

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 614 493**

51 Int. Cl.:

**G01S 3/46** (2006.01)

**G01S 13/76** (2006.01)

**G01S 13/91** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.06.2015 E 15172811 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.11.2016 EP 2960671**

54 Título: **Radar secundario**

30 Prioridad:

**26.06.2014 FR 1401425**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**31.05.2017**

73 Titular/es:

**THALES (100.0%)  
Tour Carpe Diem, Place des Corolles, Esplanade  
Nord  
92400 Courbevoie, FR**

72 Inventor/es:

**BILLAUD, PHILIPPE y  
DUPONT, LÉON**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 614 493 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

## Radar secundario

La presente invención se refiere a un radar secundario, se aplica en concreto para asegurar el tráfico aéreo al acercarse a los aeropuertos.

5 El incremento del tráfico al acercarse a los aeropuertos induce un acercamiento de los aviones. En la fase de acercamiento al aeropuerto, los aviones se aproximan naturalmente y las diferencias de altitud entre los aviones disminuyen. Un error de medición de altitud puede tener por tanto consecuencias graves. En radar secundario, la altitud de un avión se transmite al radar a través del código C por el transpondedor del avión. Es por tanto una información recibida por el interrogador y no una medición tradicionalmente efectuada por un radar primario. Esta información puede por tanto conllevar error. Sin embargo, el modo S con su código corrector de error limita la probabilidad de ocurrencia en ella.

10 No obstante, la altitud es una medición hecha a bordo del avión por el altímetro a partir de la presión atmosférica. Según la fase del vuelo, en acercamiento o en marcha, el piloto compensa el valor del altímetro con la presión estándar 1013.2 mbar (en marcha) o la presión QNH (en acercamiento). Resulta de ello la posibilidad de error humano, por parte del piloto, o de error material, por parte del altímetro en concreto. Las fuentes de error pueden ser en efecto múltiples: error en la presión de referencia, error en la introducción de la presión de referencia, medición barométrica local incorrecta, defecto de funcionamiento de la sonda en concreto.

15 Cabe destacar que en función de la presión atmosférica local, puede ocurrir una indeterminación real que alcanza por ejemplo +/- 400 metros. De este modo, un problema técnico que hay que resolver es asegurar la información transmitida por un avión en modo C a partir de la presión atmosférica medida por el altímetro de a bordo.

20 Un documento EP 0 577 520 divulga una antena secundaria que funciona en modo S. Un documento WO 01/86319 divulga un sistema de seguimiento de vehículos.

Un objetivo de la invención es en concreto resolver este problema técnico, de manera fiable y económica. A tal efecto, la invención tiene por objeto un radar secundario, que incluye al menos:

25 - una antena secundaria compuesta de un conjunto de columnas de elementos radiantes colocadas cada una en un plano vertical, incluyendo dicha antena un circuito de reparto hiperfrecuencia vertical, por columna, de las señales recibidas por los elementos 19 radiantes de dicha columna y un circuito de reparto hiperfrecuencia horizontal de las columnas para formar una vía ( $\Sigma$ ) suma y una vía ( $\Delta\_AZI$ ) diferencia en azimut;

30 - unos medios de emisión y unos medios de generación de señales de interrogación, transmitiéndose dichas señales a través de dicha antena hacia un blanco;

- unos medios de recepción y unos medios de tratamiento de las señales recibidas a través de dicha antena en respuesta a dichas señales de interrogación, calculando dichos medios de tratamiento la localización en azimut de dicho blanco a partir de las señales recibidas por las vías suma y diferencia en azimut, codificándose una información de altitud de dicho blanco en las señales recibidas;

35 proporcionando dicho radar una información suplementaria de altitud sin consumo de recursos sistema ni pérdida de rendimientos debido a que incluye además un circuito de reparto hiperfrecuencia que combina:

- el reparto hiperfrecuencia vertical de las señales procedentes de los elementos radiantes mediante suma ponderada en amplitud y fase para formar una señal ( $\Delta\_ELEV'$ ) diferencia en elevación por columna y;

40 - el reparto hiperfrecuencia horizontal de las señales ( $\Delta\_ELEV'$ ) diferencia en elevación de las diferentes columnas recibidas por sus elementos radiantes, mediante suma ponderada en amplitud y fase con el fin de formar una vía ( $\Delta\_ELEV$ ) diferencia en elevación en la dirección del haz de dicha antena;

- la implantación de dichos circuitos de distribución hiperfrecuencia en dicha antena, una oblea RF de junta giratoria que transmite las señales de dicha vía diferencia en elevación hacia circuitos de recepción dedicados a dicha vía;

45 los medios de tratamiento que calculan la altitud de dicho blanco a partir de la comparación de las señales recibidas por dicha vía ( $\Sigma$ ) Suma y por dicha vía ( $\Delta\_ELEV$ ) diferencia en elevación que considera la distancia medida del blanco.

La información suplementaria de altitud se proporciona por ejemplo cualquiera que sea el protocolo de interrogación en modo sincrónico, SSR, Modo S o IFF.

50 En un modo de realización posible, los medios de tratamiento comparan, cuando existe en un mensaje gráfico radar, el valor de altitud dado por dicha información suplementaria transmitida por la señal recibida a través de un código C con el valor de altitud calculado, transmitiéndose una indicación de error potencial en altitud cuando dicha diferencia entre los dos valores es superior a un umbral dado en la detección de un blanco tal como un mensaje gráfico radar. Una alerta se emite por ejemplo para un blanco dado cuando la ocurrencia de dicha diferencia es superior al umbral dado más allá de un número dado de vueltas de antenas consecutivas.

Dicho radar incluye por ejemplo unos medios de detección aptos para explotar la diferencia en azimut o en elevación de las respuestas procedentes de dos blancos cercanos para validar la presencia de dichos blancos.

Ventajosamente, incluye una vía CONT suplementaria para la validación de la información de altitud entre las informaciones ADSB que considera la distancia transmitida por dicho blanco.

5 Otras características y ventajas de la invención aparecerán con la ayuda de la descripción de a continuación, hecha con referencia a los dibujos adjuntos que representan:

- la figura 1, una arquitectura de un radar secundario según la técnica anterior;
- las figuras 2a, 2b y 2c, un modo de obtención de las vías suma y diferencia en azimut según la técnica anterior;
- la figura 3, un ejemplo de arquitectura de un radar secundario según la invención;
- 10 - las figuras 4a y 4b, un ejemplo de antena secundaria con un modo de obtención posible de las vías suma y diferencia en elevación;
- la figura 5, una ilustración de los diagramas de antena suma y diferencias en elevación;
- la figura 6, un ejemplo de explotación de un radar según la invención.

15 La figura 1 ilustra la arquitectura de un radar secundario según la técnica anterior. El radar incluye una antena SSR 1, o IFF por ejemplo, constituida por barras, o columnas, paralelas situadas sustancialmente en un plano vertical, estando cada barra a su vez constituida por elementos radiantes. En un modo de realización típico, la antena incluye 35 columnas, incluyendo cada columna 10 11 elementos radiantes. Se constituye de este modo una antena de amplia abertura vertical, llamada LVA ("large vertical aperture"), que presenta una anchura del orden de 9 metros, y una altura del orden de un metro.

20 La antena 1 asegura la radiación de las interrogaciones, a 1030 MHz, y la captación de las respuestas, a 1090 MHz, procedentes de los transpondedores a bordo de las aeronaves.

Las otras unidades que componen el radar son en concreto las siguientes:

- una unidad 2 de gestión espacio-temporal, que genera las interrogaciones secundaria modo S en función de las tareas que hay que efectuar con los blancos mencionados anteriormente presentes en el lóbulo principal, esta
- 25 entidad elabora en concreto las interrogaciones SSR, MS e IFF así como las interrogaciones ISLS;
- un emisor 3, que convierte en señales RF de alta potencia las interrogaciones que hay que irradiar por la antena 1;
- un receptor 4, que desmodula las señales RF recibidas por la antena 1;
- una unidad 5 de tratamiento de las señales y de los datos, que detecta y descodifica las respuestas recibidas en el lóbulo principal de la antena;
- 30 - una unidad RF 6 que asegura la transferencia de las señales RF desde y hacia los diagramas de antena, a tal efecto incluye tradicionalmente unos circuladores 601, 602, 603 hiperfrecuencia que orientan las señales de transmisión y de recepción hacia y desde la antena.

En los radares actuales, tradicionalmente los diagramas usados son:

- En emisión, los diagramas  $\Sigma$  suma y CONT control, para la interrogación de los aviones en el lóbulo principal de la
- 35 antena;
- En recepción, los diagramas  $\Sigma$  suma y CONT control para la detección de las respuestas en el lóbulo principal y la vía  $\Delta\_AZI$  diferencia en azimut para la localización fina del blanco en el lóbulo principal de la antena. La vía  $\Delta\_AZI$  puede usarse también para la detección en caso de respuestas enredadas.

40 Las principales funciones de la unidad RF 6 son los circuladores 601, 602, 603 y tradicionalmente el desfasador 605 que permite la puesta en fase de las señales recibidas en los diagramas  $\Sigma$  suma y  $\Delta\_AZI$  diferencia en azimut.

Una vez transpuestas en banda de base por el receptor 4, las señales procedentes de las vías  $\Sigma$  suma, CONT (a veces  $\Delta\_AZI$ ) se explotan por la unidad 5 de tratamiento de la señal para detectar las respuestas de los transpondedores presentes en el lóbulo principal, luego para establecer para cada respuesta el desapuntamiento de la respuesta en el lóbulo principal en azimut. Ello se realiza explotando las señales de la vía  $\Sigma$  suma y simultáneamente los procedentes

45 de la vía  $\Delta\_AZI$  diferencia, por la función llamada clásicamente "monopulso en azimut".

A la altura del tratamiento de los datos 5, las respuestas recibidas se ensamblan para constituir un gráfico y la posición azimutal del blanco detectado de este modo se calcula a partir de la posición del eje de la antena y del desapuntamiento de cada respuesta (monopulso de azimut) retenida para constituir el gráfico.

50 Las figuras 2a, 2b y 2c ilustran un modo de obtención posible de las vías  $\Sigma$  sumas y  $\Delta\_AZI$  diferencia en azimut según la técnica anterior.

La figura 2a ilustra la formación del lóbulo en elevación  $\Sigma'$ . Más particularmente representa una columna 10 de elementos 19 radiantes y un repartidor 40 vertical, o circuito de distribución hiperfrecuencia. Los elementos 19 radiantes se conectan al repartidor 40. Este último realiza el lóbulo en elevación  $\Sigma'$  mediante ponderación en amplitud y fase de las señales de cada elemento 19 radiante. Una señal  $\Sigma'$  se realiza de este modo para cada columna 10.

La figura 2b ilustra la realización de los diagramas  $\Sigma$  suma,  $\Delta_{AZI}$  diferencia en azimut y CONT control. Estos diagramas se realizan tradicionalmente por medio de un repartidor 21 horizontal, a partir de las señales  $\Sigma'$  de las 35 columnas ponderadas en amplitud y en fase y de la columna trasera para la vía CONT.

5 La figura 2c presenta con dos curvas 28, 29 los diagramas de antena en función del ángulo  $\theta$  de azimut. Una primera curva 28 representa el diagrama  $\Sigma$  suma cuyo máximo corresponde a la dirección de la normal 20 de la antena al nivel de la columna central, siendo este diagrama  $\Sigma$  simétrico con respecto a la normal 20. Una segunda curva 29 representa la vía  $\Delta_{AZI}$  diferencia en azimut, simétrica con respecto a la normal 20 de la antena, que presenta un valor sustancialmente nulo en la dirección de la normal. Tal y como se conoce bien, la vía  $\Delta_{AZI}$  diferencia permite localizar precisamente los blancos en azimut en el lóbulo principal de la antena (función llamada monopolso de azimut).

10 La figura 3 ilustra una arquitectura posible de un radar según la invención. Ventajosamente, la invención usa la dimensión vertical de la antena 1 secundaria, es decir su altura, para formar una vía diferencia en elevación. La altura es suficiente para efectuar una medición de elevación de una precisión suficiente, usando el dispositivo según la invención, para efectuar mediciones de altitud de los aviones que se acercan a los aeropuertos con el fin de validar las informaciones de altitud, esperadas por el controlador ATC en función de las consignas de corrección de presión  
15 1013.2 mbar o QNH, transmitidas a través del código C o cualquier otro mensaje.

Más precisamente, de manera ventajosa, un radar según una invención efectúa una medición de la elevación de un avión a partir de las mismas respuestas que las usadas para la detección y la descodificación del código C en SSR como en modo S como en IFF. No hay por tanto una transacción suplementaria para aumentar la fiabilidad de la información de código C, ya que es la señal que vehicula este código C la que se explota para efectuar las mediciones  
20 de elevación. Esta medición se efectúa sobre la base de una función monopolso de elevación, de manera totalmente análoga a la función monopolso de azimut. De este modo, cada respuesta recibida del blanco, el avión, cualquiera que sea su contenido (código A, código C, mensaje modo S, identificación IFF en concreto), permite medir la elevación del blanco. El radar proporciona una información suplementaria de altitud sin consumo de recursos sistema ni pérdida de rendimientos, proporcionándose esta información de altitud cualquiera que sea el protocolo de interrogación en modo  
25 sincrónico, SSR, Modo S o IFF.

La arquitectura radar de la figura 3 retoma los elementos de la arquitectura radar de la figura 1 añadiendo los elementos necesarios para la realización de la vía diferencia en elevación. No se modifican las funciones clásicas de un radar secundario, tales como se describen relativamente a la figura 1, la función de medición en elevación se añade en paralelo a las funciones existentes. Los elementos que hay que añadir se describen a continuación.

30 Un nuevo repartidor 31 horizontal, realizado en la antena, permite formar el diagrama  $\Delta_{ELEV}$  diferencia en elevación.

Las figuras 4a y 4b ilustran la realización de este diagrama diferencia en elevación.

La figura 4a presenta una misma columna 10 de elementos 19 radiantes que la de la figura 2a, pero según la invención, los elementos 19 radiantes se reparten ahora en dos grupos 48, 49 para formar una vía  $\Delta_{ELEV}'$  diferencia en elevación. A tal efecto, un primer grupo 48 incluye por ejemplo cuatro elementos radiantes conectados a un primer repartidor 41 y un segundo grupo 49 incluye por ejemplo siete elementos radiantes conectados a un segundo repartidor 42. Las salidas de estos repartidores 41, 42 se conectan a su vez a un tercer repartidor 43. Estos repartidores 41, 42, 43 permiten realizar el mismo diagrama  $\Sigma'$  suma en elevación y el diagrama  $\Delta_{ELEV}'$  diferencia en elevación mediante ponderación en amplitud y en fase de las señales de cada elemento 19 radiante. Ventajosamente, no es necesario de este modo modificar la arquitectura existente.

40 La figura 4b ilustra la formación del diagrama  $\Delta_{ELEV}$  diferencia en elevación. Más particularmente, la figura 4b presenta el primer repartidor 21 horizontal ya presentado relativamente a la figura 2b y el nuevo repartidor 31. Tal y como en la arquitectura presentada en la figura 2b, el primer repartidor realiza los diagramas  $\Sigma$  suma,  $\Delta_{AZI}$  diferencia en azimut y CONT de control. El segundo repartidor 31 realiza el diagrama  $\Delta_{ELEV}$  a partir de las señales  $\Delta_{ELEV}'$  de las 35 columnas ponderadas en amplitud y en fase según una ley casi idéntica a la aplicada en el repartidor 21 para el diagrama  $\Sigma$ .  
45

La figura 5 ilustra unos diagramas de antena obtenidos por medio de este repartidor 31 suplementario, con curvas representativas de la ganancia de antena. Una primera curva 51 representa el diagrama  $\Sigma'$  suma casi idéntica a la obtenida con el dispositivo 2a y una segunda curva 52 representa el diagrama  $\Delta_{ELEV}$  diferencia en elevación.

50 Volvemos a la figura 3. Al estar el nuevo repartidor 31 horizontal colocado en la antena, una oblea RF suplementaria, no representada, está prevista al nivel de la junta giratoria para transferir las señales hiperfrecuencia entre la antena 1 y el resto de los circuitos que son fijos.

Un circulador 32 permite orientar las señales de la vía  $\Delta_{ELEV}$ , en recepción hacia el tratamiento.

Un desfaseador 33 asegura la puesta en fase de las señales emitidas en la vía  $\Sigma$  suma y en la vía  $\Delta_{ELEV}$  diferencia. Las señales de la vía  $\Delta_{ELEV}$  se transponen también en banda de base por los medios 4 de recepción.

55

- 5 Al nivel del tratamiento de la señal 5, las respuestas detectadas están enriquecidas ahora, además del desapuntamiento en azimut, de la respuesta en el lóbulo principal, de la respuesta en el lóbulo principal en elevación explotando las señales de la vía  $\Sigma$  suma y simultáneamente las procedentes de la vía  $\Delta\_ELEV$  diferencia, por la función de tipo monopolso, que se puede llamar monopolso 34 de elevación por similitud con la función clásica de monopolso en azimut.
- Las respuestas recibidas, ensambladas por el extractor 7 al nivel del tratamiento de la señal para constituir el gráfico, sirven ahora también para constituir 35 la elevación del blanco medido de este modo a partir del desapuntamiento en el lóbulo principal en elevación de cada respuesta retenida para constituir el gráfico.
- 10 La figura 6 ilustra un aspecto del tratamiento efectuado por un radar según la invención. Una señal 61 de interrogación se emite a través de la antena 1. En respuesta, un avión 62 vuelve a enviar, a través de su transpondedor, una respuesta 63 de tipo SSR, Modo S o IFF en concreto, la mayoría de las respuestas que contienen el código C que vehicula la información de altitud barométrica. Esta respuesta se capta por la antena 1. Las señales recibidas se transmiten hacia los medios de tratamiento tal y como se ha descrito anteriormente. Tradicionalmente, los medios de tratamiento efectúan una medición 2D de la posición del avión (distancia y azimut), a partir en concreto del diagrama suma y de la posición azimutal del haz principal de la antena completada por la medición procedente del diagrama  $\Delta\_AZI$  diferencia en azimut. Según la invención, los medios de tratamiento elaboran un atributo a la respuesta recibida, dando este atributo una información de altitud del avión gracias a la explotación del diagrama  $\Delta\_ELEV$  diferencia en elevación.
- 15 El radar efectúa de este modo una medición de la altitud del avión a partir de las mismas respuestas que las usadas para la detección en SSR como en modo S o IFF. Tal y como se ha indicado anteriormente, no hay por tanto una transacción suplementaria para aumentar la fiabilidad de la información de código C, pero además hay una sincronización ya que es la señal que vehicula este código C la que se explota para efectuar las mediciones de elevación.
- 20 La información de altitud obtenida por la medición de la distancia y la elevación  $\Delta\_ELEV$  del blanco puede compararse con la información de altitud transmitida por el código C, decodificado por otra parte, y que procede del altímetro del avión. Para comparar la altitud transmitida a través del código C y la altitud calculada por medio de la vía diferencia en elevación, los medios de tratamiento comparan la diferencia entre las altitudes con un umbral dado que caracteriza la aparición de un error potencial de altitud que puede indicarse en el mensaje gráfico que otorga el radar para cada blanco detectado.
- 25 Por tanto la invención permite ventajosamente asegurar, con un sobrecoste muy bajo de material, la información de altitud transmitida desde el avión. La poca altura de la antena 1 secundaria no permite obtener una información precisa en altitud, pero esta precisión es suficiente para confirmar la información de altitud proporcionada por los aviones, en concreto al acercarse a los aeropuertos en los que la precisión es entonces suficiente.
- 30 Para validar la información de altitud transmitida por un blanco dado, se pueden tomar en cuenta mediciones efectuadas con la misma en varias vueltas de antena. En particular, para validar una falsa información de altitud proporcionada por el código C, diferente de la altitud medida por el radar, los medios de tratamiento del radar verifican esta diferencia en varias vueltas de antena. En caso de confirmación del error, una alerta puede transmitirse al piloto por el control aéreo, para ordenar por ejemplo al piloto cambiar de altímetro o verificar la toma en cuenta de la consigna del controlador (1013.2 mbar o QNH). Pudiendo tomarse cualquier otra acción por otra parte.
- 35 Al tener la información de elevación una precisión suficiente al acercarse a los aeropuertos, la invención permite por otra parte mejorar la resolución de blancos cercanos detectando también los blancos en el diagrama  $\Delta\_ELEV$  diferencia en elevación tal y como se hace en la actualidad en algunos tratamientos radares SRR, modo S o IFF con el diagrama en azimut. En efecto, dos respuestas enredadas (distancias cercanas) si son del mismo nivel de señal no son distinguibles en la vía  $\Sigma$  de detección. En cambio, si los aviones que son las fuentes de estas respuestas presentan una diferencia suficiente en azimut o en elevación, por la forma de estos dos diagramas que presentan un cero en el centro del lóbulo (representado por la segunda curva 52 de la figura 5), las respuestas procedentes de los diagramas  $\Delta\_AZI$  diferencia azimut y/o  $\Delta\_ELEV$  elevación son entonces de diferentes niveles lo que permite entonces detectarlos. Con referencia a la figura 5, los medios 8 de detección del radar explotan entonces la diferencia de nivel aportada por el cero en el centro del lóbulo  $\Delta\_ELEV$ , representado por la segunda curva 52.
- 40 Además, si el radar integra la función de recepción de los mensajes asincrónicos del radar emitidos periódicamente por los blancos equipados con transpondedores Modo S e IFF (llamados en la literatura: *squitters*) ADS-B por los diagramas  $\Sigma$  y CONT de antenas actuales, el diagrama  $\Delta\_ELEV$  diferencia en elevación puede reproducirse de manera idéntica que el de la vía  $\Sigma$ , esta vez para la vía CONT explotando esta vez además el dipolo trasero y de este modo permitir medir de manera totalmente similar la elevación del *squitter* ADS-B de manera análoga y por tanto poder
- 45 verificar la coherencia entre la información de altitud barométrica o GPS que transmite con el valor medido por el radar.
- 50 Mediante una vía CONT suplementaria en el radar, la invención es aplicable para la validación de la información de altitud entre las informaciones ADSB que considera la distancia transmitida por el blanco.
- 55

**REIVINDICACIONES**

1. Radar secundario, que incluye al menos:

- 5 - una antena (1) secundaria compuesta de un conjunto de columnas (10) de elementos (19) radiantes colocadas cada una en un plano vertical, incluyendo dicha antena un circuito (40) de reparto hiperfrecuencia vertical, por columna, de las señales recibidas por los elementos 19 radiantes de dicha columna y un circuito (21) de reparto hiperfrecuencia horizontal de las columnas (10) para formar una vía ( $\Sigma$ ) suma y una vía ( $\Delta_{AZI}$ ) diferencia en azimut;
- 10 - unos medios (3, 6) de emisión y unos medios (2) de generación de señales (61) de interrogación, transmitiéndose dichas señales a través de dicha antena (1) hacia un blanco (62);
- unos medios (4, 6) de recepción y unos medios (5) de tratamiento de las señales (63) recibidas a través de dicha antena (1) en respuesta a dichas señales (61) de interrogación, calculando dichos medios (50) de tratamiento la localización en azimut de dicho blanco (62) a partir de las señales recibidas por las vías suma y diferencia en azimut, codificándose una información de altitud de dicho blanco en las señales (63) recibidas;

15 **caracterizado porque**, para proporcionar una información suplementaria de altitud sin consumo de recursos sistema ni pérdida de rendimientos, dicho radar incluye además un circuito (31) de reparto hiperfrecuencia que combina:

- 20 - el reparto hiperfrecuencia vertical de las señales procedentes de los elementos (19) radiantes mediante suma ponderada en amplitud y fase para formar una señal ( $\Delta_{ELEV}$ ) diferencia en elevación por columna (10), y;
- el reparto hiperfrecuencia horizontal de las señales ( $\Delta_{ELEV}$ ) diferencia en elevación de las diferentes columnas (10) recibidas por sus elementos (19) radiantes, mediante suma ponderada en amplitud y fase con el fin de formar una vía ( $\Delta_{ELEV}$ ) diferencia en elevación en la dirección del haz de dicha antena;
- la implantación de dichos circuitos (31, 41, 42, 43) de distribución hiperfrecuencia en dicha antena, una oblea RF de junta giratoria que transmite las señales de dicha vía diferencia en elevación hacia circuitos (32, 33, 4) de recepción dedicados a dicha vía;

25 los medios (5) de tratamiento calculan la altitud de dicho blanco a partir de la comparación (4) de las señales recibidas por dicha vía ( $\Sigma$ ) Suma y por dicha vía ( $\Delta_{ELEV}$ ) diferencia en elevación mientras considera la distancia medida en dicho blanco.

2. Radar secundario según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha información suplementaria de altitud se proporciona cualquiera que sea el protocolo de interrogación en modo sincrónico, SSR, Modo S o IFF.

30 3. Radar secundario según la reivindicación 2, **caracterizado porque** los medios (5) de tratamiento comparan, cuando existe en un mensaje gráfico radar, el valor de altitud dado por dicha información transmitida por la señal recibida a través de un código C con el valor (4) de altitud calculado, emitiéndose una indicación de error potencial en altitud cuando dicha diferencia entre los dos valores es superior a un umbral dado en la detección de un blanco y **porque** una alerta se emite para un blanco dado cuando la ocurrencia de dicha diferencia es superior al umbral dado más allá de un número dado de vueltas de antenas consecutivas.

35 4. Radar secundario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye unos medios (8) de detección aptos para explotar la diferencia en azimut o en elevación de las respuestas procedentes de dos blancos cercanos para validar la presencia de dichos blancos.

40 5. Radar secundario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye una vía CONT suplementaria para la validación de la información de altitud entre las informaciones ADSB que considera la distancia transmitida por dicho blanco.

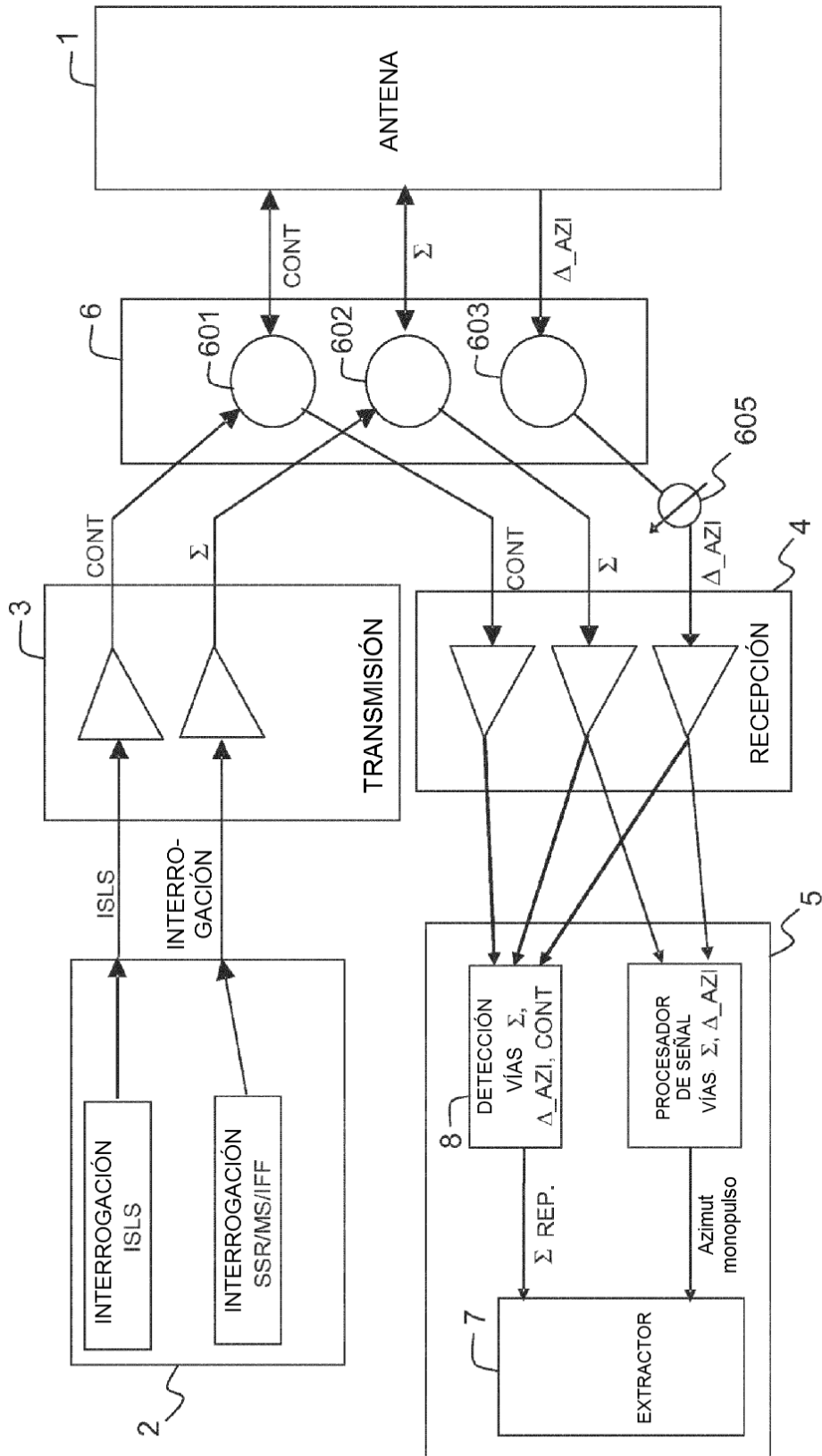


FIG.1

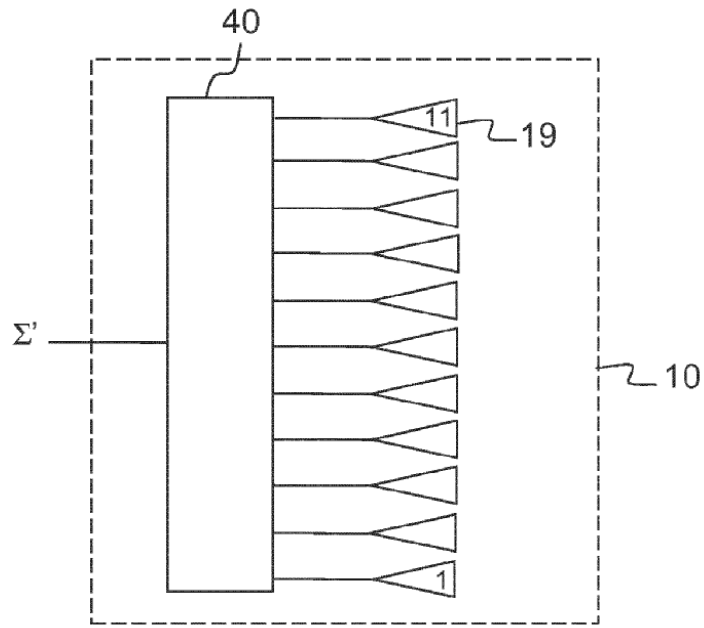


FIG.2a

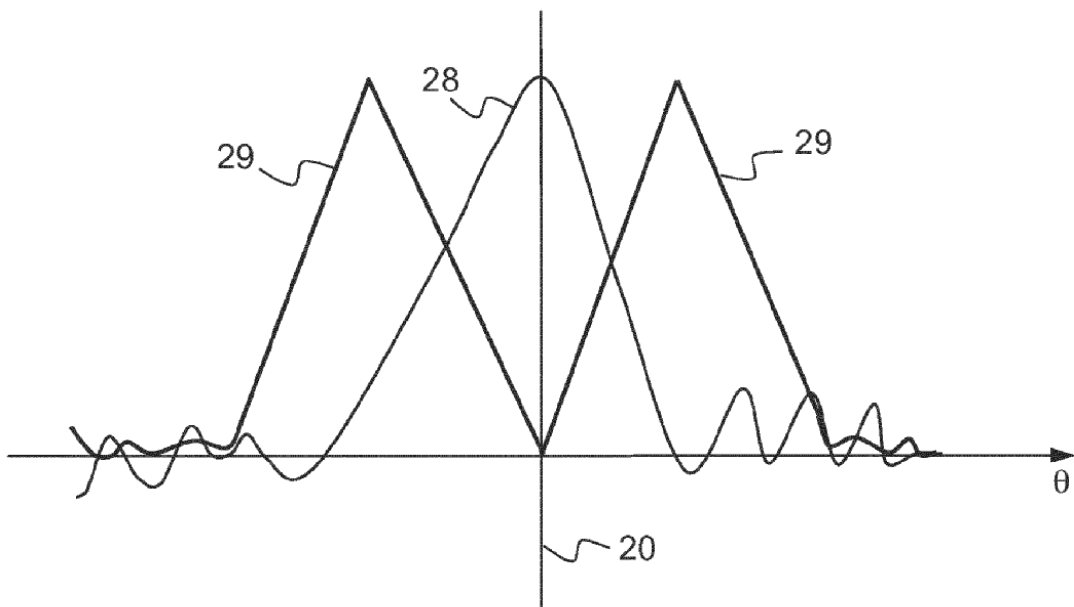


FIG.2c



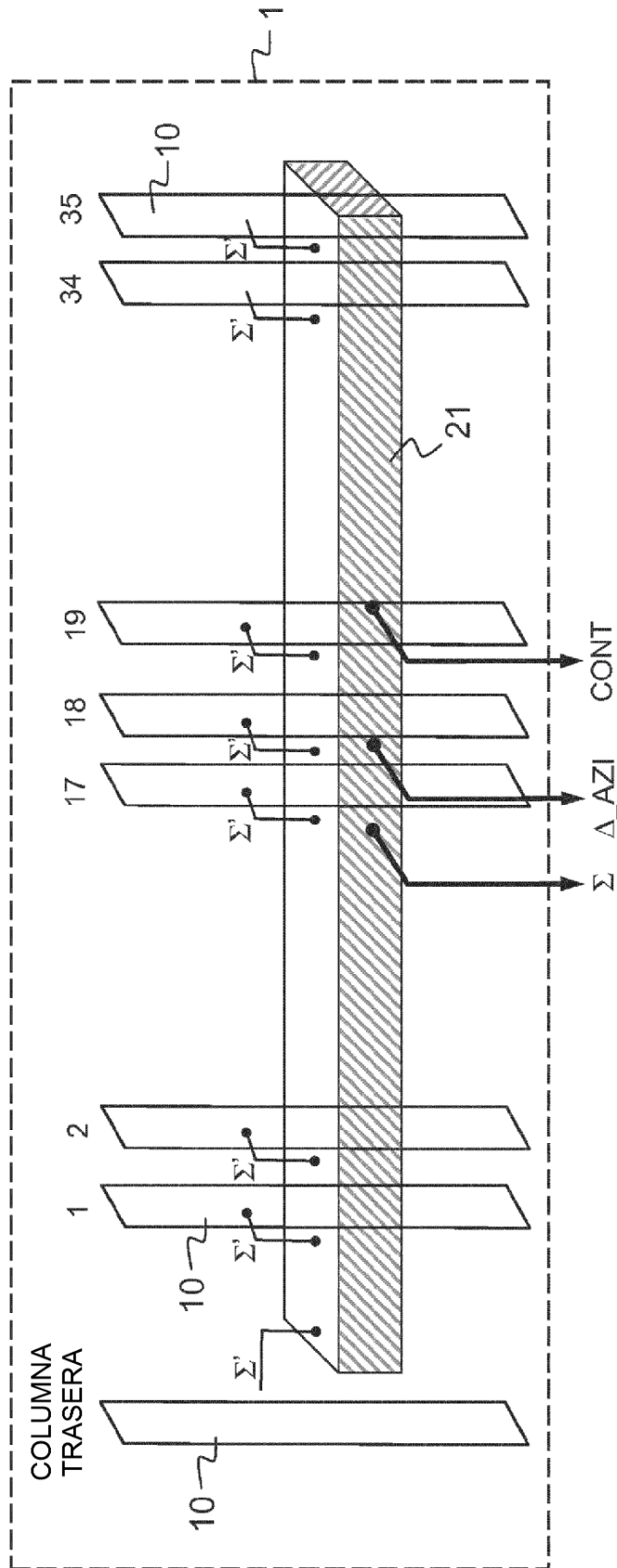


FIG.2b

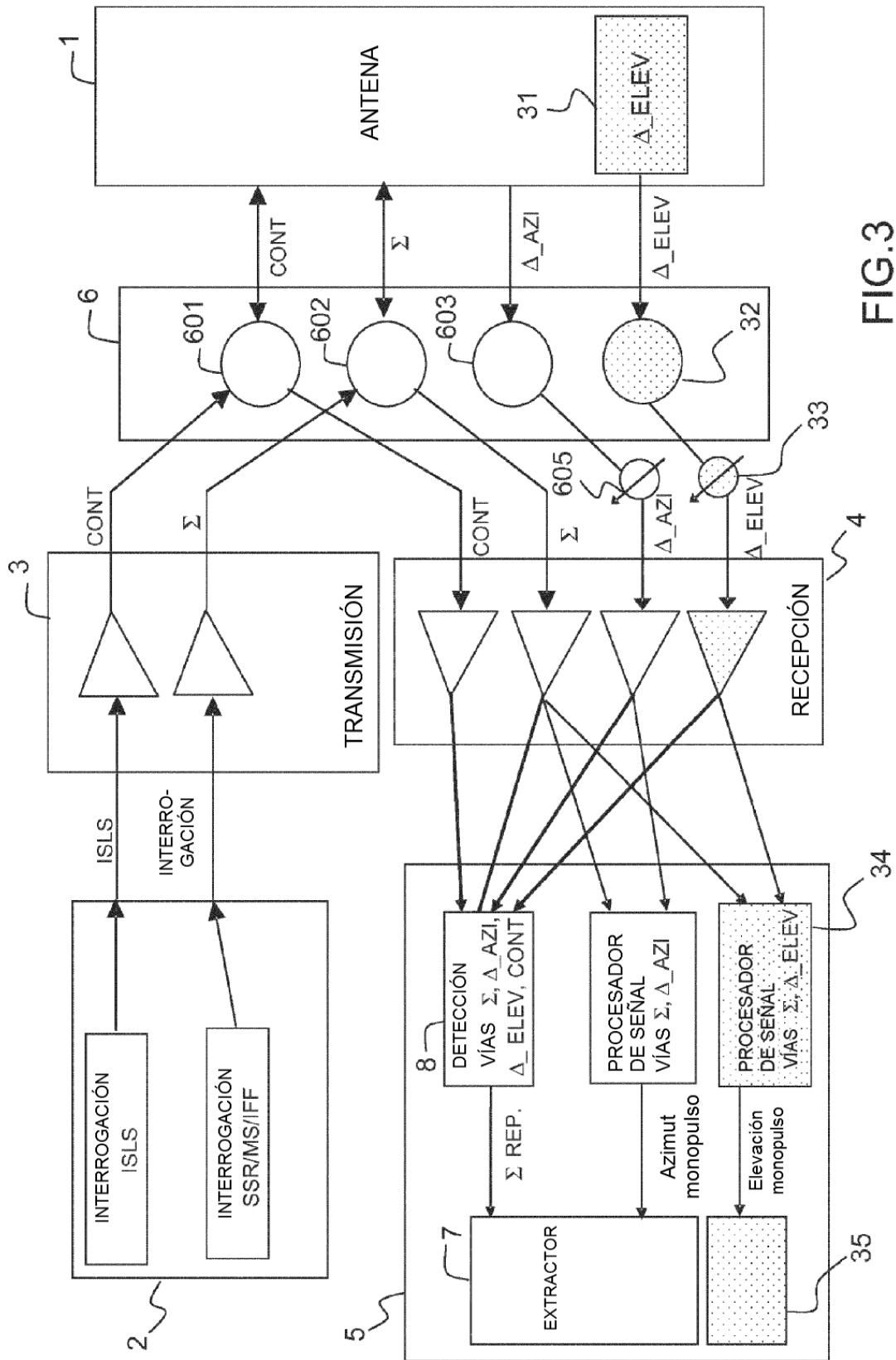


FIG.3

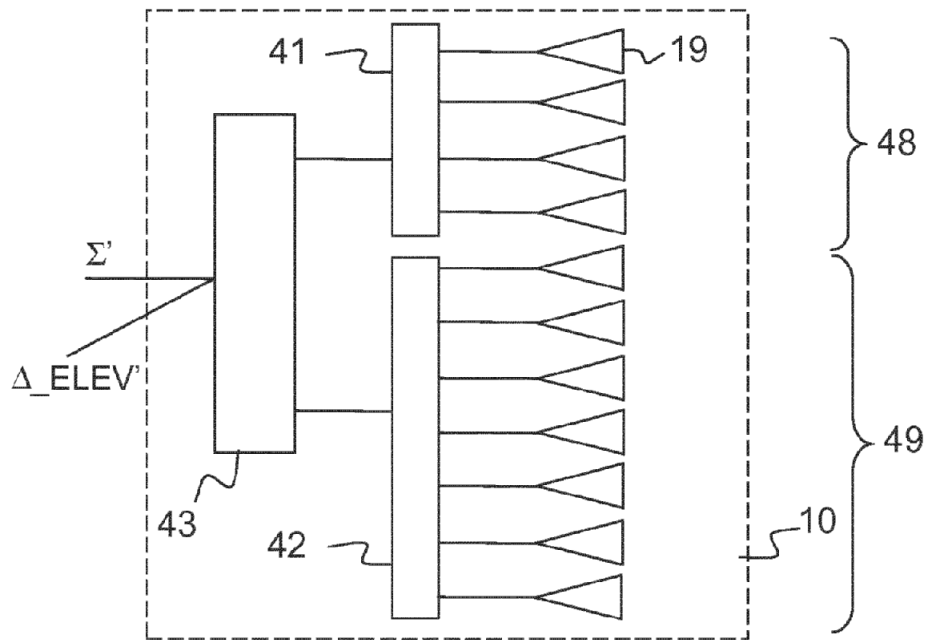


FIG.4a

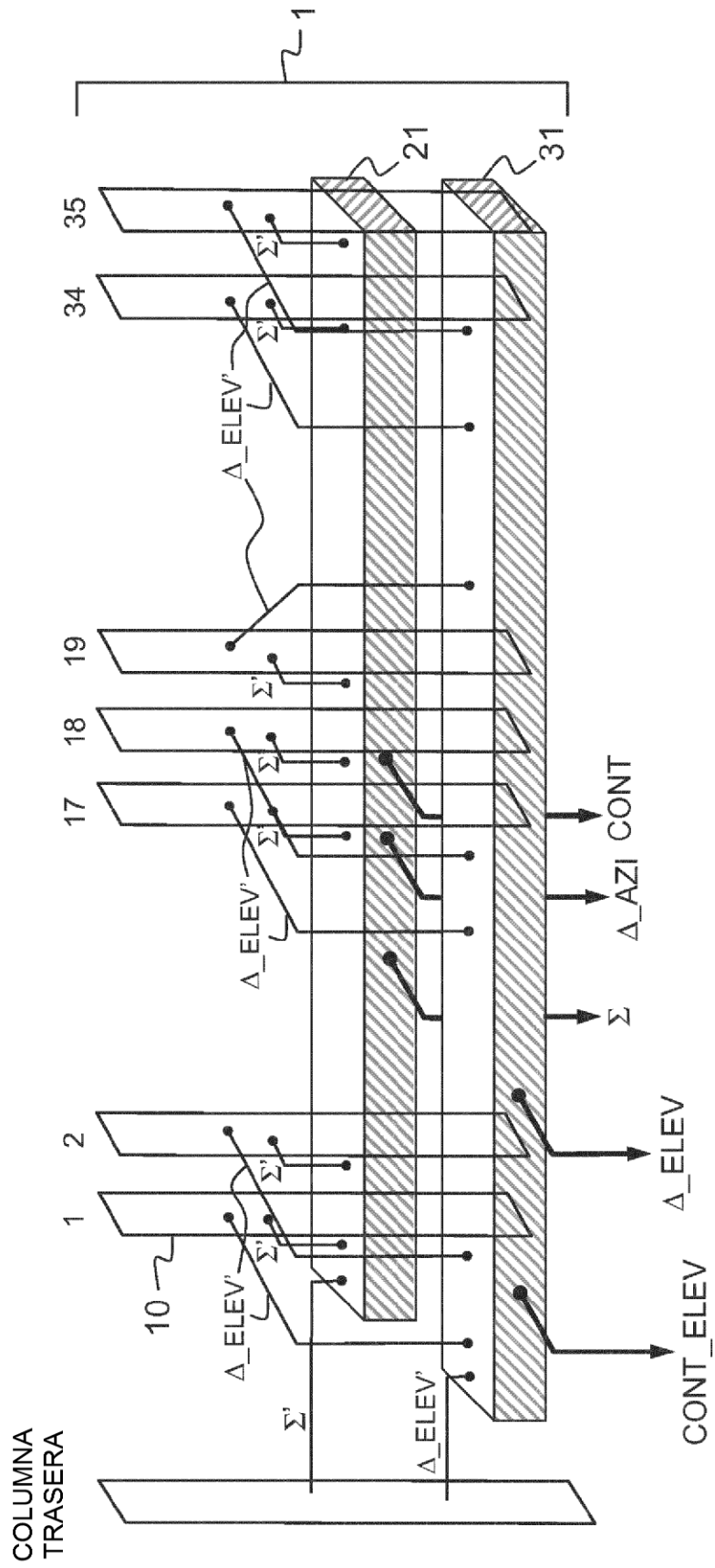


FIG.4b

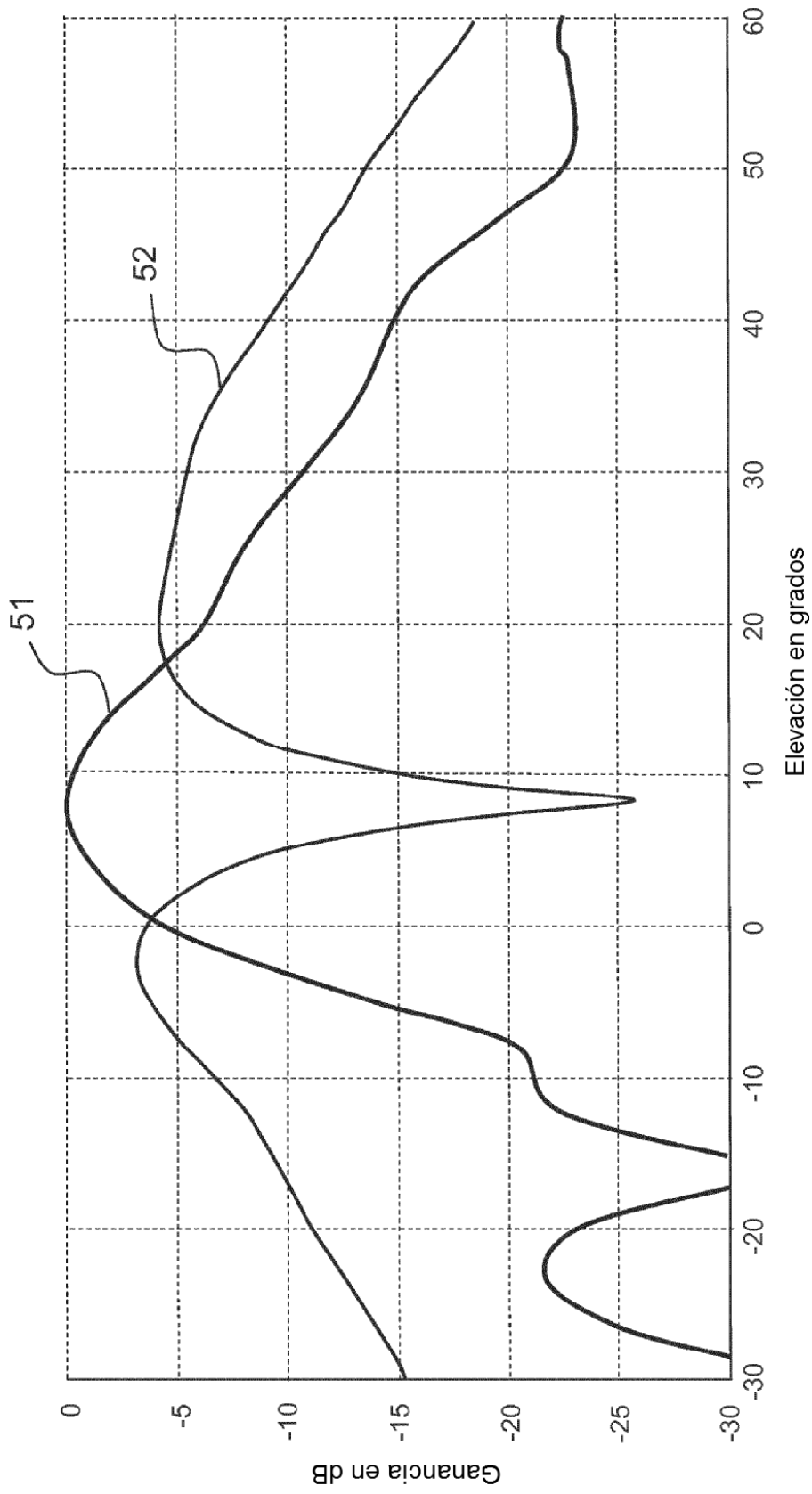


FIG.5

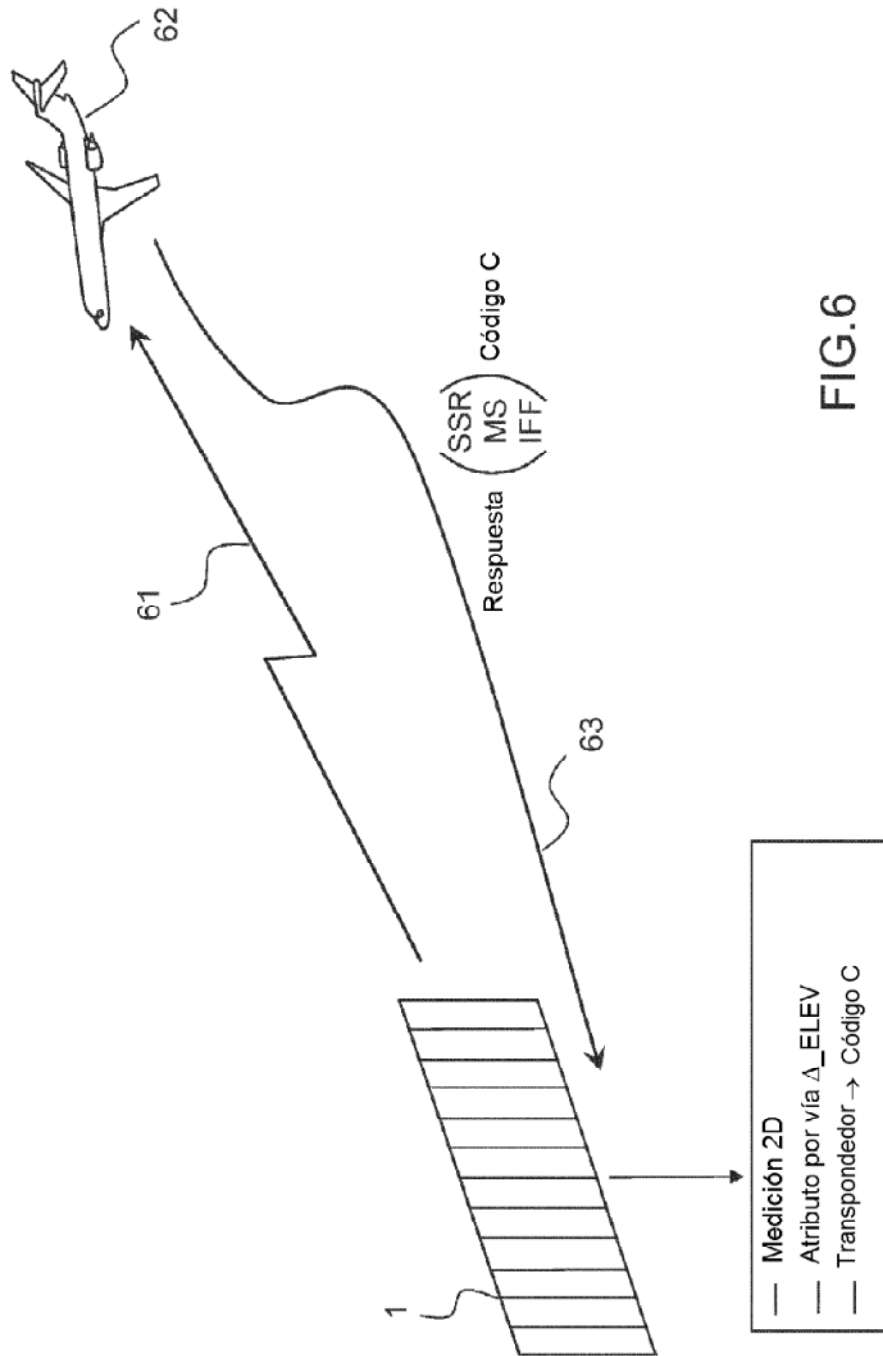


FIG.6