

## INFORME 1186

UTILIZACIÓN DE LA BANDA DE FRECUENCIAS 4 200 A 4 400 MHz  
POR RADIOALTIMÉTROS

(Cuestión 94/8)

(1990)

1. Introducción

1.1 En respuesta a la Recomendación 606 (MOB-87), en la Cuestión 94/8) se pregunta cual es la anchura de banda requerida para que los radioaltímetros mantengan la exactitud de funcionamiento necesaria. La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) ha realizado una encuesta entre sus estados miembros y los principales fabricantes de radioaltímetros. Además, las autoridades de Aviación Civil del Reino Unido han llevado a cabo un estudio que abarca los tipos de radioaltímetro actuales y en proyecto [Ingless, 1989].

2. Requisitos de explotación

2.1 Los radioaltímetros son una parte integrante y esencial de los sistemas de aeronave. Desempeñan una importante función operativa en las aeronaves en vuelo y son utilizadas por una gran variedad de tipos de aeronave. A causa de su alto nivel de precisión y exactitud en altitudes de hasta 1.000 pies, o inferiores, se los utiliza para controlar la altura en numerosos sistemas de aproximación y aterrizaje automáticos. En particular, la indicación de altura del radioaltímetro se utiliza para controlar la transición entre el vuelo de descenso y el contacto con la pista de aterrizaje durante las etapas finales del aterrizaje automático. No es raro encontrar normas de integridad del orden de un fallo de  $10^9$  operaciones, lo que pone de manifiesto la gran fiabilidad de los equipos individuales. Para lograr estos índices de fiabilidad del sistema tan elevados se utilizan típicamente configuraciones con redundancia de 2 ó 3 elementos.

2.2 En muchas aeronaves se utilizan también radioaltímetros directamente acoplados a sistemas de aviso de proximidad del suelo (GPWS-Ground Proximity Warning Systems), concebidos para dar un aviso si la aeronave desciende peligrosamente por debajo de su senda de planeo deseada o se acerca a terreno elevado en su trayecto. Muchos países exigen con carácter obligatorio que toda aeronave comercial e inscrita en sus registros esté equipada con el GPWS.

2.3 Para la medición de alturas más elevadas, se utilizan muy frecuentemente los radioaltímetros de impulsos.

2.4 Normalmente una aeronave conserva durante toda su vida el tipo de radioaltímetro con el que se la equipó en el momento de la fabricación. Es por tanto improbable que una modificación de las especificaciones o del diseño sea totalmente efectiva antes de que transcurran muchos años, por lo menos 25 desde el momento en que hay un acuerdo en las especificaciones hasta su plena implantación.

### 3. Requisitos de exactitud de funcionamiento

3.1 Para satisfacer los requisitos de exactitud de los altímetros que han sido establecidos por las autoridades de reglamentación de los Estados, se han acordado internacionalmente las normas de funcionamiento de los altímetros. Estas normas de funcionamiento se especifican en el Documento ARINC 707-1 de Aeronautical Radio Incorporated (basado en la Technical Standard Order C87 y el Documento DO-155 de RTCA) y el Documento ED-30 de EUROCAE - (European Organization for Civil Aviation Electronics). Observando la relación directa en los altímetros FMCW entre la excursión de frecuencia y la exactitud, revisten especial interés las especificaciones de exactitud indicadas a continuación, que figuran en los documentos de referencia:

#### ARINC 707-1, punto 3.7

- Exactitud: no inferior a 1,5 pies o al 2%, la que sea mayor, en la gama 20 a 2 500 pies
- Ruido de salida: 0,25 pies (valor eficaz)
- Resolución de salida: 0,125 pies.

#### EUROCAE ED-30, punto 3.2.4

- Exactitud: no inferior a 1,5 pies o al 2%, la que sea mayor, en la gama 3 - 100 pies.
- Ruido de salida: 0,25 pies.

3.2 Se han establecido recientemente los requisitos para una mejor exactitud que la que permiten los valores indicados en el punto anterior. Están poniéndose en servicio aeronaves con sistemas de aterrizaje totalmente automático, dotados con nuevos sistemas de aproximación en curva y de otra tecnología nueva, para tratar de aliviar parte de la creciente congestión que sufren casi todos los aeropuertos. A su vez, esto crea la necesidad de altímetros más exactos.

### 4. Tipos de altímetros y aplicación

#### 4.1 Altímetros de onda continua modulada en frecuencia FMCW

4.1.1 Los altímetros FMCW se utilizan prácticamente en todas las aeronaves de transporte aéreo civil, comprendidas muchas aeronaves de aviación general. La técnica FMCW ofrece más exactitud que otros tipos, por lo que es en sí más adecuada para su acoplamiento a sistemas de aviso de proximidad a tierra y sistemas de aterrizaje de precisión.

4.1.2 Las autoridades de Aviación Civil del Reino Unido han examinado los parámetros de cierto número de radioaltímetros actuales [Ingless, 1989] que se reproducen en el Cuadro I. En esta limitada muestra puede apreciarse la posibilidad de que el límite inferior de desviación descienda hasta 4 200 MHz y el límite de desviación superior llegue a 4 392 MHz. Sobre la base de estas cifras parece factible reducir la anchura de banda disponible para este servicio en 8 MHz por el extremo superior. Ello indica que sería imprudente reducir la banda de frecuencia mientras siga en funcionamiento el equipo actual.

CUADRO IDatos de los altímetros de onda continua modulados en frecuencia

	Frec. Central (MHz)	Estabilidad (MHz)	Dev. Frec. <sup>5</sup> (MHz)	Frec. Límite (MHz)
EQUIPO 1	4300	±30	123	4208-4392
EQUIPO 2	4300	±10	130 <sup>1</sup>	4210-4390 <sup>2</sup>
EQUIPO 3	4300	±15	100	4200-4300 <sup>3</sup>
EQUIPO 4	4300	±40	100 <sup>1</sup>	4235-4362 <sup>4</sup>
EQUIPO 5	4300	±50	100	4225-4375

Nota 1 - Es un valor nominal

Nota 2 - Dado por el fabricante

Nota 3 - Dado por el fabricante, pero no coherente con otros parámetros

Nota 4 - Valores redondeados de mediciones de muestras reales [Ingless, 1989].

Nota 5 - Diferencia entre los valores máximo y mínimo de la frecuencia durante un ciclo de modulación.

4.1.3 Al considerar la integridad del funcionamiento de los radioaltímetros, es esencial evaluar la posible interferencia de los servicios que utilizan las bandas adyacentes, con miras a establecer una banda de guarda. En particular, debe advertirse que son perjudiciales en potencia las señales cuya frecuencia portadora o de bandas laterales pueda producir un batido de baja frecuencia con la señal del radioaltímetro.

4.1.4 Hay indicios que permiten suponer la existencia de técnicas nuevas o alternativas a la de FMCW que pueden proporcionar la misma exactitud con una anchura de banda más reducida. Si esto es así, puede que sea posible (aproximadamente en el año 2015) reducir la anchura de banda atribuida.

#### 4.2 Altímetros de impulsos

4.2.1 La anchura de banda ocupada por un radioaltímetro de impulsos típico es 70 MHz. Sin embargo, algunos fabricantes y explotadores distribuyen la frecuencia central a lo largo de la banda disponible de 200 MHz para mejorar la integridad de la señal bajo ciertas condiciones de funcionamiento. Cualquier reducción de la anchura de banda disponible comprometería esta ganancia de integridad. Estos altímetros de impulsos están diseñados para su utilización a elevadas altitudes, no cumpliendo los requisitos de exactitud para bajas altitudes.

#### 4.3 Altímetros de espectro ensanchado

4.3.1 Los actuales programas en desarrollo utilizan técnicas de ensanchamiento del espectro para lograr la exactitud necesaria y la integridad de la señal. Uno de los sistemas que va a comercializarse utiliza toda la anchura de banda de 200 MHz. Futuros desarrollos pueden permitir el funcionamiento con una anchura de banda menor, manteniendo la exactitud requerida en condiciones adversas.

5. Conclusión

5.1 Al menos hasta el año 2015 será preciso contar con toda la banda de 4 200 a 4 400 MHz atribuida en la actualidad.

5.2 Con una anchura de banda más reducida, pueden lograrse los actuales requisitos de exactitud, pero se necesitan más estudios teniendo en cuenta los posibles nuevos requisitos para exactitud mejorada.

6. Referencias

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

INGLESS R.M. [septiembre de 1989] - Report On the feasibility of reducing the radio altimeter Band (4200 - 4400 MHz).

---