



378

400378

f.c. 7-2-75

Int. Cl.: G 01 S

MEMORIA DESCRIPTIVA PARA SOLICITAR PATENTE DE INVENCION EN ES-
PAÑA POR: "MEJORAS EN LOS SISTEMAS DE NAVEGACION", A NOMBRE DE
STANDARD ELECTRICA S.A., DOMICILIADA EN MADRID, CALLE DE RAMI-
REZ DE PRADO Nº 5.

El presente invento se refiere a un sistema de navegación Doppler omnidireccional en el cual, en el terminal transmisor, se transmite una oscilación modulada en amplitud en una frecuencia f_0 como primera señal por una antena central y se transmite al menos una oscilación de frecuencia $f_0 + f_1$ ó $f_0 - f_1$, respectivamente, como segunda señal, por medio de antenas individuales de un sistema circular, las cuales están conectadas ciclicamente en secuencia y en el cual, en el terminal receptor, se evalúa la diferencia de fase entre las dos señales demoduladas.

Estos tipos de sistemas de navegación Doppler omnidireccionales son conocidos como sistemas de banda lateral única (single sideband - SSB) a partir de la publicación de las



normal del IRE de Mayo de 1959, pags. 808 a 821; como de doble
banda lateral (double sideband - DSB) por la memoria de la pa-
tente alemana Números 1 123 000 y 1 207 987, y como sistemas
de banda lateral alternativa (alternating sideband - ASB). El
5 presente invento es adecuado para todos estos tipos de sistemas
VOR Doppler.

Común a todos estos sistemas es que mientras se
transmite una señal por medio de las antenas situadas circular-
mente, la otra señal se transmite por medio de una antena cen-
10 tral. La señal transmitida por la antena central es utilizada
en el receptor como señal de referencia. La diferencia de fase
entre la señal rotacional y la señal de referencia es proporcio-
nal al acimut.

El sistema de acuerdo con la patente alemana Nº
15 1 207 978, cuando es comparado con el VOR normal y con otros
sistemas convencionales Doppler -VOR, se ve que es mucho más
preciso. La precisión en la utilización del sistema está deter-
minada por el valor cuadrático medio de los errores producidos
tanto en la estación terrestre como en el receptor de vuelo
20 es decir, el error de tierra y el error del piloto. De acuerdo
con el Anexo 10 al ICAO estos errores no deben ser superiores
a más-menos 5 grados.

Con el sistema de acuerdo con la memoria de la
última patente mencionada, y comparado con los sistemas VOR
25 Doppler normales, es posible lograr un mejoramiento en la pre-
cisión de la estación terrestre en un factor de 1,5 a 3, lo cual
es, sin embargo, aún insuficiente para satisfacer las exigencias
del tráfico aéreo, que se van incrementando continuamente, ya
que los errores del equipo de vuelo y los del piloto continúan
30 inalterados.

409378

3.



Es el objeto del presente invento la obtención de un sistema de navegación Doppler omnidireccional que posea una mayor precisión que la que corresponde a la patente alemana nº 1.207.978.

5 Este problema se resuelve porque, en el terminal transmisor, las antenas simples están conectadas adicionalmente en serie cíclica en el sentido opuesto a su sentido y, dentro del orden de las mismas, se transmite como tercera señal una frecuencia más, por lo menos, con un valor

10 $f_0 + f_2$ ó $f_0 - f_2$ respectivamente y en que, en el terminal receptor, de la diferencia de fase entre las señales demoduladas segunda y tercera se deriva la indicación del acimut, usándose la diferencia de fase entre las señales demoduladas primera y segunda para determinar la no ambigüedad.

15 La diferencia sustancial entre los radiofaros giratorios ya conocidos y el invento reside en el hecho de que ya no se requiere para la medida efectiva la señal de referencia de 30 hertzios, que de otra forma se transmitía por la antena central única como modulación en amplitud de una

20 oscilación de radiofrecuencia sino que únicamente se emplea para resolver las ambigüedades y para mantener la compatibilidad con los ya existentes sistemas VOR-DVOR.

 El invento, aún cuando utiliza las mismas velocidades para las rotaciones opuestas, da como resultado una precisión en la utilización del sistema que está incrementada

25 por el factor 2, en comparación con el sistema de acuerdo con la patente alemana nº 1.207.978, puesto que da una medida doble de la diferencia de fases. Por lo tanto, se mejoran por el factor 2 tres de las componentes de error del sistema

30 (el error de la estación de tierra, el del receptor de vuelo



y el correspondiente, por la lectural, al piloto). La cuarta componente, esto es, el error de tierra, no se puede mejorar, pero este error es ya lo suficientemente pequeño debido al efecto Doppler (FM).

5 A modo de ejemplo se explicará a continuación el invento con un mayor detalle, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:

- La fig. 1 representa un diagrama de bloques del equipo de la estación de tierra;

10 - la fig. 2 representa las frecuencias por el equipo de acuerdo con la fig. 1;

- la fig. 3 es un diagrama de bloques del equipo de vuelo, y

15 - la fig. 4 muestra las oscilaciones demoduladas en el equipo de vuelo representado en la fig. 3, del que se derivan las diferencias de fases.

En el equipo de la estación de tierra del sistema de navegación Doppler omnidireccional (fig. 1), un generador 1 proporciona una radiofrecuencia f_0 que alimenta, a través de un
20 modulador en amplitud 6, una antena central individual 12. La frecuencia transmitida f_0 es la primera frecuencia del transmisor. La frecuencia de modulación de, por ejemplo, 30 Hz, se obtiene mediante un generador de baja frecuencia 7. A partir de la frecuencia f_0 y de la frecuencia f_1 de un generador de
25 baja frecuencia 2 con una frecuencia de, por ejemplo, 9960 Hz, un generador 4 de banda lateral forma una banda lateral con una segunda frecuencia transmisora de $f_0 + f_1$ ó $f_0 - f_1$ respectivamente. A través del dispositivo 13 de conmutación de antena y de los circuitos híbridos 8 (1)...8(n) esta frecuencia se aplica secuencialmente a las antenas 11(1)...11(n)
30



1409378

de una disposición de antenas circular. Este sistema de antenas circular es del tipo comúnmente utilizado con los sistemas normales VOR Doppler, es decir, está constituido, por ejemplo, por 40 antenas simples. El dispositivo de conmutación de antena gira a una frecuencia de 30 Hz, en el sentido de las agujas del reloj.

Un segundo generador de banda lateral 5 forma una tercera frecuencia transmisora $f_0 + f_2$ ó $f_0 - f_2$ respectivamente, a partir de la frecuencia f_0 y de una nueva frecuencia f_2 (de, por ejemplo, 4000 Hz) que proviene de un generador de baja frecuencia 3. A través de un segundo dispositivo de conmutación de antena 9 y de los circuitos híbridos 8 (1)...8(n), se aplica esta tercera frecuencia de transmisión secuencialmente a las antenas 11(1)...11(n) del sistema circular de antenas. La frecuencia de rotación es también de 30 Hz, pero ésta es en el sentido contrario al de las agujas del reloj.

Es importante que la conexión de las dos frecuencias a la misma antena esté efectuada dentro de un sincronismo mútuo. A este fin hay un generador de reloj 10 que es común a ambos dispositivos de conmutación de antena 13 y 9. La necesaria estabilidad de frecuencia en la segunda y tercera frecuencia transmisoras ($f_0 + f_1$) y ($f_0 + f_2$) es mantenida por el generador común 1 para la frecuencia f_0 .

Para aumentar la eficiencia del sistema las otras bandas laterales de las dos frecuencias de transmisión pueden ser conectadas a las antenas junto con las primeras bandas laterales, es decir, de tal modo que las dos bandas laterales de una frecuencia estén secuencialmente conectadas a antenas de localización opuesta, con el sentido de giro de las mismas



permaneciendo inalterable.

La fig. 2 representa el espectro de frecuencias transmitidas por la estación de tierra, conteniendo las tres o cinco frecuencias de transmisión f_0 , $f_0 + f_1$, $f_0 - f_1$, $f_0 + f_2$, $f_0 - f_2$, junto también con f_0 teniendo las bandas laterales $f_0 \pm 30$ Hz. Debido a la conexión cíclica de las antenas individuales, las frecuencias $f_0 + f_1$, $f_0 - f_1$ y $f_0 + f_2$, $f_0 - f_2$ son moduladas en frecuencia. Las variaciones de frecuencia son respectivamente de igual magnitud, ya que estas frecuencias son transmitidas desde el mismo sistema circular de antenas.

La fig. 3 muestra el diagrama de bloques de un receptor usado para determinar el acimut partiendo de la medida de la diferencia de fases. La señal recibida por la antena 20 es aplicada a tres canales después que ha sido demodulada en el demodulador 21. De estos tres canales, el primero y el segundo son de un diseño similar.

El filtro 22 para la frecuencia f_1 (por ejemplo, de 9960 Hz) en el primer canal, o el filtro 26 para la frecuencia f_2 (de p.e. 4000 Hz) en el segundo canal, van seguidos de un limitador 23 y de un discriminador de fase 24 o bien, respectivamente, de un limitador 27 y un discriminador de fase 28. Los discriminadores de fase están seguidos de un analizador (cambiador de fase) 25 o 29 respectivamente, que están acoplados mecánicamente entre sí y con el selector de ruta 32. Los analizadores 25 y 29 son impulsados eléctricamente en sentidos opuestos. La señal de salida de un comparador de fase 30, dispuesto posteriormente a los analizadores 25 y 29, es puesta de manifiesto sobre un indicador de desviación de ruta 31, que es un instrumento indicador de aguja con el cero en el

409378

7.



centro. Cuando la aeronave está en ruta así ajustada por medio del selector de ruta 32, el comparador de fase no da ninguna señal. Cualquier desviación de la ruta prescrita o deseada se manifiesta como una desviación correcta a la derecha o a la izquierda de la aguja, a partir de su posición de cero. Esta indicación, de acuerdo con la diferencia del ángulo de fase eléctrico, es de un tamaño doble que la variación geométrica acimutal.

Las dos etapas del circuito que, con el método convencional VOR se usan para efectuar la indicación de la desviación de la ruta, son utilizadas por el invento para controlar la indicación "hacia-desde" (si una aeronave se aproxima a la estación o bien se aleja de ella). Por esta razón se coloca un cambiador de noventa grados a continuación del filtro 33 en el tercer canal (30 Hz). El simple instrumento indicador 36 dispuesto a continuación del comparador de fase 35 está siempre, por tanto, en una u otra posición, en "hacia" o "desde". A la inversión de la indicación de "hacia" o "desde" o viceversa es simultáneamente accionado un conmutador 37 para el indicador de la desviación de ruta, que invierte la polaridad del instrumento de cero central. Esto último es necesario debido a la variación de fase que se produce cuando una aeronave está próxima o sobrevolando la estación VOR, siendo esta variación de un tamaño doble que con el método convencional, es decir, que 360° de ahora corresponden a 180° de antes. De acuerdo con la indicación de "hacia-desde" se establece simultáneamente la no ambigüedad de la indicación dada por el indicador de desviación de ruta 32.

Las rutas erróneas que podrían estar indicadas bajo



409378

90° con respecto a la ruta prescrita o deseada se suprimen también por la indicación de "hacia-desde"; bajo este acimut el comparador de fase 35 proporciona una tensión cero que aparece en un indicador de alarma 38.

5 Este invento corresponde a una solicitud de patente formulada en Alemania el día 7 de diciembre de 1971, señalada con el nº P 21 60 731.8 y se acoge, por tanto, a los beneficios que otorgan los convenios internacionales vigentes.

----- N O T A -----

10 Los puntos de invención propia y nueva que se presenten para que sean objeto de esta patente de veinte años son los siguientes:

1. Mejoras en los sistemas de navegación constituidas por un sistema de navegación Doppler omnidireccional en el cual, en el terminal transmisor, se transmite una oscilación modulada en amplitud en una frecuencia f_0 como primera señal y se transmite al menos una oscilación de frecuencia $f_0 + f_1$ ó $f_0 - f_1$, respectivamente, como segunda señal, por medio de antenas individuales de un sistema circular, las cuales están conectadas cíclicamente en secuencia y en el cual, en el terminal receptor, se evalúa la diferencia de fase entre las dos señales demoduladas, caracterizado porque, en el terminal transmisor, las antenas simples están conectadas adicionalmente en serie cíclica en el sentido opuesto a su sentido y, dentro del orden de las mismas, se transmite como tercera señal una frecuencia más, por lo menos, con un valor $f_0 + f_2$ ó $f_0 - f_2$ respectivamente, y en que, en el terminal receptor, de la diferencia de fases entre las señales demoduladas segunda y tercera se deriva la indicación del acimut, usándose la diferencia de fase entre las señales

15
20
25
30

409378



9.

demoduladas primera y segunda para determinar la no ambigüedad.

2. Mejoras en los sistemas de navegación, constituidas por un sistema de navegación Doppler omnidireccional de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la tercera frecuencia está en relación de fase cerrada con respecto a la segunda frecuencia y porque la velocidad de giro de dicha tercera frecuencia es igual a la velocidad de giro de dicha segunda frecuencia.

3. Mejoras en los sistemas de navegación. Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y a los fines especificados.

Esta memoria consta de nueve hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 6 DIC 1972



M. G. Santamaría
M. G. SANTAMARIA
VICE-SECRETARIO GENERAL

200



109378

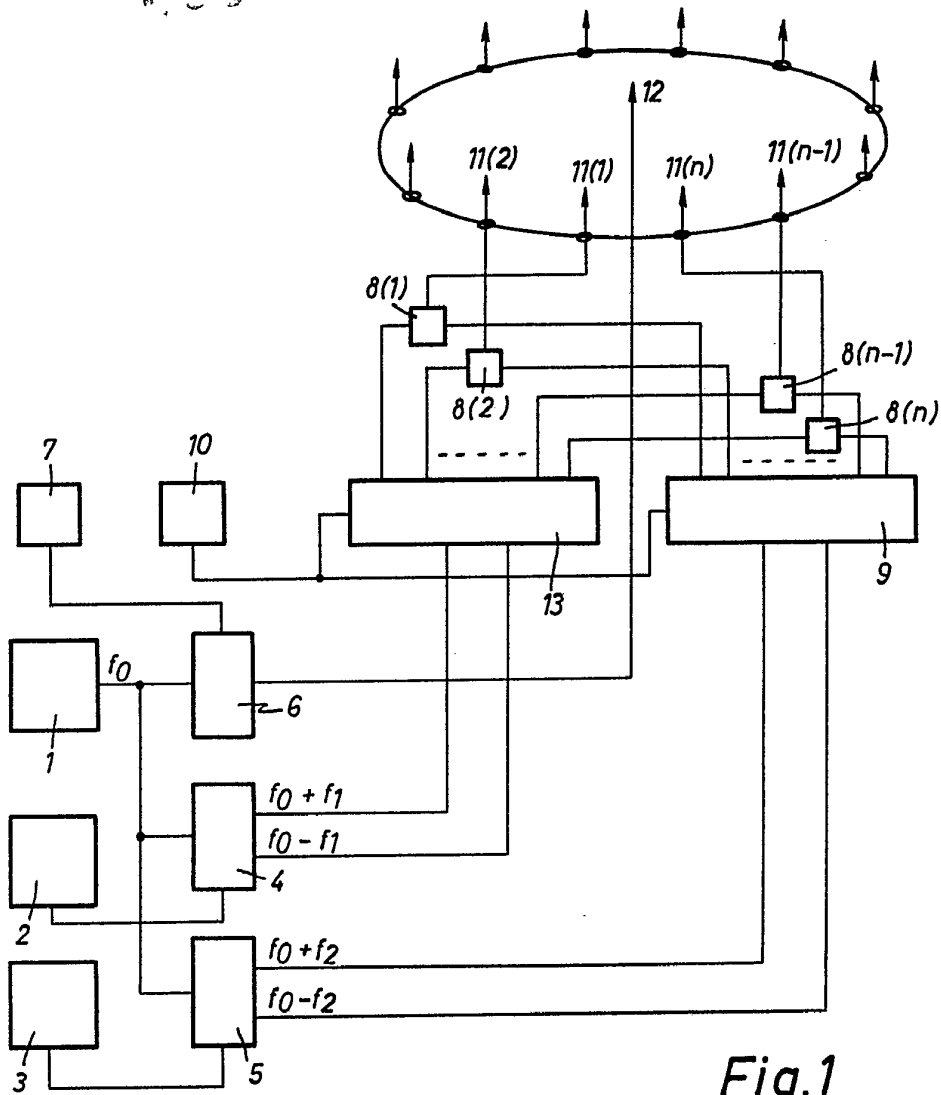


Fig.1

16 DIC 1972

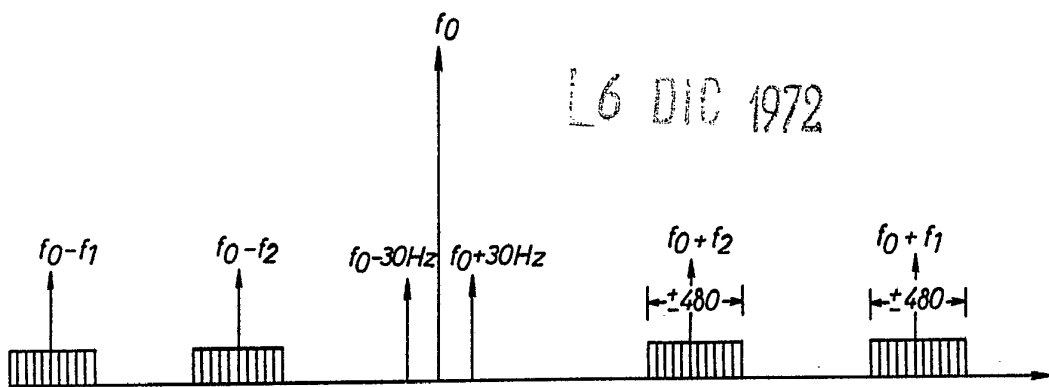


Fig.2



M. G. Santamaria
 M. G. SANTAMARIA
 VICE-SECRETARIO GENERAL



409378

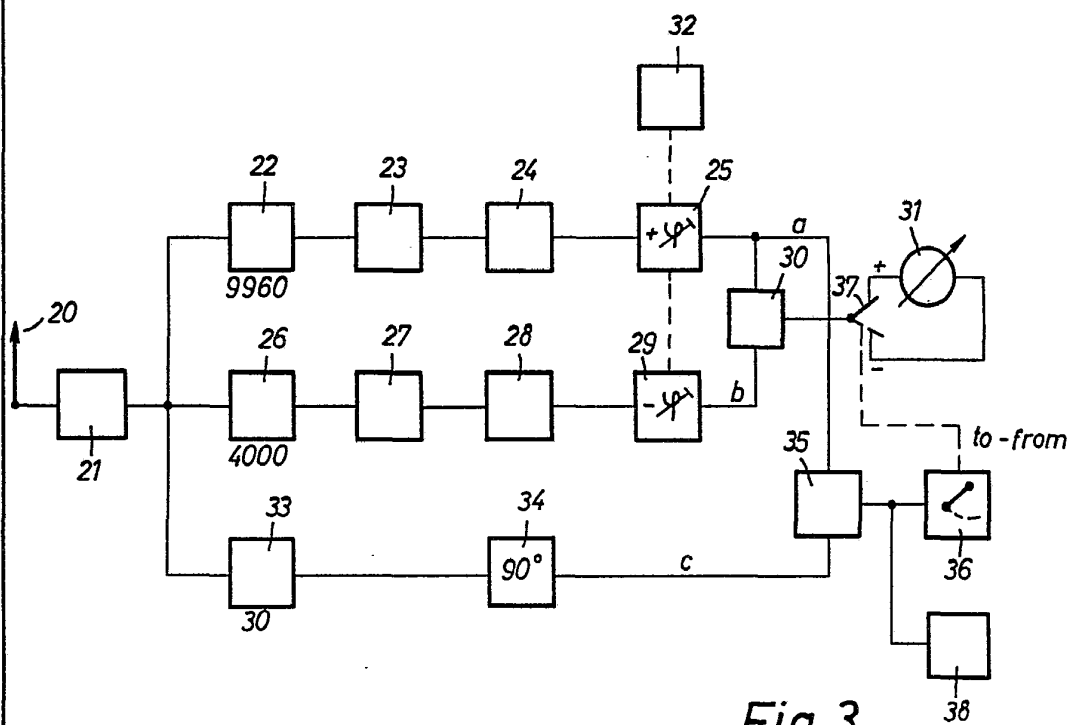


Fig. 3

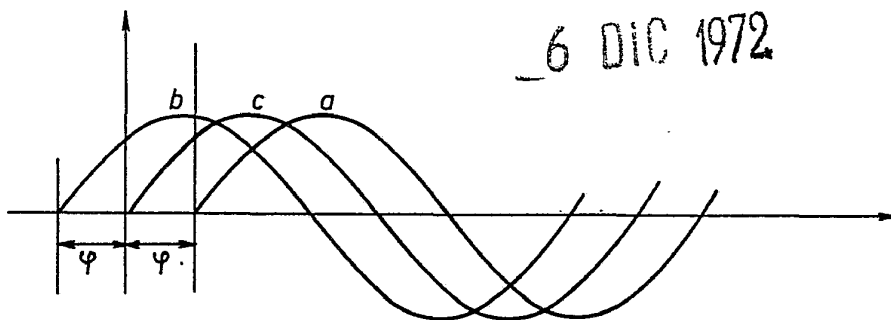


Fig. 4



M. G. Santamaría
M. G. SANTAAMARIA
VICE-SECRETARIO GENERAL