut de aproximación estará ubicada, normalmente,

en la prolongación del eje de pista más allá del extremo de parada, y se ajustará de modo que el plano vertical que contiene el eje de rumbo de cero grados contenga, asimismo, la referencia de aproximación MLS. El emplazamiento de la antena concordará con los SARPS del Anexo 14 sobre márgenes seguros de franqueamiento de obstáculos.

**3.11.5.2.6.2.** La antena del equipo terrestre de azimut posterior estará ubicada, normalmente, en la prolongación del eje de pista en el extremo del umbral, y la antena se ajustará de modo que el plano vertical que contenga el eje de rumbo de cero grados contenga, asimismo, la referencia de azimut posterior.

### **3.11.5.3. Equipo de guía de elevación**

**3.11.5.3.1. Características del haz explorador.** La antena del equipo terrestre de elevación producirá un haz en forma de abanico que es estrecho en el plano vertical, ancho en el plano horizontal y que se explora verticalmente entre los límites del sector de guía proporcional.

**3.11.5.3.1.1. Sistema de coordenadas.** La información de guía de elevación de aproximación se radiará en coordenadas cónicas.

**3.11.5.3.1.2. Anchura de haz de antena.** La anchura de haz de antena no excederá de 2,5°.

**3.11.5.3.1.3. Forma del haz explorador.** Los puntos de -10 dB en la envolvente del haz se desplazarán del eje en una anchura de haz de por lo menos 0,76, pero no más de una anchura de haz de 0,96.

*Nota.— La forma del haz descrita se aplica a la dirección lobular, en un medio libre de trayectos múltiples, utilizando un filtro adecuado. El Adjunto G, 3.1 y 3.2 del Anexo 10 volumen I, contiene información sobre la forma del haz y de los lóbulos laterales.*

### **3.11.5.3.2. Cobertura**

*Nota.— El Adjunto G, Figura G-10A del Anexo 10 volumen I, contiene diagramas que ilustran los requisitos sobre la cobertura aquí especificados.*

**3.11.5.3.2.1. Elevación de aproximación.** A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, el equipo terrestre de elevación de aproximación proporcionará información de guía proporcional en, por lo menos, la siguiente parte del espacio:

#### **3.11.5.3.2.1.1. Región de aproximación.**

- (a)** Lateralmente, dentro del sector que tiene su origen en el centro de fase de la antena de elevación cuya amplitud angular es por lo menos igual a la del sector de guía proporcional que provee el equipo de tierra de aproximación en azimut en el límite de la cobertura longitudinal.
- (b)** Longitudinalmente, a partir de la antena de elevación en la dirección de la aproximación hasta 37 km (20 NM) del umbral.
- (c)** Verticalmente, entre:
  - (1)** una superficie cónica inferior que tiene su origen en el centro de fase de la antena de elevación y que se inclina hacia arriba en tal forma que, en el límite de la cobertura longitudinal, alcance una altura de 600 m (2000 ft) por encima del plano horizontal que contiene el centro de fase de la antena; y
  - (2)** una superficie cónica superior que tiene su origen en el centro de fase de la antena de elevación y con una inclinación de 7,5° por encima de la horizontal hasta una altura de 6000 m (20000 ft).

*Nota.— Se tiene la intención de que cuando las características físicas de la región de aproximación impidan la consecución de las normas especificadas en (a), (b) y (c) (1), no sea necesario proporcionar guía por debajo de la línea de alcance óptico.*

**3.11.5.3.2.1.1.1.** El equipo terrestre de elevación de aproximación debe proporcionar guía proporcional para ángulos mayores de 7,5° por encima de la horizontal, cuando ello sea necesario

para satisfacer los requisitos operacionales.

#### **3.11.5.3.2.1.2.** Región de cobertura mínima operacional.

- (a) Lateralmente, dentro de un sector que tiene su origen en el punto de referencia MLS, de más y menos 10° a cada lado del eje de pista.
- (b) Longitudinalmente, a partir de 75 m (250 ft) del punto de referencia MLS en la dirección del umbral, hasta el límite de cobertura extremo que se especifica en 3.11.5.3.2.1.1 (b).
- (c) Verticalmente, entre la superficie superior especificada en 3.11.5.3.2.1.1 (c) (2), y la de mayor altura entre:
  - (1) una superficie que sea el lugar geométrico de los puntos a 2,5 m (8 ft) por encima de la pista;
  - (2) un plano que tenga su origen en el punto de referencia MLS, inclinado hacia arriba en tal forma que, en el límite de cobertura longitudinal, alcance la altura de la superficie que se especifica en 3.11.5.3.2.1.1 (c) (1).

*Nota.— El Adjunto G, 3.3 del Anexo 10 volumen I, contiene información relativa al diagrama de radiación horizontal de las antenas de elevación de aproximación.*

#### **3.11.5.3.3.** Supervisión y control

**3.11.5.3.3.1.** A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, el sistema de supervisión de elevación de aproximación hará que cese la radiación de sus respectivas funciones y proporcionará aviso a los puntos de control designados, si cualquiera de las condiciones siguientes persiste por más tiempo de los períodos especificados:

- (a) se produce un cambio en la contribución del equipo terrestre a la componente de error medio de trayectoria de planeo de modo que el PFE en la referencia o en cualquier trayectoria de planeo que concuerde con los procedimientos de aproximación publicados, exceda los límites especificados en 3.11.4.9.6 durante un período de más de 1 segundo;
- (b) se produce una reducción en la potencia radiada hasta menos que la necesaria para satisfacer los requisitos especificados en 3.11.4.10.1 durante un período de más de 1 segundo;
- (c) se produce un error en las transmisiones del preámbulo DPSK, el cual ocurre más de una vez en cualquier período de 1 segundo;
- (d) se produce un error en la sincronización del TDM de una función de elevación determinada, que tenga como resultado que el requisito especificado en 3.11.4.3.2 no se cumple y esta condición persiste durante más de 1 segundo.

*Nota.— En el Adjunto G Capítulo 6 del Anexo 10 volumen I, se proporciona texto de orientación.*

**3.11.5.3.3.2.** El diseño y el funcionamiento del sistema monitor harán que la radiación cese y que se proporcione un aviso en los puntos de control designados en el caso de falla del sistema monitor.

**3.11.5.3.3.3.** El período durante el cual se radia información de guía errónea, incluyendo el período o los períodos de radiación cero no excederá los períodos especificados en 3.11.5.3.3.1. Todo intento de subsanar la falla se realizará durante este período, restableciendo el equipo primario terrestre o cambiando el equipo terrestre de reserva, y todo período de radiación cero no excederá de 500 ms. Si no se subsanase la falla dentro del tiempo permitido cesará la radiación. Después de esto, no se intentará restablecer el servicio antes de que haya transcurrido un período de 20 segundos.

#### **3.11.5.3.4.** Requisitos de integridad y continuidad de servicio para elevación de aproximación MLS

**3.11.5.3.4.1.** La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no será inferior a  $1 - 0,5 \times 10^{-9}$  en cada aterrizaje para una elevación de aproximación MLS destinada a operaciones de Categorías II y III.

**3.11.5.3.4.2.** La probabilidad de no radiar señales de guía falsas no será inferior a  $1 - 1,0 \times 10^{-7}$  en cada aterrizaje para una elevación de aproximación MLS destinada a operaciones de Categoría I.

**3.11.5.3.4.3.** La probabilidad de no perder la señal de guía radiada será superior a  $1 - 2 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 15 s para una elevación de aproximación MLS destinada a operaciones de Categorías II y III (equivalentes a 2000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

**3.11.5.3.4.4.** La probabilidad de no perder las señales de guía radiadas debe ser superior a  $1 - 4 \times 10^{-6}$  en cualquier período de 15 segundos para una elevación de aproximación MLS destinada a operaciones de Categoría I (equivalente a 1000 horas de tiempo medio entre interrupciones).

*Nota.— En el Adjunto G Capítulo 11 del Anexo 10 volumen I, figura texto de orientación sobre integridad y continuidad de servicio.*

#### **3.11.5.3.5. Precisión del equipo terrestre**

**3.11.5.3.5.1.** A excepción de lo permitido en 3.11.3.4 para conjuntos MLS simplificados, la contribución del equipo terrestre a la componente de error medio de trayectoria de planeo del PFE no excederá un error equivalente a  $\pm 0,3$  m (1 ft) en la referencia de aproximación.

**3.11.5.3.5.2.** La contribución del equipo terrestre al CMN en la referencia planeo no debe exceder de 0,15 m (0,5 ft) en base a una probabilidad del 95%.

*Nota 1.— Este es el error del equipo sin incluir ningún efecto de propagación.*

*Nota 2.— El Adjunto G, 2.5.2 del Anexo 10 volumen I, contiene orientación sobre la medida de este parámetro.*

#### **3.11.5.3.6. Emplazamiento**

*Nota.— En el Adjunto G, 4.2 del Anexo 10 volumen I, figura un texto de orientación sobre las áreas críticas de las antenas de elevación.*

**3.11.5.3.6.1.** La antena del equipo terrestre de elevación de aproximación estará situada al lado de la pista. El emplazamiento de la antena concordará con las normas y métodos recomendados relativos al franqueamiento de obstáculos contenidos en el Anexo 14.

**3.11.5.3.6.2.** La antena del equipo terrestre de elevación de aproximación estará situada de manera que la asíntota de la trayectoria de planeo mínima cruce el umbral en la referencia de aproximación MLS.

**3.11.5.3.6.2.1.** El ángulo de la trayectoria de planeo mínima es, normalmente, de  $3^\circ$  y no debe exceder de  $3^\circ$  excepto cuando otros medios para satisfacer los requisitos relativos al margen de franqueamiento de obstáculos sean impracticables.

*Nota.— Se tiene la intención de que la elección de un ángulo mínimo de trayectoria de planeo mayor de  $3^\circ$  estará determinada por factores operacionales en lugar de por factores técnicos.*

**3.11.5.3.6.2.2.** La antena del equipo terrestre de elevación de aproximación debe emplazarse de forma que la altura del punto correspondiente a la señal de guía decodificada de la trayectoria mínima de planeo no esté a más de 18 m (60 ft) por encima del umbral.

*Nota.— El desplazamiento de la antena de elevación respecto al eje de la pista hará que la guía de elevación de la trayectoria mínima de planeo esté por encima del punto de referencia de aproximación.*

**3.11.5.3.6.3.** Cuando se utilicen simultáneamente el ILS y el MLS para prestar servicio a la misma pista, la referencia ILS y el punto de referencia de aproximación MLS deben coincidir con una tolerancia de 1 m (3 ft).

*Nota 1.— Se tiene la intención de que esta recomendación se aplique únicamente si la referencia ILS satisface las especificaciones sobre la altura en 3.1.5.1.4 y 3.1.5.1.5.*

*Nota 2.— El Adjunto G, 4.1 del Anexo 10 volumen I, contiene información relativa al emplazamiento común MLS/ILS.*

#### **3.11.5.4. Cobertura y supervisión de los datos**

*Nota 1.— En el Adjunto G, 2.7 del Anexo 10 volumen I, se proporciona un texto de orientación sobre aplicación de los datos.*

*Nota 2.— Los datos esenciales son datos básicos y datos auxiliares esenciales transmitidos en las palabras de datos auxiliares A1, A2, A3 y A4.*

#### **3.11.5.4.1. Datos básicos**

**3.11.5.4.1.1.** Las palabras de datos básicos 1, 2, 3, 4 y 6 se transmitirán en todo el sector de cobertura de azimut de aproximación.

*Nota.— El Apéndice A, Tabla A-7 del Anexo 10 volumen I, contiene la composición de las “palabras” de datos básicos.*

**3.11.5.4.1.2.** Cuando se proporcione la función de azimut posterior, las palabras de datos básicos 4, 5 y 6 se transmitirán en todos los sectores de cobertura del azimut de aproximación y del azimut posterior.

#### **3.11.5.4.2. Datos auxiliares**

**3.11.5.4.2.1.** Las palabras de datos auxiliares A1, A2 y A3 se transmitirán en todo el sector de cobertura de azimut de aproximación.

**3.11.5.4.2.2.** Cuando se proporcione la función de azimut posterior, las palabras de datos auxiliares A3 y A4 se transmitirán en todos los sectores de cobertura de azimut de aproximación y de azimut posterior.

*Nota.— En lugar de A1 y A4 se transmiten respectivamente las palabras de datos auxiliares B42 y B43, en apoyo de aplicaciones que requieren una rotación de la antena de azimut más allá de la gama de alineación disponible en A1 y A4.*

**3.11.5.4.2.3.** Cuando se proporcionen, las palabras de datos auxiliares B se transmitirán en todo el sector de azimut de aproximación, excepto las palabras que comprenden la base de datos de procedimiento de azimut posterior que se transmitirán en todo el sector de azimut posterior.

**3.11.5.4.2.4.** Cuando se proporcione la función de azimut posterior, deben transmitirse las palabras de datos auxiliares B apropiadas.

*Nota.— En las Tablas A-10, A-12 y A-15 del Apéndice A Anexo 10 volumen I se indica la composición de las palabras de datos auxiliares.*

#### **3.11.5.4.3. Monitor y control**

**3.11.5.4.3.1.** El sistema monitor proporcionará un aviso al punto de control designado si la potencia radiada es inferior a la que se necesite para satisfacer el requisito MDPD especificado en 3.11.4.10.1.

**3.11.5.4.3.2.** Si se detectara un error de datos básicos radiados en la cobertura de azimut de aproximación, en por lo menos dos muestras consecutivas, cesarán la radiación de estos datos, y las funciones de azimut y de elevación de aproximación.

**3.11.5.4.3.3.** Si se detectara un error de datos básicos radiados en la cobertura de azimut posterior, en por lo menos dos muestras consecutivas, cesarán la radiación de estos datos y la función de azimut posterior.

#### **3.11.5.5. Equipo radiotelemétrico**

**3.11.5.5.1.** Se proporcionará información DME en todo el espacio de cobertura, por lo menos, en el cual se disponga de guía de aproximación y azimut posterior.

**3.11.5.5.2.** Si por razones operacionales fuera necesario, debe proporcionarse información DME en los 360° de azimut.

*Nota.— El emplazamiento del equipo DME terrestre depende de la longitud de la pista, del perfil de la pista y del terreno local. El Adjunto C, 7.1.6, y el Adjunto G, 5 del Anexo 10 volumen I, proporcionan orientación sobre el emplazamiento del equipo DME terrestre.*

### 3.11.6. Características del equipo de a bordo

#### 3.11.6.1. Funciones de ángulo y de datos

##### 3.11.6.1.1. Precisión

3.11.6.1.1.1. Cuando las densidades de la potencia del MDPD y de la señal de haz explorador sean las mínimas especificadas en 3.11.4.10.1, el equipo de a bordo debe poder captar la señal y toda señal de ángulo codificada tendrá un CMN no mayor de  $0,1^\circ$ , salvo que el CMN de la función de guía de azimut posterior no excederá de  $0,2^\circ$ .

*Nota 1.— Se tiene el objetivo de que las palabras de datos básicos y auxiliares que contengan información esencial para la operación deseada se decodifiquen durante un período dado y con una integridad que sea adecuada para la aplicación prevista.*

*Nota 2.— La información relativa a la adquisición y validación de las funciones de guía de ángulo y de datos aparece en el Adjunto G, 7.3 del Anexo 10 volumen I.*

3.11.6.1.1.2. Cuando la densidad de potencia de la señal radiada sea suficientemente elevada como para hacer que la contribución de ruido del receptor de a bordo sea insignificante, el equipo de a bordo no deteriorará la precisión de cualquier señal de guía de ángulo descifrada en más de  $\pm 0,017^\circ$  (PFE), y  $\pm 0,015^\circ$  (azimut), y  $\pm 0,01^\circ$  (elevación) de CMN.

3.11.6.1.1.3. A fin de obtener una guía precisa a 2,5 m (8 ft) sobre la superficie de la pista, el equipo de a bordo producirá CMN menor de  $0,04^\circ$  con las densidades de potencia indicadas en 3.11.4.10.2 b).

##### 3.11.6.1.2. Gama dinámica

3.11.6.1.2.1. El equipo de a bordo será capaz de captar la señal y se cumplirá la performance de 3.11.6.1.1.2 cuando la densidad de potencia de cualquier señal radiada tenga un valor entre el mínimo especificado en 3.11.4.10.1 hasta un máximo de  $-14,5$  dBW/m<sup>2</sup>.

3.11.6.1.2.2. La performance del receptor no se deteriorará por debajo de los límites especificados cuando existan los niveles diferenciales máximos permitidos en 3.11.6.1.2.1, entre las densidades de potencia de señal de cada función.

##### 3.11.6.1.3. Características del filtro de salida de los datos de ángulo del receptor

3.11.6.1.3.1. Para las frecuencias de entrada sinusoidales, los filtros de salida del receptor no inducirán variaciones de amplitud o retardo de fase en los datos de ángulo que excedan de los obtenidos con un filtro de paso bajo monopolar con una frecuencia de vértice de 10 rad/s, en más del 20%.

*Nota.— El Adjunto G, 7.4.2 del Anexo 10 volumen I, contiene información adicional sobre filtrado de datos de salida. Puede resultar ventajoso agregar un filtro apropiado en los casos de salidas del receptor que no estén destinadas más que a alimentar presentaciones visuales.*

3.11.6.1.4. Respuesta no esencial sobre el canal adyacente. El rendimiento del receptor especificado en 3.11.6 se obtendrá cuando la relación entre las señales rastreadas y el ruido producido por las señales del canal adyacente en una anchura de banda de 150 kHz centrada en la frecuencia deseada sea igual o superior a los valores de la relación de señal a ruido (SNR):

- (a) especificados en la Tabla X1 cuando la densidad de potencia recibida de la estación terrestre deseada sea igual o superior a los valores especificados en la Tabla Y, o
- (b) especificados en la Tabla X2 cuando la densidad de potencia recibida de la estación terrestre deseada esté entre los valores de densidad de potencia mínima especificados en 3.11.4.10.1 y los especificados en la Tabla Y.

**Tabla Y**

| Función  | Anchura de haz (nota 2)  |                          |                          |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
|  | 1°                       | 2°                       | 3°                       |
| Guía de azimut de aproximación                   | -69,8 dBW/m <sup>2</sup> | -63,8 dBW/m <sup>2</sup> | -60,2 dBW/m <sup>2</sup> |
| Guía de azimut de aproximación de alta velocidad | -74,6 dBW/m <sup>2</sup> | -69,5 dBW/m <sup>2</sup> | -65 dBW/m <sup>2</sup>   |
| Guía de elevación de aproximación                | -71 dBW/m <sup>2</sup>   | -65 dBW/m <sup>2</sup>   | N/A                      |
| Azimut posterior                                 | N/A (Nota 4)             | N/A (Nota 4)             | N/A (Nota 4)             |

**Tabla X1**

| Función  | Datos | SNR (nota 1)            |         |         |
|--|-------|-------------------------|---------|---------|
|  |       | Anchura de haz (nota 2) |         |         |
|  |       | 1°                      | 2°      | 3°      |
| Guía de azimut de aproximación                   | 5 dB  | 24,7 dB                 | 30,7 dB | 34,3 dB |
| Guía de azimut de aproximación de alta velocidad | 5 dB  | 19,9 dB                 | 26 dB   | 29,5 dB |
| Guía de elevación de aproximación                | 5 dB  | 23,5 dB                 | 29,5 dB | N/A     |
| Azimut posterior (nota 4)                        | 5 dB  | 5,2 dB                  | 11,2 dB | 14,8 dB |

**Tabla X2**

| Función  | Datos | SNR (nota 1)            |         |         |
|--|-------|-------------------------|---------|---------|
|  |       | Anchura de haz (nota 2) |         |         |
|  |       | 1°                      | 2°      | 3°      |
| Guía de azimut de aproximación                   | 5 dB  | 8,2 dB                  | 14,3 dB | 17,8 dB |
| Guía de azimut de aproximación de alta velocidad | 5 dB  | 3,5 dB                  | 9,5 dB  | 13 dB   |
| Guía de elevación de aproximación                | 5 dB  | 3,5 dB                  | 9,5 dB  | N/A     |
| Azimut posterior (nota 4)                        | 5 dB  | 5,2 dB                  | 11,2 dB | 14,8 dB |

*Nota 1.— Cuando la densidad de potencia radiada de la señal deseada es lo suficientemente alta como para que la contribución de ruido del receptor de a bordo sea insignificante, la contribución CMN de a bordo para guía de elevación y azimut de aproximación (no para azimut posterior) tiene que reducirse como se estipula en 3.11.6.1.1 en comparación con la contribución CMN cuando la densidad de potencia radiada de la señal deseada esté en el mínimo especificado en 3.11.4.10.1 y, por lo tanto, los valores SNR mínimos sean superiores.*

*Nota 2.— La relación entre puntos adyacentes designados por las anchuras de haz es lineal.*

*Nota 3.— Los valores SNR deben protegerse aplicando criterios de separación de frecuencias como se explica en el Adjunto G, 9.3 del Anexo 10 volumen I.*

*Nota 4.— Como la precisión de la guía de azimut posterior no cambia cuando el ruido del receptor de a bordo pueda considerarse insignificante, se aplican los mismos valores SNR al azimut posterior.*

Tabla A. Ángulos DME/MLS, canales y pares DME/VOR y DME/ILS/MLS

| Pares de canales |                   |               |             | Parámetros del DME |            |   |              |                     |             |
|------------------|-------------------|---------------|-------------|--------------------|------------|---|--------------|---------------------|-------------|
|                  |                   |               |             | Interrogación      |            |   |              | Respuestas          |             |
|                  |                   |               |             | Canal<br>DME       | Frecuencia |   | Canal<br>MLS | Frecuencia<br>a MHz | DME/N<br>µs |
| VHF-MHz          | ángulo<br>MLS-MHz | Inicial<br>µs | Final<br>µs |                    |            |   |              |                     |             |
| *1X              | —                 | —             | —           | 1025               | 12         | — | —            | 962                 | 12          |
| **1Y             | —                 | —             | —           | 1025               | 36         | — | —            | 1088                | 30          |
| *2X              | —                 | —             | —           | 1026               | 12         | — | —            | 963                 | 12          |
| **2Y             | —                 | —             | —           | 1026               | 36         | — | —            | 1089                | 30          |
| *3X              | —                 | —             | —           | 1027               | 12         | — | —            | 964                 | 12          |
| **3Y             | —                 | —             | —           | 1027               | 36         | — | —            | 1090                | 30          |
| *4X              | —                 | —             | —           | 1028               | 12         | — | —            | 965                 | 12          |
| **4Y             | —                 | —             | —           | 1028               | 36         | — | —            | 1091                | 30          |
| *5X              | —                 | —             | —           | 1029               | 12         | — | —            | 966                 | 12          |
| **5Y             | —                 | —             | —           | 1029               | 36         | — | —            | 1092                | 30          |
| *6X              | —                 | —             | —           | 1030               | 12         | — | —            | 967                 | 12          |
| **6Y             | —                 | —             | —           | 1030               | 36         | — | —            | 1093                | 30          |
| *7X              | —                 | —             | —           | 1031               | 12         | — | —            | 968                 | 12          |
| **7Y             | —                 | —             | —           | 1031               | 36         | — | —            | 1094                | 30          |
| *8X              | —                 | —             | —           | 1032               | 12         | — | —            | 969                 | 12          |
| **8Y             | —                 | —             | —           | 1032               | 36         | — | —            | 1095                | 30          |
| *9X              | —                 | —             | —           | 1033               | 12         | — | —            | 970                 | 12          |
| **9Y             | —                 | —             | —           | 1033               | 36         | — | —            | 1096                | 30          |
| *10X             | —                 | —             | —           | 1034               | 12         | — | —            | 971                 | 12          |
| **10Y            | —                 | —             | —           | 1034               | 36         | — | —            | 1097                | 30          |
| *11X             | —                 | —             | —           | 1035               | 12         | — | —            | 972                 | 12          |
| **11Y            | —                 | —             | —           | 1035               | 36         | — | —            | 1098                | 30          |
| *12X             | —                 | —             | —           | 1036               | 12         | — | —            | 973                 | 12          |
| **12Y            | —                 | —             | —           | 1036               | 36         | — | —            | 1099                | 30          |
| *13X             | —                 | —             | —           | 1037               | 12         | — | —            | 974                 | 12          |
| **13Y            | —                 | —             | —           | 1037               | 36         | — | —            | 1100                | 30          |

| Pares de canales |        |               |             | Parámetros del DME |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
|------------------|--------|---------------|-------------|--------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------|--------------------|--|---------------------|--------------------------------|
|                  |        |               |             | Interrogación      |            |                   |              | Respuestas          |             |                    |  |                     |                                |
|                  |        |               |             | Canal<br>DME       | Frecuencia |                   | Canal<br>MLS | Frecuencia<br>a MHz | DME/N<br>µs | Códigos de impulso |  | Frecuencia<br>a MHz | Códigos<br>de<br>impulso<br>µs |
|                  |        |               |             |                    | VHF-MHz    | ángulo<br>MLS-MHz |              |                     |             | Modo DME/P         |  |                     |                                |
|                  |        | Inicial<br>µs | Final<br>µs |                    |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
| *14X             | –      | –             | –           | 1 038              | 12         | –                 | –            | 975                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| **14Y            | –      | –             | –           | 1 038              | 36         | –                 | –            | 1 101               | 30          |                    |  |                     |                                |
| *15X             | –      | –             | –           | 1 039              | 12         | –                 | –            | 976                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| **15Y            | –      | –             | –           | 1 039              | 36         | –                 | –            | 1 102               | 30          |                    |  |                     |                                |
| *16X             | –      | –             | –           | 1 040              | 12         | –                 | –            | 977                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| **16Y            | –      | –             | –           | 1 040              | 36         | –                 | –            | 1 103               | 30          |                    |  |                     |                                |
| Δ17X             | 108,00 | –             | –           | 1 041              | 12         | –                 | –            | 978                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 17Y              | 108,05 | 5 043,0       | 540         | 1 041              | 36         | 36                | 42           | 1 104               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 17Z              | –      | 5 043,3       | 541         | 1 041              | –          | 21                | 27           | 1 104               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 18X              | 108,10 | 5 031,0       | 500         | 1 042              | 12         | 12                | 18           | 979                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 18W              | –      | 5 031,3       | 501         | 1 042              | –          | 24                | 30           | 979                 | 24          |                    |  |                     |                                |
| 18Y              | 108,15 | 5 043,6       | 542         | 1 042              | 36         | 36                | 42           | 1 105               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 18Z              | –      | 5 043,9       | 543         | 1 042              | –          | 21                | 27           | 1 105               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 19X              | 108,20 | –             | –           | 1 043              | 12         | –                 | –            | 980                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 19Y              | 108,25 | 5 044,2       | 544         | 1 043              | 36         | 36                | 42           | 1 106               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 19Z              | –      | 5 044,5       | 545         | 1 043              | –          | 21                | 27           | 1 106               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 20X              | 108,30 | 5 031,6       | 502         | 1 044              | 12         | 12                | 18           | 981                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 20W              | –      | 5 031,9       | 503         | 1 044              | –          | 24                | 30           | 981                 | 24          |                    |  |                     |                                |
| 20Y              | 108,35 | 5 044,8       | 546         | 1 044              | 36         | 36                | 42           | 1 107               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 20Z              | –      | 5 045,1       | 547         | 1 044              | –          | 21                | 27           | 1 107               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 21X              | 108,40 | –             | –           | 1 045              | 12         | –                 | –            | 982                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 21Y              | 108,45 | 5 045,4       | 548         | 1 045              | 36         | 36                | 42           | 1 108               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 21Z              | –      | 5 045,7       | 549         | 1 045              | –          | 21                | 27           | 1 108               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 22X              | 108,50 | 5 032,2       | 504         | 1 046              | 12         | 12                | 18           | 983                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 22W              | –      | 5 032,5       | 505         | 1 046              | –          | 24                | 30           | 983                 | 24          |                    |  |                     |                                |
| 22Y              | 108,55 | 5 046,0       | 550         | 1 046              | 36         | 36                | 42           | 1 109               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 22Z              | –      | 5 046,3       | 551         | 1 046              | –          | 21                | 27           | 1 109               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 23X              | 108,60 | –             | –           | 1 047              | 12         | –                 | –            | 984                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 23Y              | 108,65 | 5 046,6       | 552         | 1 047              | 36         | 36                | 42           | 1 110               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 23Z              | –      | 5 046,9       | 553         | 1 047              | –          | 21                | 27           | 1 110               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 24X              | 108,70 | 5 032,8       | 506         | 1 048              | 12         | 12                | 18           | 985                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 24W              | –      | 5 033,1       | 507         | 1 048              | –          | 24                | 30           | 985                 | 24          |                    |  |                     |                                |
| 24Y              | 108,75 | 5 047,2       | 554         | 1 048              | 36         | 36                | 42           | 1 111               | 30          |                    |  |                     |                                |

| Pares de canales |               |         |     | Parámetros del DME |            |         |       |                  |                    |     |                  |                            |
|------------------|---------------|---------|-----|--------------------|------------|---------|-------|------------------|--------------------|-----|------------------|----------------------------|
|                  |               |         |     | Interrogación      |            |         |       | Respuestas       |                    |     |                  |                            |
|                  |               |         |     | Canal              | Frecuencia |         | Canal | Frecuencia a MHz | Códigos de impulso |     | Frecuencia a MHz | Códigos de impulso $\mu$ s |
|                  |               |         |     |                    | DME        | VHF-MHz |       |                  | ángulo MLS-MHz     | MLS |                  |                            |
| Inicial $\mu$ s  | Final $\mu$ s |         |     |                    |            |         |       |                  |                    |     |                  |                            |
| 24Z              | –             | 5 047,5 | 555 | 1 048              | –          | 21      | 27    | 1 111            | 15                 |     |                  |                            |
| 25X              | 108,80        | –       | –   | 1 049              | 12         | –       | –     | 986              | 12                 |     |                  |                            |
| 25Y              | 108,85        | 5 047,8 | 556 | 1 049              | 36         | 36      | 42    | 1 112            | 30                 |     |                  |                            |
| 25Z              | –             | 5 048,1 | 557 | 1 049              | –          | 21      | 27    | 1 112            | 15                 |     |                  |                            |
| 26X              | 108,90        | 5 033,4 | 508 | 1 050              | 12         | 12      | 18    | 987              | 12                 |     |                  |                            |
| 26W              | –             | 5 033,7 | 509 | 1 050              | –          | 24      | 30    | 987              | 24                 |     |                  |                            |
| 26Y              | 108,95        | 5 048,4 | 558 | 1 050              | 36         | 36      | 42    | 1 113            | 30                 |     |                  |                            |
| 26Z              | –             | 5 048,7 | 559 | 1 050              | –          | 21      | 27    | 1 113            | 15                 |     |                  |                            |
| 27X              | 109,00        | –       | –   | 1 051              | 12         | –       | –     | 988              | 12                 |     |                  |                            |
| 27Y              | 109,05        | 5 049,0 | 560 | 1 051              | 36         | 36      | 42    | 1 114            | 30                 |     |                  |                            |
| 27Z              | –             | 5 049,3 | 561 | 1 051              | –          | 21      | 27    | 1 114            | 15                 |     |                  |                            |
| 28X              | 109,10        | 5 034,0 | 510 | 1 052              | 12         | 12      | 18    | 989              | 12                 |     |                  |                            |
| 28W              | –             | 5 034,3 | 511 | 1 052              | –          | 24      | 30    | 989              | 24                 |     |                  |                            |
| 28Y              | 109,15        | 5 049,6 | 562 | 1 052              | 36         | 36      | 42    | 1 115            | 30                 |     |                  |                            |
| 28Z              | –             | 5 049,9 | 563 | 1 052              | –          | 21      | 27    | 1 115            | 15                 |     |                  |                            |
| 29X              | 109,20        | –       | –   | 1 053              | 12         | –       | –     | 990              | 12                 |     |                  |                            |
| 29Y              | 109,25        | 5 050,2 | 564 | 1 053              | 36         | 36      | 42    | 1 116            | 30                 |     |                  |                            |
| 29Z              | –             | 5 050,5 | 565 | 1 053              | –          | 21      | 27    | 1 116            | 15                 |     |                  |                            |
| 30X              | 109,30        | 5 034,6 | 512 | 1 054              | 12         | 12      | 18    | 991              | 12                 |     |                  |                            |
| 30W              | –             | 5 034,9 | 513 | 1 054              | –          | 24      | 30    | 991              | 24                 |     |                  |                            |
| 30Y              | 109,35        | 5 050,8 | 566 | 1 054              | 36         | 36      | 42    | 1 117            | 30                 |     |                  |                            |
| 30Z              | –             | 5 051,1 | 567 | 1 054              | –          | 21      | 27    | 1 117            | 15                 |     |                  |                            |
| 31X              | 109,40        | –       | –   | 1 055              | 12         | –       | –     | 992              | 12                 |     |                  |                            |
| 31Y              | 109,45        | 5 051,4 | 568 | 1 055              | 36         | 36      | 42    | 1 118            | 30                 |     |                  |                            |
| 31Z              | –             | 5 051,7 | 569 | 1 055              | –          | 21      | 27    | 1 118            | 15                 |     |                  |                            |
| 32X              | 109,50        | 5 035,2 | 514 | 1 056              | 12         | 12      | 18    | 993              | 12                 |     |                  |                            |
| 32W              | –             | 5 035,5 | 515 | 1 056              | –          | 24      | 30    | 993              | 24                 |     |                  |                            |
| 32Y              | 109,55        | 5 052,0 | 570 | 1 056              | 36         | 36      | 42    | 1 119            | 30                 |     |                  |                            |
| 32Z              | –             | 5 052,3 | 571 | 1 056              | –          | 21      | 27    | 1 119            | 15                 |     |                  |                            |
| 33X              | 109,60        | –       | –   | 1 057              | 12         | –       | –     | 994              | 12                 |     |                  |                            |
| 33Y              | 109,65        | 5 052,6 | 572 | 1 057              | 36         | 36      | 42    | 1 120            | 30                 |     |                  |                            |
| 33Z              | –             | 5 052,9 | 573 | 1 057              | –          | 21      | 27    | 1 120            | 15                 |     |                  |                            |

| Pares de canales |             |         |     | Parámetros del DME |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
|------------------|-------------|---------|-----|--------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------|--------------------|--|---------------------|--------------------------------|
|                  |             |         |     | Interrogación      |            |                   |              | Respuestas          |             |                    |  |                     |                                |
|                  |             |         |     | Canal<br>DME       | Frecuencia |                   | Canal<br>MLS | Frecuencia<br>a MHz | DME/N<br>µs | Códigos de impulso |  | Frecuencia<br>a MHz | Códigos<br>de<br>impulso<br>µs |
|                  |             |         |     |                    | VHF-MHz    | ángulo<br>MLS-MHz |              |                     |             | Modo DME/P         |  |                     |                                |
| Inicial<br>µs    | Final<br>µs |         |     |                    |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
| 34X              | 109,70      | 5 035,8 | 516 | 1 058              | 12         | 12                | 18           | 995                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 34W              | –           | 5 036,1 | 517 | 1 058              | –          | 24                | 30           | 995                 | 24          |                    |  |                     |                                |
| 34Y              | 109,75      | 5 053,2 | 574 | 1 058              | 36         | 36                | 42           | 1 121               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 34Z              | –           | 5 053,5 | 575 | 1 058              | –          | 21                | 27           | 1 121               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 35X              | 109,80      | –       | –   | 1 059              | 12         | –                 | –            | 996                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 35Y              | 109,85      | 5 053,8 | 576 | 1 059              | 36         | 36                | 42           | 1 122               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 35Z              | –           | 5 054,1 | 577 | 1 059              | –          | 21                | 27           | 1 122               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 36X              | 109,90      | 5 036,4 | 518 | 1 060              | 12         | 12                | 18           | 997                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 36W              | –           | 5 036,7 | 519 | 1 060              | –          | 24                | 30           | 997                 | 24          |                    |  |                     |                                |
| 36Y              | 109,95      | 5 054,4 | 578 | 1 060              | 36         | 36                | 42           | 1 123               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 36Z              | –           | 5 054,7 | 579 | 1 060              | –          | 21                | 27           | 1 123               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 37X              | 110,00      | –       | –   | 1 061              | 12         | –                 | –            | 998                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 37Y              | 110,05      | 5 055,0 | 580 | 1 061              | 36         | 36                | 42           | 1 124               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 37Z              | –           | 5 055,3 | 581 | 1 061              | –          | 21                | 27           | 1 124               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 38X              | 110,10      | 5 037,0 | 520 | 1 062              | 12         | 12                | 18           | 999                 | 12          |                    |  |                     |                                |
| 38W              | –           | 5 037,3 | 521 | 1 062              | –          | 24                | 30           | 999                 | 24          |                    |  |                     |                                |
| 38Y              | 110,15      | 5 055,6 | 582 | 1 062              | 36         | 36                | 42           | 1 125               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 38Z              | –           | 5 055,9 | 583 | 1 062              | –          | 21                | 27           | 1 125               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 39X              | 110,20      | –       | –   | 1 063              | 12         | –                 | –            | 1 000               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 39Y              | 110,25      | 5 056,2 | 584 | 1 063              | 36         | 36                | 42           | 1 126               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 39Z              | –           | 5 056,5 | 585 | 1 063              | –          | 21                | 27           | 1 126               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 40X              | 110,30      | 5 037,6 | 522 | 1 064              | 12         | 12                | 18           | 1 001               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 40W              | –           | 5 037,9 | 523 | 1 064              | –          | 24                | 30           | 1 001               | 24          |                    |  |                     |                                |
| 40Y              | 110,35      | 5 056,8 | 586 | 1 064              | 36         | 36                | 42           | 1 127               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 40Z              | –           | 5 057,1 | 587 | 1 064              | –          | 21                | 27           | 1 127               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 41X              | 110,40      | –       | –   | 1 065              | 12         | –                 | –            | 1 002               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 41Y              | 110,45      | 5 057,4 | 588 | 1 065              | 36         | 36                | 42           | 1 128               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 41Z              | –           | 5 057,7 | 589 | 1 065              | –          | 21                | 27           | 1 128               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 42X              | 110,50      | 5 038,2 | 524 | 1 066              | 12         | 12                | 18           | 1 003               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 42W              | –           | 5 038,5 | 525 | 1 066              | –          | 24                | 30           | 1 003               | 24          |                    |  |                     |                                |
| 42Y              | 110,55      | 5 058,0 | 590 | 1 066              | 36         | 36                | 42           | 1 129               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 42Z              | –           | 5 058,3 | 591 | 1 066              | –          | 21                | 27           | 1 129               | 15          |                    |  |                     |                                |

| Pares de canales |        |               |             | Parámetros del DME |            |                   |              |                     |                                   |              |  |                     |                                |
|------------------|--------|---------------|-------------|--------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------|--------------|--|---------------------|--------------------------------|
|                  |        |               |             | Interrogación      |            |                   |              | Respuestas          |                                   |              |  |                     |                                |
|                  |        |               |             | Canal<br>DME       | Frecuencia |                   | Canal<br>MLS | Frecuencia<br>a MHz | Códigos de impulso<br>DME/N<br>µs | Modo DME/P   |  | Frecuencia<br>a MHz | Códigos<br>de<br>impulso<br>µs |
|                  |        |               |             |                    | VHF-MHz    | ángulo<br>MLS-MHz |              |                     |                                   | Aproximación |  |                     |                                |
|                  |        | Inicial<br>µs | Final<br>µs |                    |            |                   |              |                     |                                   |              |  |                     |                                |
| 43X              | 110,60 | –             | –           | 1 067              | 12         | –                 | –            | 1 004               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 43Y              | 110,65 | 5 058,6       | 592         | 1 067              | 36         | 36                | 42           | 1 130               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 43Z              | –      | 5 058,9       | 593         | 1 067              | –          | 21                | 27           | 1 130               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 44X              | 110,70 | 5 038,8       | 526         | 1 068              | 12         | 12                | 18           | 1 005               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 44W              | –      | 5 039,1       | 527         | 1 068              | –          | 24                | 30           | 1 005               | 24                                |              |  |                     |                                |
| 44Y              | 110,75 | 5 059,2       | 594         | 1 068              | 36         | 36                | 42           | 1 131               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 44Z              | –      | 5 059,5       | 595         | 1 068              | –          | 21                | 27           | 1 131               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 45X              | 110,80 | –             | –           | 1 069              | 12         | –                 | –            | 1 006               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 45Y              | 110,85 | 5 059,8       | 596         | 1 069              | 36         | 36                | 42           | 1 132               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 45Z              | –      | 5 060,1       | 597         | 1 069              | –          | 21                | 27           | 1 132               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 46X              | 110,90 | 5 039,4       | 528         | 1 070              | 12         | 12                | 18           | 1 007               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 46W              | –      | 5 039,7       | 529         | 1 070              | –          | 24                | 30           | 1 007               | 24                                |              |  |                     |                                |
| 46Y              | 110,95 | 5 060,4       | 598         | 1 070              | 36         | 36                | 42           | 1 133               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 46Z              | –      | 5 060,7       | 599         | 1 070              | –          | 21                | 27           | 1 133               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 47X              | 111,00 | –             | –           | 1 071              | 12         | –                 | –            | 1 008               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 47Y              | 111,05 | 5 061,0       | 600         | 1 071              | 36         | 36                | 42           | 1 134               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 47Z              | –      | 5 061,3       | 601         | 1 071              | –          | 21                | 27           | 1 134               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 48X              | 111,10 | 5 040,0       | 530         | 1 072              | 12         | 12                | 18           | 1 009               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 48W              | –      | 5 040,3       | 531         | 1 072              | –          | 24                | 30           | 1 009               | 24                                |              |  |                     |                                |
| 48Y              | 111,15 | 5 061,6       | 602         | 1 072              | 36         | 36                | 42           | 1 135               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 48Z              | –      | 5 061,9       | 603         | 1 072              | –          | 21                | 27           | 1 135               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 49X              | 111,20 | –             | –           | 1 073              | 12         | –                 | –            | 1 010               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 49Y              | 111,25 | 5 062,2       | 604         | 1 073              | 36         | 36                | 42           | 1 136               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 49Z              | –      | 5 062,5       | 605         | 1 073              | –          | 21                | 27           | 1 136               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 50X              | 111,30 | 5 040,6       | 532         | 1 074              | 12         | 12                | 18           | 1 011               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 50W              | –      | 5 040,9       | 533         | 1 074              | –          | 24                | 30           | 1 011               | 24                                |              |  |                     |                                |
| 50Y              | 111,35 | 5 062,8       | 606         | 1 074              | 36         | 36                | 42           | 1 137               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 50Z              | –      | 5 063,1       | 607         | 1 074              | –          | 21                | 27           | 1 137               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 51X              | 111,40 | –             | –           | 1 075              | 12         | –                 | –            | 1 012               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 51Y              | 111,45 | 5 063,4       | 608         | 1 075              | 36         | 36                | 42           | 1 138               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 51Z              | –      | 5 063,7       | 609         | 1 075              | –          | 21                | 27           | 1 138               | 15                                |              |  |                     |                                |

| Pares de canales |        |               |             | Parámetros del DME |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
|------------------|--------|---------------|-------------|--------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------|--------------------|--|---------------------|--------------------------------|
|                  |        |               |             | Interrogación      |            |                   |              | Respuestas          |             |                    |  |                     |                                |
|                  |        |               |             | Canal<br>DME       | Frecuencia |                   | Canal<br>MLS | Frecuencia<br>a MHz | DME/N<br>µs | Códigos de impulso |  | Frecuencia<br>a MHz | Códigos<br>de<br>impulso<br>µs |
|                  |        |               |             |                    | VHF-MHz    | ángulo<br>MLS-MHz |              |                     |             | Modo DME/P         |  |                     |                                |
|                  |        | Inicial<br>µs | Final<br>µs |                    |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
| 52X              | 111,50 | 5 041,2       | 534         | 1 076              | 12         | 12                | 18           | 1 013               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 52W              | –      | 5 041,5       | 535         | 1 076              | –          | 24                | 30           | 1 013               | 24          |                    |  |                     |                                |
| 52Y              | 111,55 | 5 064,0       | 610         | 1 076              | 36         | 36                | 42           | 1 139               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 52Z              | –      | 5 064,3       | 611         | 1 076              | –          | 21                | 27           | 1 139               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 53X              | 111,60 | –             | –           | 1 077              | 12         | –                 | –            | 1 014               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 53Y              | 111,65 | 5 064,6       | 612         | 1 077              | 36         | 36                | 42           | 1 140               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 53Z              | –      | 5 064,9       | 613         | 1 077              | –          | 21                | 27           | 1 140               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 54X              | 111,70 | 5 041,8       | 536         | 1 078              | 12         | 12                | 18           | 1 015               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 54W              | –      | 5 042,1       | 537         | 1 078              | –          | 24                | 30           | 1 015               | 24          |                    |  |                     |                                |
| 54Y              | 111,75 | 5 065,2       | 614         | 1 078              | 36         | 36                | 42           | 1 141               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 54Z              | –      | 5 065,5       | 615         | 1 078              | –          | 21                | 27           | 1 141               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 55X              | 111,80 | –             | –           | 1 079              | 12         | –                 | –            | 1 016               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 55Y              | 111,85 | 5 065,8       | 616         | 1 079              | 36         | 36                | 42           | 1 142               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 55Z              | –      | 5 066,1       | 617         | 1 079              | –          | 21                | 27           | 1 142               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 56X              | 111,90 | 5 042,4       | 538         | 1 080              | 12         | 12                | 18           | 1 017               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 56W              | –      | 5 042,7       | 539         | 1 080              | –          | 24                | 30           | 1 017               | 24          |                    |  |                     |                                |
| 56Y              | 111,95 | 5 066,4       | 618         | 1 080              | 36         | 36                | 42           | 1 143               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 56Z              | –      | 5 066,7       | 619         | 1 080              | –          | 21                | 27           | 1 143               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 57X              | 112,00 | –             | –           | 1 081              | 12         | –                 | –            | 1 018               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 57Y              | 112,05 | –             | –           | 1 081              | 36         | –                 | –            | 1 144               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 58X              | 112,10 | –             | –           | 1 082              | 12         | –                 | –            | 1 019               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 58Y              | 112,15 | –             | –           | 1 082              | 36         | –                 | –            | 1 145               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 59X              | 112,20 | –             | –           | 1 083              | 12         | –                 | –            | 1 020               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 59Y              | 112,25 | –             | –           | 1 083              | 36         | –                 | –            | 1 146               | 30          |                    |  |                     |                                |
| **60X            | –      | –             | –           | 1 084              | 12         | –                 | –            | 1 021               | 12          |                    |  |                     |                                |
| **60Y            | –      | –             | –           | 1 084              | 36         | –                 | –            | 1 147               | 30          |                    |  |                     |                                |
| **61X            | –      | –             | –           | 1 085              | 12         | –                 | –            | 1 022               | 12          |                    |  |                     |                                |
| **61Y            | –      | –             | –           | 1 085              | 36         | –                 | –            | 1 148               | 30          |                    |  |                     |                                |
| **62X            | –      | –             | –           | 1 086              | 12         | –                 | –            | 1 023               | 12          |                    |  |                     |                                |
| **62Y            | –      | –             | –           | 1 086              | 36         | –                 | –            | 1 149               | 30          |                    |  |                     |                                |

| Pares de canales |               |   |   | Parámetros del DME |            |                |       |                  |                    |               |                  |                            |
|------------------|---------------|---|---|--------------------|------------|----------------|-------|------------------|--------------------|---------------|------------------|----------------------------|
|                  |               |   |   | Interrogación      |            |                |       | Respuestas       |                    |               |                  |                            |
|                  |               |   |   | Canal              | Frecuencia |                | Canal | Frecuencia a MHz | Códigos de impulso |               | Frecuencia a MHz | Códigos de impulso $\mu$ s |
|                  |               |   |   |                    | VHF-MHz    | ángulo MLS-MHz |       |                  | MLS                | DME/N $\mu$ s |                  |                            |
| Inicial $\mu$ s  | Final $\mu$ s |   |   |                    |            |                |       |                  |                    |               |                  |                            |
| **63X            | —             | — | — | 1 087              | 12         | —              | —     | 1 024            | 12                 |               |                  |                            |
| **63Y            | —             | — | — | 1 087              | 36         | —              | —     | 1 150            | 30                 |               |                  |                            |
| **64X            | —             | — | — | 1 088              | 12         | —              | —     | 1 151            | 12                 |               |                  |                            |
| **64Y            | —             | — | — | 1 088              | 36         | —              | —     | 1 025            | 30                 |               |                  |                            |
| **65X            | —             | — | — | 1 089              | 12         | —              | —     | 1 152            | 12                 |               |                  |                            |
| **65Y            | —             | — | — | 1 089              | 36         | —              | —     | 1 026            | 30                 |               |                  |                            |
| **66X            | —             | — | — | 1 090              | 12         | —              | —     | 1 153            | 12                 |               |                  |                            |
| **66Y            | —             | — | — | 1 090              | 36         | —              | —     | 1 027            | 30                 |               |                  |                            |
| **67X            | —             | — | — | 1 091              | 12         | —              | —     | 1 154            | 12                 |               |                  |                            |
| **67Y            | —             | — | — | 1 091              | 36         | —              | —     | 1 028            | 30                 |               |                  |                            |
| **68X            | —             | — | — | 1 092              | 12         | —              | —     | 1 155            | 12                 |               |                  |                            |
| **68Y            | —             | — | — | 1 092              | 36         | —              | —     | 1 029            | 30                 |               |                  |                            |
| **69X            | —             | — | — | 1 093              | 12         | —              | —     | 1 156            | 12                 |               |                  |                            |
| **69Y            | —             | — | — | 1 093              | 36         | —              | —     | 1 030            | 30                 |               |                  |                            |
| 70X              | 112,30        | — | — | 1 094              | 12         | —              | —     | 1 157            | 12                 |               |                  |                            |
| **70Y            | 112,35        | — | — | 1 094              | 36         | —              | —     | 1 031            | 30                 |               |                  |                            |
| 71X              | 112,40        | — | — | 1 095              | 12         | —              | —     | 1 158            | 12                 |               |                  |                            |
| **71Y            | 112,45        | — | — | 1 095              | 36         | —              | —     | 1 032            | 30                 |               |                  |                            |
| 72X              | 112,50        | — | — | 1 096              | 12         | —              | —     | 1 159            | 12                 |               |                  |                            |
| **72Y            | 112,55        | — | — | 1 096              | 36         | —              | —     | 1 033            | 30                 |               |                  |                            |
| 73X              | 112,60        | — | — | 1 097              | 12         | —              | —     | 1 160            | 12                 |               |                  |                            |
| **73Y            | 112,65        | — | — | 1 097              | 36         | —              | —     | 1 034            | 30                 |               |                  |                            |
| 74X              | 112,70        | — | — | 1 098              | 12         | —              | —     | 1 161            | 12                 |               |                  |                            |
| **74Y            | 112,75        | — | — | 1 098              | 36         | —              | —     | 1 035            | 30                 |               |                  |                            |
| 75X              | 112,80        | — | — | 1 099              | 12         | —              | —     | 1 162            | 12                 |               |                  |                            |
| **75Y            | 112,85        | — | — | 1 099              | 36         | —              | —     | 1 036            | 30                 |               |                  |                            |
| 76X              | 112,90        | — | — | 1 100              | 12         | —              | —     | 1 163            | 12                 |               |                  |                            |
| **76Y            | 112,95        | — | — | 1 100              | 36         | —              | —     | 1 037            | 30                 |               |                  |                            |
| 77X              | 113,00        | — | — | 1 101              | 12         | —              | —     | 1 164            | 12                 |               |                  |                            |
| **77Y            | 113,05        | — | — | 1 101              | 36         | —              | —     | 1 038            | 30                 |               |                  |                            |
| 78X              | 113,10        | — | — | 1 102              | 12         | —              | —     | 1 165            | 12                 |               |                  |                            |
| **78Y            | 113,15        | — | — | 1 102              | 36         | —              | —     | 1 039            | 30                 |               |                  |                            |

| Pares de canales |        |               |             | Parámetros del DME |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
|------------------|--------|---------------|-------------|--------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------|--------------------|--|---------------------|--------------------------------|
|                  |        |               |             | Interrogación      |            |                   |              | Respuestas          |             |                    |  |                     |                                |
|                  |        |               |             | Canal<br>DME       | Frecuencia |                   | Canal<br>MLS | Frecuencia<br>a MHz | DME/N<br>µs | Códigos de impulso |  | Frecuencia<br>a MHz | Códigos<br>de<br>impulso<br>µs |
|                  |        |               |             |                    | VHF-MHz    | ángulo<br>MLS-MHz |              |                     |             | Modo DME/P         |  |                     |                                |
|                  |        | Inicial<br>µs | Final<br>µs |                    |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
| 79X              | 113,20 | –             | –           | 1 103              | 12         | –                 | –            | 1 166               | 12          |                    |  |                     |                                |
| **79Y            | 113,25 | –             | –           | 1 103              | 36         | –                 | –            | 1 040               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 80X              | 113,30 | –             | –           | 1 104              | 12         | –                 | –            | 1 167               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 80Y              | 113,35 | 5 067,0       | 620         | 1 104              | 36         | 36                | 42           | 1 041               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 80Z              | –      | 5 067,3       | 621         | 1 104              | –          | 21                | 27           | 1 041               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 81X              | 113,40 | –             | –           | 1 105              | 12         | –                 | –            | 1 168               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 81Y              | 113,45 | 5 067,6       | 622         | 1 105              | 36         | 36                | 42           | 1 042               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 81Z              | –      | 5 067,9       | 623         | 1 105              | –          | 21                | 27           | 1 042               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 82X              | 113,50 | –             | –           | 1 106              | 12         | –                 | –            | 1 169               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 82Y              | 113,55 | 5 068,2       | 624         | 1 106              | 36         | 36                | 42           | 1 043               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 82Z              | –      | 5 068,5       | 625         | 1 106              | –          | 21                | 27           | 1 043               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 83X              | 113,60 | –             | –           | 1 107              | 12         | –                 | –            | 1 170               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 83Y              | 113,65 | 5 068,8       | 626         | 1 107              | 36         | 36                | 42           | 1 044               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 83Z              | –      | 5 069,1       | 627         | 1 107              | –          | 21                | 27           | 1 044               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 84X              | 113,70 | –             | –           | 1 108              | 12         | –                 | –            | 1 171               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 84Y              | 113,75 | 5 069,4       | 628         | 1 108              | 36         | 36                | 42           | 1 045               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 84Z              | –      | 5 069,7       | 629         | 1 108              | –          | 21                | 27           | 1 045               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 85X              | 113,80 | –             | –           | 1 109              | 12         | –                 | –            | 1 172               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 85Y              | 113,85 | 5 070,0       | 630         | 1 109              | 36         | 36                | 42           | 1 046               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 85Z              | –      | 5 070,3       | 631         | 1 109              | –          | 21                | 27           | 1 046               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 86X              | 113,90 | –             | –           | 1 110              | 12         | –                 | –            | 1 173               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 86Y              | 113,95 | 5 070,6       | 632         | 1 110              | 36         | 36                | 42           | 1 047               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 86Z              | –      | 5 070,9       | 633         | 1 110              | –          | 21                | 27           | 1 047               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 87X              | 114,00 | –             | –           | 1 111              | 12         | –                 | –            | 1 174               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 87Y              | 114,05 | 5 071,2       | 634         | 1 111              | 36         | 36                | 42           | 1 048               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 87Z              | –      | 5 071,5       | 635         | 1 111              | –          | 21                | 27           | 1 048               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 88X              | 114,10 | –             | –           | 1 112              | 12         | –                 | –            | 1 175               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 88Y              | 114,15 | 5 071,8       | 636         | 1 112              | 36         | 36                | 42           | 1 049               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 88Z              | –      | 5 072,1       | 637         | 1 112              | –          | 21                | 27           | 1 049               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 89X              | 114,20 | –             | –           | 1 113              | 12         | –                 | –            | 1 176               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 89Y              | 114,25 | 5 072,4       | 638         | 1 113              | 36         | 36                | 42           | 1 050               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 89Z              | –      | 5 072,7       | 639         | 1 113              | –          | 21                | 27           | 1 050               | 15          |                    |  |                     |                                |

| Pares de canales |        |               |             | Parámetros del DME |            |                   |              |                     |                                   |              |  |                     |                                |
|------------------|--------|---------------|-------------|--------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|-----------------------------------|--------------|--|---------------------|--------------------------------|
|                  |        |               |             | Interrogación      |            |                   |              | Respuestas          |                                   |              |  |                     |                                |
|                  |        |               |             | Canal<br>DME       | Frecuencia |                   | Canal<br>MLS | Frecuencia<br>a MHz | Códigos de impulso<br>DME/N<br>µs | Modo DME/P   |  | Frecuencia<br>a MHz | Códigos<br>de<br>impulso<br>µs |
|                  |        |               |             |                    | VHF-MHz    | ángulo<br>MLS-MHz |              |                     |                                   | Aproximación |  |                     |                                |
|                  |        | Inicial<br>µs | Final<br>µs |                    |            |                   |              |                     |                                   |              |  |                     |                                |
| 90X              | 114,30 | –             | –           | 1 114              | 12         | –                 | –            | 1 177               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 90Y              | 114,35 | 5 073,0       | 640         | 1 114              | 36         | 36                | 42           | 1 051               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 90Z              | –      | 5 073,3       | 641         | 1 114              | –          | 21                | 27           | 1 051               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 91X              | 114,40 | –             | –           | 1 115              | 12         | –                 | –            | 1 178               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 91Y              | 114,45 | 5 073,6       | 642         | 1 115              | 36         | 36                | 42           | 1 052               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 91Z              | –      | 5 073,9       | 643         | 1 115              | –          | 21                | 27           | 1 052               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 92X              | 114,50 | –             | –           | 1 116              | 12         | –                 | –            | 1 179               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 92Y              | 114,55 | 5 074,2       | 644         | 1 116              | 36         | 36                | 42           | 1 053               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 92Z              | –      | 5 074,5       | 645         | 1 116              | –          | 21                | 27           | 1 053               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 93X              | 114,60 | –             | –           | 1 117              | 12         | –                 | –            | 1 180               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 93Y              | 114,65 | 5 074,8       | 646         | 1 117              | 36         | 36                | 42           | 1 054               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 93Z              | –      | 5 075,1       | 647         | 1 117              | –          | 21                | 27           | 1 054               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 94X              | 114,70 | –             | –           | 1 118              | 12         | –                 | –            | 1 181               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 94Y              | 114,75 | 5 075,4       | 648         | 1 118              | 36         | 36                | 42           | 1 055               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 94Z              | –      | 5 075,7       | 649         | 1 118              | –          | 21                | 27           | 1 055               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 95X              | 114,80 | –             | –           | 1 119              | 12         | –                 | –            | 1 182               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 95Y              | 114,85 | 5 076,0       | 650         | 1 119              | 36         | 36                | 42           | 1 056               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 95Z              | –      | 5 076,3       | 651         | 1 119              | –          | 21                | 27           | 1 056               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 96X              | 114,90 | –             | –           | 1 120              | 12         | –                 | –            | 1 183               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 96Y              | 114,95 | 5 076,6       | 652         | 1 120              | 36         | 36                | 42           | 1 057               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 96Z              | –      | 5 076,9       | 653         | 1 120              | –          | 21                | 27           | 1 057               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 97X              | 115,00 | –             | –           | 1 121              | 12         | –                 | –            | 1 184               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 97Y              | 115,05 | 5 077,2       | 654         | 1 121              | 36         | 36                | 42           | 1 058               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 97Z              | –      | 5 077,5       | 655         | 1 121              | –          | 21                | 27           | 1 058               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 98X              | 115,10 | –             | –           | 1 122              | 12         | –                 | –            | 1 185               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 98Y              | 115,15 | 5 077,8       | 656         | 1 122              | 36         | 36                | 42           | 1 059               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 98Z              | –      | 5 078,1       | 657         | 1 122              | –          | 21                | 27           | 1 059               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 99X              | 115,20 | –             | –           | 1 123              | 12         | –                 | –            | 1 186               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 99Y              | 115,25 | 5 078,4       | 658         | 1 123              | 36         | 36                | 42           | 1 060               | 30                                |              |  |                     |                                |
| 99Z              | –      | 5 078,7       | 659         | 1 123              | –          | 21                | 27           | 1 060               | 15                                |              |  |                     |                                |
| 100X             | 115,30 | –             | –           | 1 124              | 12         | –                 | –            | 1 187               | 12                                |              |  |                     |                                |
| 100Y             | 115,35 | 5 079,0       | 660         | 1 124              | 36         | 36                | 42           | 1 061               | 30                                |              |  |                     |                                |

| Pares de canales |             |         |     | Parámetros del DME |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
|------------------|-------------|---------|-----|--------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------|--------------------|--|---------------------|--------------------------------|
|                  |             |         |     | Interrogación      |            |                   |              | Respuestas          |             |                    |  |                     |                                |
|                  |             |         |     | Canal<br>DME       | Frecuencia |                   | Canal<br>MLS | Frecuencia<br>a MHz | DME/N<br>µs | Códigos de impulso |  | Frecuencia<br>a MHz | Códigos<br>de<br>impulso<br>µs |
|                  |             |         |     |                    | VHF-MHz    | ángulo<br>MLS-MHz |              |                     |             | Aproximación       |  |                     |                                |
| Inicial<br>µs    | Final<br>µs |         |     |                    |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
| 100Z             | –           | 5 079,3 | 661 | 1 124              | –          | 21                | 27           | 1 061               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 101X             | 115,40      | –       | –   | 1 125              | 12         | –                 | –            | 1 188               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 101Y             | 115,45      | 5 079,6 | 662 | 1 125              | 36         | 36                | 42           | 1 062               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 101Z             | –           | 5 079,9 | 663 | 1 125              | –          | 21                | 27           | 1 062               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 102X             | 115,50      | –       | –   | 1 126              | 12         | –                 | –            | 1 189               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 102Y             | 115,55      | 5 080,2 | 664 | 1 126              | 36         | 36                | 42           | 1 063               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 102Z             | –           | 5 080,5 | 665 | 1 126              | –          | 21                | 27           | 1 063               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 103X             | 115,60      | –       | –   | 1 127              | 12         | –                 | –            | 1 190               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 103Y             | 115,65      | 5 080,8 | 666 | 1 127              | 36         | 36                | 42           | 1 064               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 103Z             | –           | 5 081,1 | 667 | 1 127              | –          | 21                | 27           | 1 064               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 104X             | 115,70      | –       | –   | 1 128              | 12         | –                 | –            | 1 191               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 104Y             | 115,75      | 5 081,4 | 668 | 1 128              | 36         | 36                | 42           | 1 065               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 104Z             | –           | 5 081,7 | 669 | 1 128              | –          | 21                | 27           | 1 065               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 105X             | 115,80      | –       | –   | 1 129              | 12         | –                 | –            | 1 192               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 105Y             | 115,85      | 5 082,0 | 670 | 1 129              | 36         | 36                | 42           | 1 066               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 105Z             | –           | 5 082,3 | 671 | 1 129              | –          | 21                | 27           | 1 066               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 106X             | 115,90      | –       | –   | 1 130              | 12         | –                 | –            | 1 193               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 106Y             | 115,95      | 5 082,6 | 672 | 1 130              | 36         | 36                | 42           | 1 067               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 106Z             | –           | 5 082,9 | 673 | 1 130              | –          | 21                | 27           | 1 067               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 107X             | 116,00      | –       | –   | 1 131              | 12         | –                 | –            | 1 194               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 107Y             | 116,05      | 5 083,2 | 674 | 1 131              | 36         | 36                | 42           | 1 068               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 107Z             | –           | 5 083,5 | 675 | 1 131              | –          | 21                | 27           | 1 068               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 108X             | 116,10      | –       | –   | 1 132              | 12         | –                 | –            | 1 195               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 108Y             | 116,15      | 5 083,8 | 676 | 1 132              | 36         | 36                | 42           | 1 069               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 108Z             | –           | 5 084,1 | 677 | 1 132              | –          | 21                | 27           | 1 069               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 109X             | 116,20      | –       | –   | 1 133              | 12         | –                 | –            | 1 196               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 109Y             | 116,25      | 5 084,4 | 678 | 1 133              | 36         | 36                | 42           | 1 070               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 109Z             | –           | 5 084,7 | 679 | 1 133              | –          | 21                | 27           | 1 070               | 15          |                    |  |                     |                                |
| 110X             | 116,30      | –       | –   | 1 134              | 12         | –                 | –            | 1 197               | 12          |                    |  |                     |                                |
| 110Y             | 116,35      | 5 085,0 | 680 | 1 134              | 36         | 36                | 42           | 1 071               | 30          |                    |  |                     |                                |
| 110Z             | –           | 5 085,3 | 681 | 1 134              | –          | 21                | 27           | 1 071               | 15          |                    |  |                     |                                |

| Pares de canales |             |         |     | Parámetros del DME |            |                   |              |                     |             |                    |            |                     |                                |
|------------------|-------------|---------|-----|--------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------|--------------------|------------|---------------------|--------------------------------|
|                  |             |         |     | Interrogación      |            |                   |              | Respuestas          |             |                    |            |                     |                                |
|                  |             |         |     | Canal<br>DME       | Frecuencia |                   | Canal<br>MLS | Frecuencia<br>a MHz | DME/N<br>µs | Códigos de impulso |            | Frecuencia<br>a MHz | Códigos<br>de<br>impulso<br>µs |
|                  |             |         |     |                    | VHF-MHz    | ángulo<br>MLS-MHz |              |                     |             | Aproximación       | Modo DME/P |                     |                                |
| Inicial<br>µs    | Final<br>µs |         |     |                    |            |                   |              |                     |             |                    |            |                     |                                |
| 111X             | 116,40      | –       | –   | 1 135              | 12         | –                 | –            | 1 198               | 12          |                    |            |                     |                                |
| 111Y             | 116,45      | 5 085,6 | 682 | 1 135              | 36         | 36                | 42           | 1 072               | 30          |                    |            |                     |                                |
| 111Z             | –           | 5 085,9 | 683 | 1 135              | –          | 21                | 27           | 1 072               | 15          |                    |            |                     |                                |
| 112X             | 116,50      | –       | –   | 1 136              | 12         | –                 | –            | 1 199               | 12          |                    |            |                     |                                |
| 112Y             | 116,55      | 5 086,2 | 684 | 1 136              | 36         | 36                | 42           | 1 073               | 30          |                    |            |                     |                                |
| 112Z             | –           | 5 086,5 | 685 | 1 136              | –          | 21                | 27           | 1 073               | 15          |                    |            |                     |                                |
| 113X             | 116,60      | –       | –   | 1 137              | 12         | –                 | –            | 1 200               | 12          |                    |            |                     |                                |
| 113Y             | 116,65      | 5 086,8 | 686 | 1 137              | 36         | 36                | 42           | 1 074               | 30          |                    |            |                     |                                |
| 113Z             | –           | 5 087,1 | 687 | 1 137              | –          | 21                | 27           | 1 074               | 15          |                    |            |                     |                                |
| 114X             | 116,70      | –       | –   | 1 138              | 12         | –                 | –            | 1 201               | 12          |                    |            |                     |                                |
| 114Y             | 116,75      | 5 087,4 | 688 | 1 138              | 36         | 36                | 42           | 1 075               | 30          |                    |            |                     |                                |
| 114Z             | –           | 5 087,7 | 689 | 1 138              | –          | 21                | 27           | 1 075               | 15          |                    |            |                     |                                |
| 115X             | 116,80      | –       | –   | 1 139              | 12         | –                 | –            | 1 202               | 12          |                    |            |                     |                                |
| 115Y             | 116,85      | 5 088,0 | 690 | 1 139              | 36         | 36                | 42           | 1 076               | 30          |                    |            |                     |                                |
| 115Z             | –           | 5 088,3 | 691 | 1 139              | –          | 21                | 27           | 1 076               | 15          |                    |            |                     |                                |
| 116X             | 116,90      | –       | –   | 1 140              | 12         | –                 | –            | 1 203               | 12          |                    |            |                     |                                |
| 116Y             | 116,95      | 5 088,6 | 692 | 1 140              | 36         | 36                | 42           | 1 077               | 30          |                    |            |                     |                                |
| 116Z             | –           | 5 088,9 | 693 | 1 140              | –          | 21                | 27           | 1 077               | 15          |                    |            |                     |                                |
| 117X             | 117,00      | –       | –   | 1 141              | 12         | –                 | –            | 1 204               | 12          |                    |            |                     |                                |
| 117Y             | 117,05      | 5 089,2 | 694 | 1 141              | 36         | 36                | 42           | 1 078               | 30          |                    |            |                     |                                |
| 117Z             | –           | 5 089,5 | 695 | 1 141              | –          | 21                | 27           | 1 078               | 15          |                    |            |                     |                                |
| 118X             | 117,10      | –       | –   | 1 142              | 12         | –                 | –            | 1 205               | 12          |                    |            |                     |                                |
| 118Y             | 117,15      | 5 089,8 | 696 | 1 142              | 36         | 36                | 42           | 1 079               | 30          |                    |            |                     |                                |
| 118Z             | –           | 5 090,1 | 697 | 1 142              | –          | 21                | 27           | 1 079               | 15          |                    |            |                     |                                |
| 119X             | 117,20      | –       | –   | 1143               | 12         | –                 | –            | 1206                | 12          |                    |            |                     |                                |
| 119Y             | 117,25      | 5090,4  | 698 | 1143               | 36         | 36                | 42           | 1080                | 30          |                    |            |                     |                                |
| 119Z             | –           | 5090,7  | 699 | 1143               | –          | 21                | 27           | 1080                | 15          |                    |            |                     |                                |
| 120X             | 117,30      | –       | –   | 1144               | 12         | –                 | –            | 1207                | 12          |                    |            |                     |                                |
| 120Y             | 117,35      | –       | –   | 1144               | 36         | –                 | –            | 1081                | 30          |                    |            |                     |                                |
| 121X             | 117,40      | –       | –   | 1145               | 12         | –                 | –            | 1208                | 12          |                    |            |                     |                                |
| 121Y             | 117,45      | –       | –   | 1145               | 36         | –                 | –            | 1082                | 30          |                    |            |                     |                                |

| Pares de canales |        |               |             | Parámetros del DME |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
|------------------|--------|---------------|-------------|--------------------|------------|-------------------|--------------|---------------------|-------------|--------------------|--|---------------------|--------------------------------|
|                  |        |               |             | Interrogación      |            |                   |              | Respuestas          |             |                    |  |                     |                                |
|                  |        |               |             | Canal<br>DME       | Frecuencia |                   | Canal<br>MLS | Frecuencia<br>a MHz | DME/N<br>µs | Códigos de impulso |  | Frecuencia<br>a MHz | Códigos<br>de<br>impulso<br>µs |
|                  |        |               |             |                    | VHF-MHz    | ángulo<br>MLS-MHz |              |                     |             | Modo DME/P         |  |                     |                                |
|                  |        | Inicial<br>µs | Final<br>µs |                    |            |                   |              |                     |             |                    |  |                     |                                |
| 122X             | 117,50 | –             | –           | 1146               | 12         | –                 | –            | 1209                | 12          |                    |  |                     |                                |
| 122Y             | 117,55 | –             | –           | 1146               | 36         | –                 | –            | 1083                | 30          |                    |  |                     |                                |
| 123X             | 117,60 | –             | –           | 1147               | 12         | –                 | –            | 1210                | 12          |                    |  |                     |                                |
| 123Y             | 117,65 | –             | –           | 1147               | 36         | –                 | –            | 1084                | 30          |                    |  |                     |                                |
| 124X             | 117,7  | –             | –           | 1148               | 12         | –                 | –            | 1211                | 12          |                    |  |                     |                                |
| **124Y           | 117,75 | –             | –           | 1148               | 36         | –                 | –            | 1085                | 30          |                    |  |                     |                                |
| 125X             | 117,80 | –             | –           | 1149               | 12         | –                 | –            | 1212                | 12          |                    |  |                     |                                |
| **125X           | 117,85 | –             | –           | 1149               | 36         | –                 | –            | 1086                | 30          |                    |  |                     |                                |
| 126X             | 117,90 | –             | –           | 1150               | 12         | –                 | –            | 1213                | 12          |                    |  |                     |                                |
| **126X           | 117,95 | –             | –           | 1150               | 36         | –                 | –            | 1087                | 30          |                    |  |                     |                                |

\* Estos canales se reservan exclusivamente para adjudicación nacional.

\*\* Estos canales pueden usarse para adjudicación nacional de carácter secundario.

El motivo principal por el cual se han reservado estos canales es suministrar protección al sistema de radar secundario de vigilancia.

Δ No se ha programado la asignación de 108,0 MHz al servicio ILS. El canal DME en operación asociado, núm. 17X, puede asignarse para casos de emergencia. La frecuencia de respuesta del canal núm. 17X (es decir, 978 MHz) se utiliza también para el funcionamiento del transceptor de acceso universal (UAT). Las normas y métodos recomendados sobre el UAT figuran en la RAB 69, Volumen III, Parte I, Capítulo 12.

**Tabla B. Errores admisibles del DME/P**

| Emplazamiento  | Norma         | Modo | PFE  | CMN   |
|--|---------------|------|--|---|
| 37 km (20 NM) a 9,3 km (5 NM) a partir del punto de referencia de aproximación MLS | 1 y 2         | 1A   | ±250 m (±820 ft)<br>reduciéndose linealmente a ±85 m (±279 ft) | ±68 m (±223 ft)<br>reduciéndose linealmente a ±34 m (±111 ft) |
| 9,3 km (5 NM) del punto de referencia de aproximación MLS                          | 1             | FA   | ±85 m (±279 ft)<br>reduciéndose linealmente a ±30 m (±100 ft)  | ±18 m (±60 ft)  |
|  | 2             | FA   | ±85 m (±279 ft)<br>reduciéndose linealmente a ±12 m (±40 ft)   | ±12 m (±40 ft)  |
|  | Véase la nota | IA   | ±100 m (±328 ft)   | ±68 m (±223 ft)   |
| En el punto de referencia de aproximación MLS y en toda la cobertura de la pista   | 1             | FA   | ±30 m (±100 ft)  | ±18 m (±60 ft)  |
|  | 2             | FA   | ±12 m (±40 ft)   | ±12 m (±40 ft)  |
| En todo el espacio de cobertura Véase la nota                                      | 1 y 2         | FA   | ±100 m (±328 ft)   | ±68 m (±223 ft) de azimut posterior                           |
|  |               | IA   | ±100 m (±328 ft)   | ±68 m (±223 ft) nota  |

Nota.— A distancias de 9,3 km (5 NM) o superiores, del punto de referencia de aproximación MLS y en toda la cobertura de azimut posterior el modo IAS podrá utilizarse cuando no se pueda operar en el modo FA.

## APENDICE A. Disposiciones para el proveedor de los servicios de navegación aérea

### A.1. Definiciones.

Los términos y expresiones indicados a continuación, que se usan en esta Parte, tienen el significado siguiente:

**Ensayo.** Una Medición o verificación específica de la actuación de una instalación que puede formar parte de una inspección cuando esté integrada a otros ensayos

**Inspección.** Una serie de ensayos realizados por la Autoridad de un Estado, para establecer la clasificación de la instalación en relación con las operaciones.

**Inspecciones generales IG.** Puede ser programada o no programada y comprende la inspección de toda el área incluyendo según el caso al aeródromo las ayudas terrestres y los servicios operacionales de aeródromo empleando los respectivos formularios.

**Inspecciones de seguimiento IS.** Puede ser programada o no programada y se desarrolla para efectuar el seguimiento al cumplimiento de alguna instrucción de la AAC.

**Inspecciones específicas IE.** Puede ser programada o no programada y se enfoca en algunos aspectos específicos a ser inspeccionados a raíz de la detección de necesidad por causa de reportes.

**Inspecciones periódicas.** Inspecciones en vuelo para confirmar la validez de las señales en el espacio de forma regular o después de un importante mantenimiento programado.

**Inspecciones especiales.** Inspecciones en vuelo necesarias por sospechas de mal funcionamiento, accidentes de aeronave, etc. Ordinariamente, es necesario someter a ensayos solamente aquellos parámetros que tienen, o pudieran tener, un efecto en la actuación de la instalación. Sin embargo, puede ser económicamente ventajoso en muchos casos completar los requisitos de una inspección periódica.

**Procedimiento.** Conjunto de acciones u operaciones que tienen que realizarse de la misma forma, para obtener siempre el mismo resultado bajo las mismas circunstancias. Esas acciones constituyen una unidad de función para la realización de una actividad o tarea específica. Todo procedimiento involucra actividades y tareas del personal, determinación de tiempos de métodos de trabajo y de control para lograr el cabal, oportuno y eficiente desarrollo de las operaciones.

**Proceso.** Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados.

**Pruebas de emplazamiento.** Ensayos en vuelo realizados al arbitrio de la autoridad responsable, para determinar los efectos del entorno del emplazamiento propuesto en la actuación de la radioayuda para la navegación prevista.

**Puesta en servicio.** Una inspección exhaustiva en vuelo después de la inspección para prueba de la actuación en tierra, a fin de establecer la validez de las señales en el espacio. Los resultados de esta inspección deben ser correlacionados con los resultados de la inspección en tierra. En conjunto constituyen las bases para la homologación de la instalación.

**Servicios de navegación aérea.** Conjunto de servicios que se prestan al tránsito aéreo durante todas las fases de las operaciones, incluyendo servicios de tránsito aéreo (ATS) integrados a los servicios de comunicación, navegación y vigilancia (CNS).

**Vigilancia.** Función realizada por un Estado para asegurar que las personas y organismos que desempeñan actividades de aviación cumplan las leyes y reglamentos nacionales relativos a la seguridad operacional.

## **A.2. Instalación y Mantenimiento de los sistemas de navegación**

**A.2.1.** Las instalaciones de un sistema de navegación que pertenecen a un aeródromo H24 y HJ, deben contar con un equipo redundante que permita asegurar la continuidad de los servicios que prestan. Para un sistema dual se deberá considerar que:

- (a) La transferencia en sistemas duales debe ser automática y no perceptible al usuario;
- (b) Los sistemas duales alternarán su funcionamiento mensualmente o de acuerdo a recomendación del fabricante.

**A.2.2.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea, debe contar con un manual de funciones y descripción de puestos para el personal técnico responsable del mantenimiento de los sistemas de navegación.

**A.2.3.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea, debe contar con un programa de instrucción para el personal técnico a cargo del mantenimiento de los sistemas de navegación, tomando en cuenta las consideraciones descritas en el Capítulo 2, 2.5 y el párrafo A.6.

**A.2.4.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea, debe contar con un plan anual de instrucción del personal técnico a cargo del mantenimiento de los sistemas de navegación considerando los lineamientos descritos en su programa de instrucción.

**A.2.5.** El mantenimiento de los sistemas de navegación es de total responsabilidad del Proveedor de Servicios de Navegación Aérea, y dicho proceso deberá contar con:

- (a) Un programa de mantenimiento adecuado a los sistemas de navegación instalados.
- (b) Un plan anual de la actividad de mantenimiento.
- (c) Un plan anual de ensayos en tierra y el vuelo.

**A.2.6.** El mantenimiento de los sistemas de navegación, debe ser realizado por personal capacitado y experimentado de acuerdo a al manual de funciones y descripción de puestos y su programa de mantenimiento.

**A.2.7.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea, debe garantizar la calidad, confiabilidad, disponibilidad y continuidad de los sistemas de navegación que están bajo su administración.

**A.2.8.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea, debe cumplir con los plazos establecidos en su plan de acción correctivo para dar solución a las carencias y deficiencias identificadas durante las actividades de vigilancia por parte de la autoridad de aeronáutica civil.

**A.2.9.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe contar con cartas de acuerdo operacional entre las dependencias ATS, MET, AIS y PANS/OPS para dar continuidad a los servicios de navegación aérea, y comunicar los procedimientos establecidos a la Autoridad de Aeronáutica Civil.

**A.2.10.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe informar a la Autoridad de Aeronáutica Civil la vida útil de toda radioayuda a su cargo que preste servicios de navegación.

**A.2.11.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe contar con una base datos que considere los elementos descritos en el párrafo A.7.8 para:

- (a) emitir estadísticas;
- (b) determinar la calidad del servicio prestado;
- (c) conocer el estado de los equipos, durante el periodo de vida útil de una instalación.

**A.2.12.** Todo mantenimiento correctivo efectuado a un sistema de navegación, debe ser informado a la Autoridad de Aeronáutica Civil en un plazo no mayor a 15 días calendario.

**A.2.13.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe informar a la Autoridad de Aeronáutica

Civil los proyectos de instalación de radioayudas para la navegación, con una anticipación no menor a un año.

**A.2.14.** El emplazamiento de una radioayuda para la navegación aérea en la FIR La Paz, debe contar con la aceptación de la Autoridad de Aeronáutica Civil. Para este propósito, el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe presentar con anticipación mínima de 6 meses a la implementación del proyecto, la documentación de requerimiento descrita en el párrafo A.7.3

**A.2.15.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe contar con un plan de contingencias adecuado a los sistemas de navegación instalados, considerando las circunstancias descritas en los párrafos A.4.2 y A.4.5.

### **A.3. Consideraciones para los ensayos en tierra y en vuelo**

*Nota.— En el Adjunto C del Anexo 10 volumen I y en el Manual sobre ensayo de radioayudas para la navegación (Doc 8071), se da orientación sobre los ensayos en tierra y en vuelo de instalaciones normalizadas por la OACI, así como la periodicidad de dichos ensayos.*

**A.3.1.** Los requisitos del equipo de medición y personal técnico que realiza ensayos en tierra y en vuelo a los sistemas de navegación debe cumplir con:

- (a) los procedimientos de calibración y medición de acuerdo a recomendación del fabricante;
- (b) vigencia del certificado de calibración del equipo en tierra avalado por el fabricante;
- (c) vigencia del certificado de calibración del equipo a bordo avalado por el fabricante;
- (d) certificación actualizada del personal técnico que acredite conocimientos para efectuar ensayos en tierra
- (e) certificación actualizada del personal técnico que acredite conocimientos para efectuar ensayos en vuelo.

**A.3.2.** Es de total responsabilidad del Proveedor de Servicios de Navegación Aérea:

- (a) el emplazamiento de un sistema de navegación de acuerdo a lo estipulado en el párrafo A.2.14;
- (b) la puesta en servicio de un sistema de navegación considerando los requisitos descritos en el párrafo A.3.1;
- (c) el cumplimiento de los ensayos en tierra y en vuelo a los sistemas de navegación aérea de acuerdo a su plan anual de inspecciones en tierra y en vuelo aceptado por la Autoridad de Aeronáutica Civil.

**A.3.3.** El plan anual de ensayos en tierra y en vuelo elaborado por el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea, debe ajustarse a la siguiente periodicidad.

| Tipo de Instalación | Periodicidad de la inspección                                |          |
|---------------------|--|----------|
|                     | En tierra  | En vuelo |
| ILS                 | 3 meses (CAT-I)<br>1 mes (CATII-III)                         | 6 meses  |
| VOR                 | 12 meses   | 12 meses |
| DME                 | 12 meses o el periodo equivalente a la instalación asociada. |          |

**A.3.4.** Cualquier modificación a la periodicidad de los ensayos en vuelo descritos en el párrafo A.3.2.(c), debe ser informada a la Autoridad de Aeronáutica Civil con una anticipación mínima de treinta (30) días calendario.

**A.3.5.** En circunstancias donde no sea posible llevar a cabo las inspecciones en vuelo de acuerdo

al plan anual presentado, El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe solicitar a la Autoridad de Aeronáutica Civil una extensión al periodo de inspección con la siguiente información:

**(a) Informe técnico:**

- (1)** Contar con un análisis comparativo de las dos últimas inspecciones en vuelo que demuestren la estabilidad de la radioayuda;
- (2)** Debe especificar el tiempo de extensión;
- (3)** Debe incluir un análisis de riesgo considerando el tiempo de extensión solicitado.

**(b) Plan de contingencias:** Debe incluir las actividades a ser realizadas por el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea para mitigar los riesgos identificados.

**A.3.6.** El tiempo de extensión del periodo de inspección en vuelo de una radioayuda no excederá bajo ninguna circunstancia al tiempo equivalente a una mitad del periodo descrito en el párrafo A.3.3.

**A.3.7.** Ante el incumplimiento de la periodicidad en la inspección en vuelo de una radioayuda, el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe emitir un NOTAM informando la falta de inspección en vuelo de acuerdo al doc.8400.

- (a)** La Falta de inspección en vuelo, si la solicitud de extensión está vigente;
- (b)** Inutilizable en caso de no contar con una solicitud de extensión aceptada;
- (c)** Inutilizable en caso de vencimiento del plazo de extensión aceptado.

**A.3.8.** Las instalaciones de radioayudas que excedan el tiempo de extensión aceptado por la Autoridad de Aeronáutica Civil deben cambiar su estado operacional a Inutilizable.

#### **A.4. Suministro de información sobre el estado operacional**

*Nota.— El Manual de navegación basada en la performance (Doc 9613) contiene orientación sobre la aplicación de esta norma en caso de operaciones basadas en PBN con apoyo de GNSS.*

**A.4.1.** Los sistemas de navegación en servicio deben contar con:

- (a)** sistemas de gestión remota operables en la sala de equipos;
- (b)** panel de monitoreo en las dependencias ATS involucradas con el servicio de navegación.

**A.4.2.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea es el responsable de gestionar la emisión de NOTAMs sobre el estado operacional de un sistema de navegación de acuerdo a la condición de la instalación bajo las siguientes definiciones:

- (a) Utilizable.** Disponible para uso en las operaciones;
- (b) Sin restricciones.** Si proporciona señales en el espacio seguras y precisas conformes a las normas establecidas dentro del área de cobertura de la instalación;
- (c) Limitada o restringida.** Si proporciona señales en el espacio que no se conforman a las normas establecidas en todos los aspectos y en todos los sectores del área de cobertura, pero es utilizable con seguridad con determinadas restricciones. La instalación que pudiera estar en condiciones inseguras no debería ser clasificada como de uso limitado o restringido en ningún caso;
- (d) Inutilizable.** No disponible para el uso en las operaciones por proporcionar señales inseguras o erróneas (posiblemente), o señales de calidad desconocida.

**A.4.3.** Cuando se proceda al retiro definitivo de una instalación de radioayudas, el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe informar a la autoridad de aeronáutica civil, con 30 días de anticipación-

**A.4.4.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe informar a la Autoridad de Aeronáutica Civil, cualquier cambio y/o interrupción programada en los sistemas de navegación, con una anticipación de 10 días calendario.

**A.4.5.** Cuando un sistema de navegación no cuente con un equipo redundante operativo, el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe poner en acción su plan de contingencia e informar de manera inmediata a la Autoridad de Aeronáutica Civil.

**A.4.6.** Cuando se deba efectuar un mantenimiento que implique variación de parámetros en el equipo o atender una falla del sistema de navegación, el personal técnico responsable debe realizar lo siguiente:

- (a) confirmar que el respectivo NOTAM ha sido expedido por el servicio de información aeronáutica antes de iniciar sus actividades o corte de servicio;
- (b) el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe contar con un procedimiento escrito para la emisión de NOTAM, ante las eventualidades del mantenimiento y falla en los sistemas de navegación.

**A.4.7.** Toda información y/o notificación del Proveedor de Servicios de Navegación Aérea a la Autoridad de Aeronáutica Civil debe encaminarse por el conducto regular pertinente.

**A.4.8.** En caso de que el estado operacional de una radioayuda sea de inutilizable, el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea, debe cambiar la identificación de la misma a "TST"

#### **A.5. Respaldo de energía en los sistemas navegación.**

*Nota.— El Adjunto C capítulo 8 del Anexo 10 volumen I contiene textos de orientación sobre los tiempos de conexión de la fuente de energía.*

**A.5.1.** Los sistemas de navegación independientemente de su fuente de energía principal, deben contar con fuentes redundantes adecuadas que aseguren la continuidad del servicio.

#### **A.6. Consideraciones sobre factores humanos.**

*Nota.— Los textos de orientación sobre principios relativos a factores humanos pueden encontrarse en el Manual de instrucción sobre factores humanos (Doc 9683) y en la Circular 249 (Compendio sobre factores humanos núm. 11 — Los factores humanos en los sistemas CNS/ATM).*

**A.6.1.** El programa de instrucción elaborado por el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea deberá contar con los siguientes niveles de instrucción:

- (a) Instrucción Inicial. El personal técnico antes de ejercer funciones debe cumplir con el programa de instrucción inicial, con la finalidad de que adquiera los conocimientos técnicos administrativos necesarios para llevar a cabo eficazmente sus deberes y obligaciones;
- (b) Instrucción práctica (OJT). Método de capacitación realizada en el sitio de trabajo que proporciona experiencia directa en el entorno del trabajo;
- (c) Instrucción periódica. Capacitación que se repite en función a la planificación de cada área para actualizar los conocimientos habilidades y competencias del personal CNS.
- (d) Inspección especializada. Instrucción complementaria a la básica para ampliar los conocimientos habilidades y competencias durante el rendimiento o ejecución de las tareas asignadas.

**A.6.2.** El personal técnico responsable del mantenimiento de los sistemas de navegación debe contar con las evaluaciones periódicas respectivas de acuerdo a su programa de instrucción.

#### **A.7. Registro y control de documentación**

**A.7.1.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe presentar a la Autoridad de Aeronáutica Civil hasta el primer mes de cada gestión, la siguiente documentación aprobada por su institución:

- (a) Plan anual de mantenimiento a los sistemas de navegación;
- (b) Plan anual de ensayos en tierra y vuelo de los sistemas de navegación;

- (c) Plan anual de instrucción del personal técnico para los sistemas de navegación;
- (d) Plan de contingencias para los sistemas de navegación adjuntando las cartas de acuerdo operacional.

**A.7.2.** Cualquier modificación o enmienda a los documentos citados en A.7.1, deben ser puestos en conocimiento de la autoridad de aeronáutica civil.

**A.7.3.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe presentar a la Autoridad de Aeronáutica Civil el proyecto de emplazamiento de un sistema de navegación aérea con la siguiente información:

- (a) descripción del proyecto y su uso;
- (b) ubicación de la instalación y sus elementos en coordenadas geográficas WGS84 y alturas elipsoidales;
- (c) estudio de factibilidad técnica y operativa del equipo;
- (d) simulación de cobertura del equipo a diferentes alturas;
- (e) cronograma de actividades considerando fechas AIRAC;
- (f) certificado de superficies limitadoras de obstáculos;
- (g) estudios de procedimientos instrumentales PANS-OPS;
- (h) licencia para uso de frecuencia;
- (i) y vida útil de los equipos que forman parte del sistema.

Toda la información debe ser validado por el responsable designado para la implementación del proyecto

**A.7.4.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe conservar informes y registros de información de los sistemas de navegación de acuerdo a lo siguiente:

(a) Durante cinco años calendarios los siguientes:

- (1) Ensayos en tierra;
- (2) Mantenimientos preventivos;
- (3) Mantenimientos correctivos.

(b) Durante el ciclo de vida del sistema:

- (1) Puesta en servicios;
- (2) Ensayos en vuelo.

**A.7.5.** Los registros mencionados en el párrafo A.7.4 incluirán la siguiente información:

- (a) nombre del técnico o responsable;
- (b) fecha en la que se efectuó el trabajo de mantenimiento;
- (c) descripción del trabajo realizado;
- (d) firma del técnico o responsable, mismos que deberán ser precisos, legibles y capaces de ser sometidos a un análisis independiente.

**A.7.6.** Las estaciones que son parte de un sistema de navegación deben contar en el lugar o instalación con la siguiente documentación:

- (a) un cuaderno de registro donde se reporten todas las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo, los datos registrados deben permitir dar control y seguimiento a las actividades realizadas;
- (b) una carpeta de estación en formato físico o digital que incluya las siguientes tres partes:
  - (1) Inventario. Debe figurar la totalidad del equipamiento y manuales de los sistemas.

(2) Mantenimiento. Plan anual de mantenimiento, registros de ensayos en tierra de la presente gestión e informes detallados de los trabajos realizados.

(3) Ensayos en vuelo. Datos de homologación, registros de ensayos en vuelo de los últimos dos años.

**A.7.7.** Toda la documentación referida en el párrafo A.2, A.3, A.4 y A.7.6 debe contar con el nombre y firma del responsable, y estar cronológicamente archivados para ser consultados por la Autoridad de Aeronáutica Civil, cuando así se requiera.

**A.7.8.** La base de datos utilizada para los fines descritos en el párrafo A.2.11, debe contar con la siguiente información:

- (a) Identificación del equipo;
- (b) Fecha del evento (hora, día, mes y año);
- (c) Tipo de falla, descripción;
- (d) Tiempo de atención;
- (e) Fecha de rehabilitación (hora, día, mes y año);
- (f) Acción realizada, descripción;
- (g) Accesorios reemplazados durante el mantenimiento;
- (h) NOTAM (si corresponde)
- (i) Técnicos responsables

**A.7.9.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe proporcionar a la Autoridad de Aeronáutica Civil, una copia del "Manual del Fabricante", de toda instalación de radioayudas.

## **A.8. Infraestructura para los sistemas de navegación.**

**A.8.1.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea, debe preservar el buen estado de las instalaciones que alberguen sistemas de navegación, evitando la contaminación de las mismas por cualquier elemento que pueda degradar o interrumpir el servicio, considerando:

- (a) las normas recomendadas por el fabricante para la instalación del sistema de navegación;
- (b) normativa de cableado estructurado;
- (c) las recomendaciones descritas en la RAB107 para la protección a las instalaciones y servicios de navegación aérea.

**A.8.2.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe contar con un lote de repuestos certificados por el fabricante y mantenerlos en un sitio adecuado para su conservación y disposición en el tiempo preciso, para no retrasar el servicio durante una asistencia.

**A.8.3.** Los lugares en los que se requieran instalar sistemas de navegación para la aproximación y aterrizaje de aeronaves, serán determinados por el Proveedor de Servicios de Navegación Aérea, basándose para ello en la seguridad de las operaciones y el tipo de apoyo que prestarán a la navegación aérea.

**A.8.4.** Es recomendable someter a ensayos de calificación de diseño, todo equipo de nueva instalación. Con estos ensayos se asegurará que el equipo satisface los requisitos para los que fue diseñado. Los elementos básicos a ser atendidos son:

- (a) Actuación ambiental.
- (b) Tiempo medio entre fallas (MTBF).
- (c) Sistema de calidad del fabricante.
- (d) Integridad.
- (e) Ensayos de correlación del dispositivo monitor.

**A.8.5.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe presentar a la Autoridad de Aeronáutica Civil un plan de desactivación actualizado para los sistemas NDB instalados, con el análisis de riesgo de las afectaciones colaterales para la Navegación Aérea, si corresponde.

**A.8.6.** El Proveedor de Servicios de Navegación Aérea debe presentar a la Autoridad de Aeronáutica Civil un plan de acción correctiva para la puesta en servicio o presentar un plan de desactivación de toda instalación de radioayudas que se encuentre en estado inutilizable por más de 90 días,