

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 261**

51 Int. Cl.:

H01Q 25/02 (2006.01)
H01Q 3/04 (2006.01)
H01Q 21/28 (2006.01)
H01Q 25/00 (2006.01)
G01S 7/03 (2006.01)
G01S 13/87 (2006.01)
G01S 13/78 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2015 E 15150754 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.06.2016 EP 2922144**

54 Título: **Radar secundario bi-función, y sistema de radar que incluye un radar de ese tipo**

30 Prioridad:

20.03.2014 FR 1400665

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

21.11.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BILLAUD, PHILIPPE;
CARLIER, DAVID y
HITZ, PHILIPPE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 590 261 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 bi-función, y sistema de radar que incluye un radar de ese tipo

La invención se refiere a un radar secundario bi-función, es decir que tenga por ejemplo una función de supervisión y una función de reconocimiento amigo/enemigo.

5 Existen al menos dos tipos de radares secundarios, los radares de supervisión, que se denominarán en lo que sigue radares SSR ("Secondary Surveillance Radar") y los radares de reconocimiento amigo/enemigo (en inglés "Identification friend or foe" o IFF), que se denominarán en lo que sigue radares IFF. Estos dos tipos de radares tienen unas misiones específicas muy diferentes que influyen tanto en sus estructuras mecánicas y sus propiedades electromagnéticas como sobre su tratamiento de la señal.

10 Los radares SSR dedicados al mercado civil del ATC (Air Traffic Control), que funcionan esencialmente en Modo S tienen por misión efectuar una supervisión del espacio aéreo según unas exigencias de calidad bien definidas por las autoridades de control aéreo. En particular, las antenas de los radares SSR son clásicamente de gran tamaño (en el intervalo de los 9 metros de ancho) con el fin de presentar un haz de iluminación estrecho para tener a la vez:

- Una fuerte ganancia;
- 15 - Unos lóbulos secundarios reducidos;
- Una gran precisión en azimut.

Esto se realiza en detrimento del tiempo de iluminación de los objetivos, con frecuencia bastante reducido y alguna vez incompatible con las necesidades en número de impactos directos y/o con el tiempo de respuesta de los protocolos militares, particularmente en el caso de radares que tengan una velocidad de rotación elevada. Los radares IFF deben tener una gran fiabilidad según las exigencias militares. Las antenas de los radares IFF para el mercado militar tienen clásicamente dimensiones más reducidas (aproximadamente 4 metros de ancho) con el fin de tener a la vez:

- Una dimensión inferior o del orden de aquella de la antena del radar primario militar;
- 20 - Un tiempo de iluminación sobre el objetivo suficiente, incluso para unas elevadas velocidades de rotación de antena.

Esto se realiza por tanto en detrimento de la precisión en azimut, porque con frecuencia la del radar primario prevalece, pero también del alcance garantizando así como de la resolución.

Además, los tratamientos SSR/Modo S e IFF aunque utilizan en la práctica las mismas frecuencias (1030 MHz en la emisión y 1090 MHz en la recepción) son diferentes y definidas en función de las misiones:

- 30 - Para los radares civiles, se efectúa una aplicación fiable de los protocolos SSR y Modo S completos de alta precisión azimutal sobre un gran número de aviones con una gran resolución;
- Para los radares militares, se efectúa una aplicación fiable de los protocolos IFF Modos 4 y 5 completos satisfaciendo las altas exigencias de funcionamiento en presencia de interferencias sobre unos objetivos de gran poder de maniobra.

35 Pese a estas diferencias funcionales y estructurales, existe una necesidad en el mercado de unos radares de superficie que tengan una doble función de supervisión SSR/Modo S y de reconocimiento amigo/enemigo. Sin embargo, esta doble función implica:

- En el caso de dos radares distintos localizados conjuntamente, un funcionamiento simultáneo con el precio de la presencia de máscaras recíprocas, de cada radar con respecto al otro, así como un gran coste aportado por dos infraestructuras de radares;
- 40 - En el caso de un único radar que integre las dos funciones en un único subsistema SSR e IFF:
 - Unas funcionalidades degradadas (pérdida de servicio de la función activa) durante un funcionamiento en alternancia de las funciones SSR e IFF;
 - Unos rendimientos degradados (servicio reducido para las dos funciones) para las dos funciones SSR e IFF realizadas simultáneamente por un único equipo;

45 además, la arquitectura mantenida por el subsistema SSR e IFF necesita un compromiso entre las dos misiones del radar, no dando el máximo rendimiento ni para la una ni para la otra, conduciendo en particular a una reducción de la velocidad de rotación de la antena y/o una reducción de la distancia instrumentada. Además, la realización de los reconocimientos amigo/enemigo (función IFF) induce la pérdida de la supervisión (función SSR) en el sector azimutal de la designación que tenga por objeto el reconocimiento amigo/enemigo. En efecto, el tiempo de iluminación del objetivo no permite con unos radares modernos que giran rápidamente entrelazar en un mismo lóbulo de antena las interrogaciones SSR/Modo S y las de IFF.

Un documento US 5 311 187 A describe un sistema de radar de supervisión que incluye un dispositivo de radar que tiene una antena primaria y al menos un dispositivo de radar secundario que tiene una antena SSR/IFF. Un

documento JP 2007 171037 A divulga un radar secundario. Un documento FR 2 674 635 divulga una antena secundaria del tipo monopulso.

Un objeto de la invención es principalmente permitir la realización de un radar secundario que efectúa, simultáneamente en el mismo giro, las dos funciones SSR e IFF en tanto garantiza el óptimo de los rendimientos. Con este fin, la invención tiene por objeto un radar secundario que incluye al menos un sistema de antenas, integrando un primer subconjunto unos medios de emisión, de recepción y de tratamiento de las señales de interrogación que realizan una función de radar de supervisión SSR e integrando un segundo subconjunto unos medios de emisión, de recepción y de tratamiento de señales de interrogación que realizan una función de radar de reconocimiento amigo/enemigo IFF, funcionando los dos subconjuntos simultánea e independientemente uno del otro, estando acoplado el primer subconjunto SSR a una primera antena de dicho sistema, adecuada para moverse en rotación a través de una unión giratoria y estando el segundo subconjunto IFF acoplado a una segunda antena de dicho sistema a través de dicha unión giratoria, estando montadas las dos antenas solidariamente espalda con espalda. Colocándose un elemento radiante posterior constitutivo de la primera antena en el plano de la segunda antena, colocándose un elemento radiante constitutivo de la segunda antena en el plano de la primera antena. Ventajosamente, las dos antenas y los dos subconjuntos utilizan por ejemplo unos recursos mecánicos, energéticos y de ingeniería civil comunes.

Los dos subconjuntos se disponen por ejemplo en una misma cabina.

En un modo particular de realización, cada una de las dos antenas incluye tres vías de recepción, una vía suma Σ , una vía diferencia Δ y una vía control Ω , estando asignada la vía control al elemento radiante posterior siendo transferidas las señales procedentes de dichas vías hacia los medios de emisión y de recepción de dichos subconjuntos a través de la unión giratoria.

En otro modo de realización posible, cada una de las dos antenas incluye dos vías de recepción, una vía suma Σ y una vía diferencia y control Δ/Ω , siendo asignada la vía diferencia y control al elemento radiante posterior, siendo transferidas las señales procedentes de dichas vías hacia los medios de emisión y recepción de dichos subconjuntos a través de la unión giratoria.

Dicha primera antena es por ejemplo del tipo LVA y dicha segunda antena es del tipo direccional, siendo posibles otras combinaciones.

Dicho radar incluye por ejemplo un plano de masa y/o un absorbente de hiperfrecuencia que separa las dos antenas, incrementándose el aislamiento entre las dos antenas mediante dicho plano de masa y/o dicho absorbente de hiperfrecuencia.

Dichos subconjuntos emiten por ejemplo unas señales de interrogación de manera asíncrona entre las señales de interrogación emitidas por un subconjunto con relación a las señales de interrogación emitidas por el otro subconjunto.

Independientemente, el primer subconjunto realiza por ejemplo una función de supervisión Modo S y el segundo subconjunto realiza una función de reconocimiento amigo/enemigo IFF.

La invención tiene igualmente por objeto un sistema de radar que incluye un radar primario y un radar secundario, siendo el radar secundario un radar secundario tal como el descrito anteriormente.

En un modo de realización posible, la antena del primer subconjunto de dicho radar secundario que realiza la función de supervisión se apunta en la misma dirección que la antena primaria, teniendo dicho sistema una función principal de supervisión.

En otro modo de realización posible, la antena del segundo subconjunto de dicho radar secundario que realiza la función de reconocimiento amigo/enemigo se apunta en la misma dirección que la antena primaria, teniendo dicho sistema una función principal de reconocimiento amigo/enemigo.

Surgirán otras características y ventajas de la invención con la ayuda de la descripción que sigue realizada en relación a los dibujos adjuntos que representan:

- la figura 1, mediante un sinóptico un ejemplo de arquitectura de radar civil ATC según la técnica anterior en el caso de un radar SSR/Modo S acoplado al radar primario;
- la figura 2, un ejemplo de realización de antenas primaria y secundaria que corresponden a la arquitectura de radar ATC de la figura 1;
- la figura 3, mediante un sinóptico un ejemplo de arquitectura de radar militar según la técnica anterior en el caso de un radar secundario IFF acoplado a un radar primario;
- la figura 4, un ejemplo de realización de antenas primaria y secundaria que corresponden a la arquitectura de radar militar de la figura 3;
- la figura 5, un ejemplo de realización del sistema de antenas SSR e IFF de un radar secundario SSR e IFF según la invención;

- la figura 6, un sinóptico de principio de realización de un radar secundario SSR e IFF según la invención;
- la figura 7, un ejemplo de realización de un radar de supervisión primaria acoplado a un radar secundario según la invención en una configuración de predominio civil, configuración indicada por PSR + SSR & IFF en lo que sigue;
- 5 - la figura 8, un ejemplo de realización de un radar de supervisión primaria acoplado a un radar secundario según la invención en una configuración de predominio militar, configuración indicada por PSR + IFF & SSR en lo que sigue.

La figura 1 representa mediante un sinóptico un ejemplo de arquitectura según la técnica anterior de un radar ATC secundario SSR/Modo S acoplado a un radar primario civil que incluye una antena primaria 11 y unos medios de emisión y de recepción y de tratamiento primario 12. El radar secundario SSR incluye:

- Una antena 1, denominada secundaria SSR, que asegura la radiación de las interrogaciones SSR/Modo S y la captación de las respuestas procedentes de los transpondedores de las aeronaves;
- Siendo apuntadas la antena secundaria SSR 1 y la antena 11 del radar primario militar en la misma dirección con el fin de permitir la detección simultánea de los objetivos mediante los dos subsistemas de radares PSR y SSR;
- 15 - Una unión giratoria 2 que asegura el paso de las señales de RF entre las antenas 1, 11 y las funciones de emisión y recepción, que incluyen por ejemplo tres placas de RF en la banda L para el paso de las vías Σ , Δ , Ω que se citarán a continuación;
- Un rack 3 para el equipo secundario (redundante en este sinóptico de ejemplo) que incluye un conmutador de hiperfrecuencia 4 y dos unidades 5A, 5B, 6A, 6B. El conmutador 4 permite guiar las señales de RF procedentes de la unión giratoria hasta, o desde, las dos unidades idénticas 5A, 5B que funcionan de manera independiente para asegurar la redundancia, efectuando cada unidad las diferentes funciones siguientes dedicadas a la función SSR/modo S:
- 20 - Un generador de señal que elabora las interrogaciones SSR/Modo S en función de las tareas a efectuar con los objetivos antes citados presentes en el lóbulo principal;
- 25 - Un emisor que convierte en señales de RF de gran potencia las interrogaciones a radiar por la antena;
- Un receptor que demodula las señales de RF recibidas por la antena;
- Un tratamiento de la señal que funciona sobre las respuestas recibidas en el lóbulo principal de la antena;
- Un extractor que constituye una plataforma a partir de las detecciones elementales (respuestas).

Clásicamente, cada unidad 5A, 5B incluye también los recursos redundantes comunes a los tratamientos de datos primario y secundario siguientes 6A, 6B:

- Una función de asociación y de rastreo de las plataformas primaria PSR y secundaria SSR;
- Una gestión de las desviaciones y principalmente de la supervisión.

Las salidas de las unidades 6A, 6B son reenviadas a través de las interfaces redundantes 7 a unos medios de visualización y/o de mando o control, principalmente para unos usuarios civiles.

35 La figura 2 presenta un ejemplo de realización de antenas primaria y secundaria correspondiente a la arquitectura de la figura 1. La antena secundaria SSR 1 colocada por encima de la antena primaria 11, se apunta en la misma dirección que esta última. La antena secundaria SSR 1 está compuesta clásicamente de una red de barras elementales radiantes dispuestas paralelamente a la vertical construyendo una gran abertura vertical, también denominada LVA en lo que sigue, permitiendo desviar la energía radiada en elevación con el fin de reducir los efectos de las reflexiones en tierra (típicamente su envergadura es del orden de 9 metros para una altura de 40 1 metro).

La figura 3 presenta mediante un sinóptico un ejemplo de arquitectura según la técnica anterior de un radar secundario IFF militar acoplado a un radar primario. El radar IFF incluye clásicamente:

- 45 - una antena 31, denominada secundaria IFF, por ejemplo de tipo direccional, que asegura la radiación de las interrogaciones IFF y la captación de las respuestas procedentes de los transpondedores a bordo de las aeronaves;
- apuntando la antena secundaria IFF 31 y la antena 13 del radar primario en la misma dirección con el fin de permitir la detección simultánea de los objetivos por los 2 subsistemas de radares PSR e IFF;
- 50 - Una unión giratoria 32 que asegura el paso de las señales entre las antenas 1, 11 y las funciones de emisión y de recepción, incluyendo por ejemplo tres placas de RF en la banda L para el paso de las vías Σ , Δ , Ω ;
- Un equipo de IFF 33 que incluye las funciones no redundantes de transmisión, de recepción, de generación de señales, de tratamiento de la señal y de extracción de las plataformas, no siendo redundantes estas funciones en este ejemplo.

55 El equipo primario 14 recibe la posición de antena de los codificadores y difunde la rotación de la antena al equipo IFF 33.

Se conecta un módulo 35, que efectúa principalmente la función de rastreo, en la salida del equipo primario 14 y del equipo IFF 33. Las salidas de este módulo 35 se conectan a través de las interfaces 34 a unos medios de

visualización y/o de control, principalmente para unos usuarios militares. La arquitectura de la figura 3 muestra que la función IFF del radar secundario se combina con las funciones del radar primario.

La figura 4 presenta un ejemplo de realización de antenas primaria y secundaria correspondientes a la arquitectura de la figura 3. La antena secundaria IFF 31, colocada por encima de la antena primaria 13, se apunta en la misma dirección que esta última, estando montado el conjunto sobre una cabina 41 que incluye los medios de emisión, de recepción y de tratamiento descritos con relación a la figura 3. La antena secundaria IFF es clásicamente del tipo direccional, teniendo por ejemplo una envergadura de 4 metros, con el fin de asegurar en un volumen reducido a la vez un lóbulo radiado principal bastante grande en el plano horizontal para tener la iluminación del objetivo necesaria para los protocolos IFF pero también las detecciones de objetivos en alta elevación.

10 Las figuras 5 y 6 ilustran un ejemplo de realización de un radar según la invención. Un radar de ese tipo asocia los modos de radar secundario anteriormente descritos, el modo SSR, modo S, y el modo IFF. Más precisamente, incluye un subconjunto que realiza la función de supervisión, acoplado a una primera antena, y un subconjunto que realiza la función de reconocimiento amigo/enemigo IFF, acoplado a una segunda antena, funcionando los dos subconjuntos simultánea e independientemente uno del otro.

15 La figura 5 ilustra como ejemplo, más particularmente, la estructura del sistema de antenas secundarias 50 de un radar según la invención, es decir la antena asociada a las funciones de radar secundario SSR e IFF. El sistema de antenas 50 está constituido por la primera antena 51 dedicada a la función SSR y por la segunda antena 52 dedicada a la función IFF, estando montadas las dos antenas solidariamente espalda con espalda, es decir que sus lóbulos principales se apuntan en unas direcciones opuestas. El sistema de antena 50 es por ejemplo una combinación de antenas de tipo LVA-direccional. En otros términos, la primera antena es por ejemplo del tipo de la figura 2, es decir compuesta por una red de barras radiantes, y la segunda antena es por ejemplo del tipo de la figura 4, del tipo direccional. La invención permite sin embargo cualquier otra combinación de tipos de antenas: principalmente LVA-LVA o direccional-direccional con otras dimensiones de antena en coherencia con la misión de los radares SSR e IFF.

25 Se dispone una barra 53, un elemento radiante, constitutivo de la antena SSR 51 en el plano frontal de la antena IFF 52. Este elemento radiante 53, situado en la parte posterior del panel principal de la antena secundaria SSR, permite efectuar una función de control para el modo SSR, principalmente en lo que se refiere a la situación geográfica de los transpondedores captados. Igualmente, se dispone una pieza 54, constitutiva de la antena secundaria IFF 52, en el plano frontal de la antena SSR 51, permite efectuar una función de control para el modo IFF.

30 La figura 6 ilustra de manera sinóptica el conjunto del radar secundario SSR e IFF, que engloba las funciones de radar SSR e IFF, funcionando de manera independiente, desacoplada y simultánea. Por razones de simplificación, las dos antenas secundarias SSR 51, 53 e IFF 52, 54 se representan como si perteneciesen al mismo plano vertical. La función SSR y la función IFF comparten varios recursos.

Las funciones o componentes compartidos son principalmente:

- 35
- la unión giratoria 61 para la transmisión de las señales de hiperfrecuencia entre las antenas y la parte fija del equipo;
 - la motorización 62 para la rotación de los elementos giratorios 51, 52, 53, 54;
 - la infraestructura de soporte mecánico y de gestión de la energía 63;
 - la ingeniería civil del radar,
- 40
- las herramientas de parametrizado 64 de las dos funciones del radar;
 - los medios de visualización 65 para la presentación;
 - una red de comunicación local 66;
 - unas interfaces 67, 68 hacia los usuarios civiles, para la supervisión aérea ATC, y los usuarios militares, para el reconocimiento amigo/enemigo.

45 Estos recursos son compartidos con el rack SSR 60 y el rack IFF 70, estos racks 60, 70 realizan respectivamente las funciones SSR e IFF en cooperación con las antenas secundarias SSR e IFF a las que están acoplados a través de la unión giratoria. Las antenas incluyen por ejemplo cada una:

- una vía suma Σ , para la detección;
 - una vía diferencia Δ , para la función monopulso;
- 50
- y una vía Ω para la función de bloqueo, transmitida por los elementos o barras posteriores 53, 54 de las antenas secundarias 51, 52.

Las señales recibidas por estas tres vías se transmiten a través de la unión giratoria 61 a los racks SSR 60 e IFF 70. El subconjunto 60 asignado a la función SSR incluye sus medios propios de emisión, de recepción y de tratamiento que permiten realizar esta función, por ejemplo según la arquitectura ilustrada por la figura 1. Igualmente, el subconjunto 70 asignado a la función IFF incluye sus medios propios que le permiten realizar esta función, por ejemplo según la arquitectura de la figura 3. Más allá de estos medios propios, los dos subconjuntos comparten unos recursos como se ha indicado anteriormente.

Finalmente, ventajosamente cada una de las dos antenas 51, 52 puede incluir independientemente o bien tres vías de recepción, una vía suma (Σ), una vía diferencia (Δ) y una vía de control (Ω), estando asignada la vía de control para parte del elemento 53, 54 radiante posterior, o bien dos vías de recepción, una vía suma (Σ), y una vía diferencia/control (Δ/Ω), estando asignada la vía diferencia/control para parte del elemento 53, 54 radiante posterior, siendo transferidas las señales procedentes de dichas vías hacia los medios de emisión y de recepción de dichos subconjuntos a través de la unión giratoria.

Un radar secundario SSR e IFF, según la invención, asociando en esa forma la función de radar SSR e IFF aporta principalmente las ventajas siguientes:

- independencia de utilización, realizando las funciones SSR e IFF con una misma parte giratoria, que incluye dos elementos radiantes principales, que permite la supervisión ATC y el reconocimiento amigo/enemigo simultáneamente
 - independencia de las funciones SSR e IFF sin penalización por un enmascaramiento de visibilidad:
 - adaptación para la optimización de los rendimientos a la misión del radar, a la vez SSR e IFF, en particular:
 - o regulación independiente de los radares puesto que físicamente diferentes, solo siendo común la velocidad de rotación;
 - o adaptación a la misión del radar según diferentes ángulos:
 - tanto en relación a la antena
 - o civil: clásicamente LVA de gran dimensión de la primera antena 51 para incrementar la precisión y reducir las falsas alarmas
 - o militar: clásicamente direccional de dimensión media para la segunda antena 52 para adaptarse al protocolo IFF
 - como al tipo de objetivos de interés:
 - o civil: gran densidad de objetivos en un sector dado poco evolutivos, que requieren principalmente una gran resolución;
 - o militar: la gran evolución de los objetivos militares puede tenerse en cuenta por la función de radar IFF sin degradar las falsas alarmas ni la latencia requeridas en ATC para un radar SSR;
 - o adaptación a las características específicas de los 2 protocolos:
 - de supervisión SSR y/o Modo S:
 - o precisión, sin interacción entre los modos civil y militar conduciendo a reducciones de distancia instrumentadas para realizar las interrogaciones civil y militar;
 - o pero también certificación por los organismos oficiales adquirida independientemente
 - de reconocimiento amigo/enemigo IFF a través del Modo 4 y/o Modo 5
 - o con un tiempo de iluminación sobre el objetivo totalmente dedicado al reconocimiento amigo/enemigo;
 - o pero también certificación por ciertos organismos adquirida independientemente
 - o adaptación a las expectativas de los usuarios que pueden ser algunas veces opuestas:
 - civil: fiabilidad de la información: sin falsos códigos C (altitud), sin falsas detecciones, tratamiento de gran densidad de objetivos localizados
 - militar: fuerte reactividad: difusión rápida de las detecciones (sin filtrado por un rastreo, sin asociación con un PSR,...),
- enlace de control (parametrizado del radar reconfigurable) y de desviación dedicada, rechazo de las interferencias (pudiendo generar fuertes cargas), principalmente.
- independencia en relación a la logística (aparte de la parte aérea):
 - o sin pérdida de servicio de un radar durante el mantenimiento preventivo/correctivo del otro radar
 - o sin degradación del MTBF (tiempo de utilización sin averías) de una función de radar por adición de una función para la otra función de radar (necesitando la aportación del Modo 5 una forma de onda muy específica a través de una modulación en emisión y recepción diferente del Modo 4/SSR/Modo S)
 - o sin recalificación de una función de radar en caso de evolución de la otra función de radar teniendo en cuenta:
 - unos correctivos del protocolo Modo S;

- unos cambios en el protocolo Modo 5 muy recientes;

- los núcleos de las funciones (SSR/Modo S en civil e IFF en militar) comparten los mismos recursos de radar como lo muestra la figura 6, en lo que se refiere principalmente a la ingeniería civil 63 (postes, edificios o cabina, gestión de la energía), la motorización 62 para la rotación, la presentación 65 y el parametrizado 64 en local.

5 La antena secundaria SSR e IFF 50 puede asociarse a una antena primaria no representada. Según el modo de realización, es la antena secundaria SSR 51 o la antena secundaria IFF 52 la que se apunta en la misma dirección que la antena primaria. En el primer caso, con la antena primaria y la antena secundaria SSR apuntando en la misma dirección, el sistema completo compuesto por el radar primario y secundario tiene una función esencialmente de supervisión ATC, en tanto que se realiza el reconocimiento amigo/enemigo IFF. En el segundo caso, con la antena primaria y la antena secundaria IFF apuntando en la misma dirección, el sistema completo tiene una función esencialmente de reconocimiento amigo/enemigo con una función complementaria de supervisión del espacio aéreo.

15 La figura 7 ilustra un ejemplo de arquitectura de un sistema PSR+SSR&IFF con un radar primario y un radar secundario SSR e IFF, siendo realizado el radar secundario según la invención. En este ejemplo, el sistema es de predominancia civil (función de supervisión). El radar primario es del mismo tipo 11, 12 que el de la figura 1. El radar secundario SSR e IFF combina las dos funciones de radar secundario descritas en las figuras 1 y 3. En lo que se refiere a la antena 50, combina espalda con espalda las dos antenas 52, 54, 51, 53, siendo apuntada la antena secundaria SSR 51 en la misma dirección que la antena primaria 11. El radar secundario SSR e IFF incluye un rack 3 para la función de radar secundario de supervisión, del tipo al descrito en la figura 1 (en este caso una función redundante como ejemplo), e incluye por otro lado un rack 700 para la función de radar de reconocimiento amigo/enemigo. Esta función necesita sin embargo una adaptación con relación a la función de radar secundario descrita en la figura 3. El rack 700 incluye un equipo 33 completado por un rastreo 71, efectuado por un calculador y conectado al interrogador y a una interfaz 72 para la visualización y el aprovechamiento de las informaciones IFF, principalmente para unos usuarios civiles.

20 Los dos racks 3, 700 se conectan a la antena 50 a través de la unión giratoria 61. En esta configuración, de aplicación civil dominante, completada mediante la función de reconocimiento amigo/enemigo, la arquitectura de radar debe principalmente:

- no modificar la función de supervisión para unas necesidades de tipo militar (interrogación IFF) con el fin de conservar la calificación de seguridad (fiabilidad de las informaciones difundidas por el radar denominada normalmente "safety");
- integrar el interrogador IFF en el universo civil del control aéreo, en lo que se refiere principalmente a la supervisión, las interfaces y el parametrizado;
- difundir a los usuarios civil y militar sus datos de interés, ventajosamente, partiendo de una arquitectura del tipo de la figura 1, las adaptaciones a realizar son relativamente simples de implementar, sin incremento significativo de la complejidad del sistema y del volumen, pudiendo cualificarse esta adaptación en un paso.

35 Las evoluciones a aplicar son por ejemplo las siguientes:

- en la parte aérea:
 - realización de la antena secundaria 50 combinando espalda con espalda a las dos antenas secundarias 51, 52, 53, 54 estando apuntada la antena secundaria SSR 51 en la misma dirección que la antena primaria 11;
 - añadir a la unión giratoria de tres vías en banda L, para el paso de las vías Σ , Δ , Ω .
- en la parte del edificio, o de la cabina;
 - añadir un rack 700 dedicado a la función IFF que incluye:
 - el equipo IFF;
 - el rastreo 71;
 - adaptación de la potencia eléctrica disponible.

45 Los otros recursos son compartidos como se ha indicado en relación con la figura 6 que describe el principio de realización de un radar secundario según la invención.

Una función a desarrollar se sitúa principalmente en el calculador 71 que efectúa principalmente el rastreo, principalmente para que pueda ser interrelacionado con los centros de control aéreos civiles ATC.

La localización de la función de reconocimiento amigo/enemigo IFF en un rack dedicado 700 permite a la vez:

- 50
- tratar las exigencias CEM sin consecuencias sobre el producto estándar;
 - añadir una función IFF como redundancia a la descrita en la figura 7.

La figura 8 ilustra un ejemplo de arquitectura del sistema PSR+IFF&SSR con un radar primario y un radar secundario, siendo realizado el radar secundario según la invención. En este ejemplo, el sistema es de predominio

5 militar (función de reconocimiento amigo/enemigo). El radar primario es del mismo tipo 13, 14 que el de la figura 3. El radar secundario SSR e IFF combina las dos funciones de radar secundario descritas en las figuras 1 y 3. El radar secundario incluye el rack 3 para la función de supervisión como se ha descrito en la figura 1 y el equipo 33 para la función IFF. Las adaptaciones son sustancialmente análogas a las requeridas para el ejemplo anterior, no siendo ya necesario el calculador 71. En un modo de realización particular, los datos de posición SSR en la salida de la interfaz 7 se transmiten por ejemplo al módulo de rastreo PSR 35, que permite constituir una información de radar sintetizada en un único mensaje. En lo que se refiere a la antena 50, combina espalda con espalda las dos antenas 52, 54, 51, 53 estando apuntada la antena secundaria IFF 52 en la misma dirección que la antena primaria 13. La arquitectura del sistema de la figura 8 debe principalmente no modificar la función de reconocimiento amigo/enemigo por necesidades de tipo civil.

10 Cualquiera que sea el ejemplo de realización, intrínsecamente el funcionamiento simultáneo de la función SSR y de la función IFF implica:

- un acoplamiento de hiperfrecuencia entre los dos subsistemas SSR/Modo S e IFF,
- un bloqueo de las transpondedores en unos aviones.

15 Dado que las dos funciones de radar secundario funcionan simultáneamente, para garantizar la independencia es necesario por tanto asegurar el aislamiento entre las dos funciones para que no se perturben una a la otra, pudiendo asegurarse este aislamiento en varios entornos del radar. Las perturbaciones entre las dos funciones pueden producirse al menos:

- mediante el acoplamiento de las dos antenas 51, 53 y 52, 54;
- 20 - mediante el acoplamiento a la altura de la unión giratoria 61 que deja pasar las señales SSR y las señales IFF;
- mediante el acoplamiento en los equipos SSR e IFF, más particularmente en la emisión y la recepción de las señales, pudiendo perturbar una emisión SSR a una recepción IFF y viceversa.

25 Para asegurar la independencia de las funciones SSR e IFF con el fin de permitir un funcionamiento simultáneo (denominado modo dúplex) y por tanto anular la contaminación de las interrogaciones efectuadas durante los períodos de escucha en recepción, un radar según la invención incluye por ejemplo un filtro adicional en cada canal de recepción, siendo aplicada esto para cada vía Σ , Δ , Ω . El filtro se inserta por ejemplo entre el conmutador de hiperfrecuencia 4 y el receptor de cada vía. Si las vías de emisión y de recepción están separadas por un circulador, el filtro se coloca a la entrada de la vía de recepción, en la salida del circulador. En la práctica, para una interrogación a 1030 MHz se añade un filtro de rechazo a 1030 MHz en la cadena de recepción a 1090 MHz.

30 El montaje espalda con espalda de las antenas 51, 52 puede provocar un bloqueo de los transpondedores, siendo debido esto principalmente a la fuga posterior de una antena que se superpone al lóbulo principal de la antena. En efecto, el comportamiento de los transpondedores es tal que los aviones presentes en el espacio aéreo situado en la espalda de la antena reciben las interrogaciones SSR o Modo S por las fugas de la vía suma Σ pero no responden porque están bloqueados en "tiempo muerto" gracias a la ISLS emitida respectivamente por la cara radiante 51, 52 para los objetivos frontales más allá del lóbulo principal y las barras 53, 54 para los objetivos posteriores:

- a continuación de la recepción de un impulso P2 sobre la vía Ω para una interrogación SSR inferior a $35\mu\text{s} \pm 10\mu\text{s}$;
- 35 - a continuación de la recepción de un impulso P5 sobre la vía Ω para una interrogación Modo S inferior a $45\mu\text{s}$.

40 Como consecuencia, si se emite una interrogación SSR o Modo S o IFF en este intervalo de "tiempo muerto" por la otra antena en dirección al objetivo, esto no es interpretado por todos los transpondedores de los aviones enfrentados a esta antena útil y en distancia próxima al radar según el nivel de las fugas, debido al bloqueo efectuado por la vía Ω . A continuación, para todos estos objetivos hay una falta de respuesta sobre la recurrencia afectada.

45 El campo radiado por la fuga en la espalda de la antena es en nivel absoluto bastante reducido, frecuentemente del orden de 30 a 40 dB inferior al campo radiado máximo del eje principal de la antena. Como consecuencia, solo los objetivos muy próximos al radar pueden bloquearse potencialmente en caso de que las interrogaciones de los radares secundarios SSR e IFF estuviesen separadas en menos de $45\mu\text{s}$.

50 Para reducir las fugas de la vía suma de cada antena, un radar según la invención incluye por ejemplo un plano de masa o un absorbente entre las dos antenas. Esto permite reducir ventajosamente el volumen de supervisión alrededor del radar en el que puede producirse un bloqueo del transpondedor.

55 Por naturaleza, clásicamente la presencia de la función denominada de balanceo de la frecuencia de repetición de las interrogaciones de cada uno de los radares secundarios SSR e IFF asegura que los casos de bloqueo no podrán tener lugar más que una única vez por lóbulo de antena. Como este orden de magnitud ya es tenido en cuenta en los algoritmos de los extractores SSR e IFF usuales, el fenómeno no tendrá efecto en cuanto a los rendimientos de los radares secundarios SSR e IFF.

- 5 En el caso de que estuviese ausente el balanceo de la frecuencia de repetición, se puede garantizar un funcionamiento lo más asíncrono posible de los dos tratamientos SSR e IFF introduciendo una separación temporal entre los períodos de interrogación SSR e IFF superior a $50 \mu\text{s}$, lo que provocará estadísticamente como máximo un caso de bloqueo por lóbulo de antena. Debido a las características de los protocolos SSR/Modo S e IFF, la supresión completa del fenómeno de bloqueo no se puede contemplar de manera temporal porque induciría unos tiempos muertos en la secuencia recíproca de cada uno de los dos subsistemas de radares SSR e IFF que les haría perder toda eficacia. Se prefiere por el contrario asegurar una regulación de los dos subsistemas que permita mediante el sincronismo máximo reducir la tasa de aparición del fenómeno de bloqueo.

REIVINDICACIONES

1. Radar secundario, **caracterizado porque** incluye al menos un sistema de antenas (50), un primer subconjunto (60) que integra unos medios de emisión, de recepción y de tratamiento de señales de interrogación que realizan la función de radar de supervisión SSR y un segundo subconjunto (70) que integra unos medios de emisión, de recepción y de tratamiento de señales de interrogación que realiza una función de radar de reconocimiento amigo/enemigo IFF, funcionando los dos subconjuntos (60, 70) simultánea e independientemente uno del otro, estando acoplado el primer subconjunto SSR a una primera antena (51) de dicho sistema (50) adecuada para moverse en rotación por medio de una unión giratoria (61), y estando el segundo subconjunto IFF acoplado a una segunda antena (52) de dicho sistema (50) a través de dicha junta giratoria, estando montadas las dos antenas (51, 52) solidariamente espalda con espalda, estando colocado un elemento radiante (53) posterior constitutivo de la primera antena (51) en el plano de la segunda antena (52), estando colocado un elemento radiante (54) constitutivo de la segunda antena (52) en el plano de la primera antena (51).
2. Radar secundario según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las dos antenas (51, 52) y los dos subconjuntos (60, 70) utilizan unos recursos mecánicos, energéticos y de ingeniería civil comunes.
3. Radar secundario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** los dos subconjuntos (60, 70) están dispuestos en una misma cabina.
4. Radar secundario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada una de las dos antenas (51, 52) incluye, tres vías de recepción, una vía suma (Σ), una vía diferencia (Δ) y una vía control (Ω), estando asignada la vía control al elemento radiante posterior (53, 54), siendo transferidas las señales procedentes de dichas vías hacia los medios de emisión y de recepción de dichos subconjuntos a través de la unión giratoria (61).
5. Radar secundario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada una de las dos antenas (51, 52) incluye dos vías de recepción, una vía suma (Σ) y una vía diferencia y control (Δ/Ω), siendo asignada la vía diferencia y control al elemento radiante posterior (53, 54), siendo transferidas las señales procedentes de dichas vías hacia los medios de emisión y recepción de dichos subconjuntos a través de la unión giratoria (61).
6. Radar según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicha primera antena (51) es del tipo LVA y dicha segunda antena (52) es del tipo direccional.
7. Radar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** dicha primera antena (51) es del tipo LVA y dicha segunda antena (52) es del tipo LVA.
8. Radar según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** dicha primera antena (51) es del tipo direccional y dicha segunda antena (52) es del tipo direccional.
9. Radar secundario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** incluye un plano de masa y/o un absorbente de hiperfrecuencia que separa las dos antenas (51, 52), incrementándose el aislamiento entre las dos antenas (51, 52) mediante dicho plano de masa y/o dicho absorbente de hiperfrecuencia.
10. Radar secundario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dichos subconjuntos (60, 70) emiten por ejemplo unas señales de interrogación (91, 92), de manera asíncrona entre las señales de interrogación emitidas por un subconjunto (60) con relación a las señales de interrogación emitidas por el otro subconjunto (70).
11. Radar secundario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** independientemente el primer subconjunto (51, 53, 61, 60) realiza una función de supervisión Modo S y el segundo subconjunto (52, 54, 61, 70) realiza una función de reconocimiento amigo/enemigo IFF.
12. Sistema de radar que incluye un radar primario (11, 13) y un radar secundario, **caracterizado porque** el radar secundario es un radar secundario según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
13. Sistema de radar según la reivindicación 12, **caracterizado porque** la antena (51) del primer subconjunto (60) de dicho radar secundario que realiza la función de supervisión se apunta en la misma dirección que la antena primaria (11), teniendo dicho sistema una función principal de supervisión.
14. Sistema de radar según la reivindicación 12, **caracterizado porque** la antena (52) del segundo subconjunto (70) de dicho radar secundario que realiza la función de reconocimiento amigo/enemigo se apunta en la misma dirección que la antena primaria (13), teniendo dicho sistema una función principal de reconocimiento amigo/enemigo.

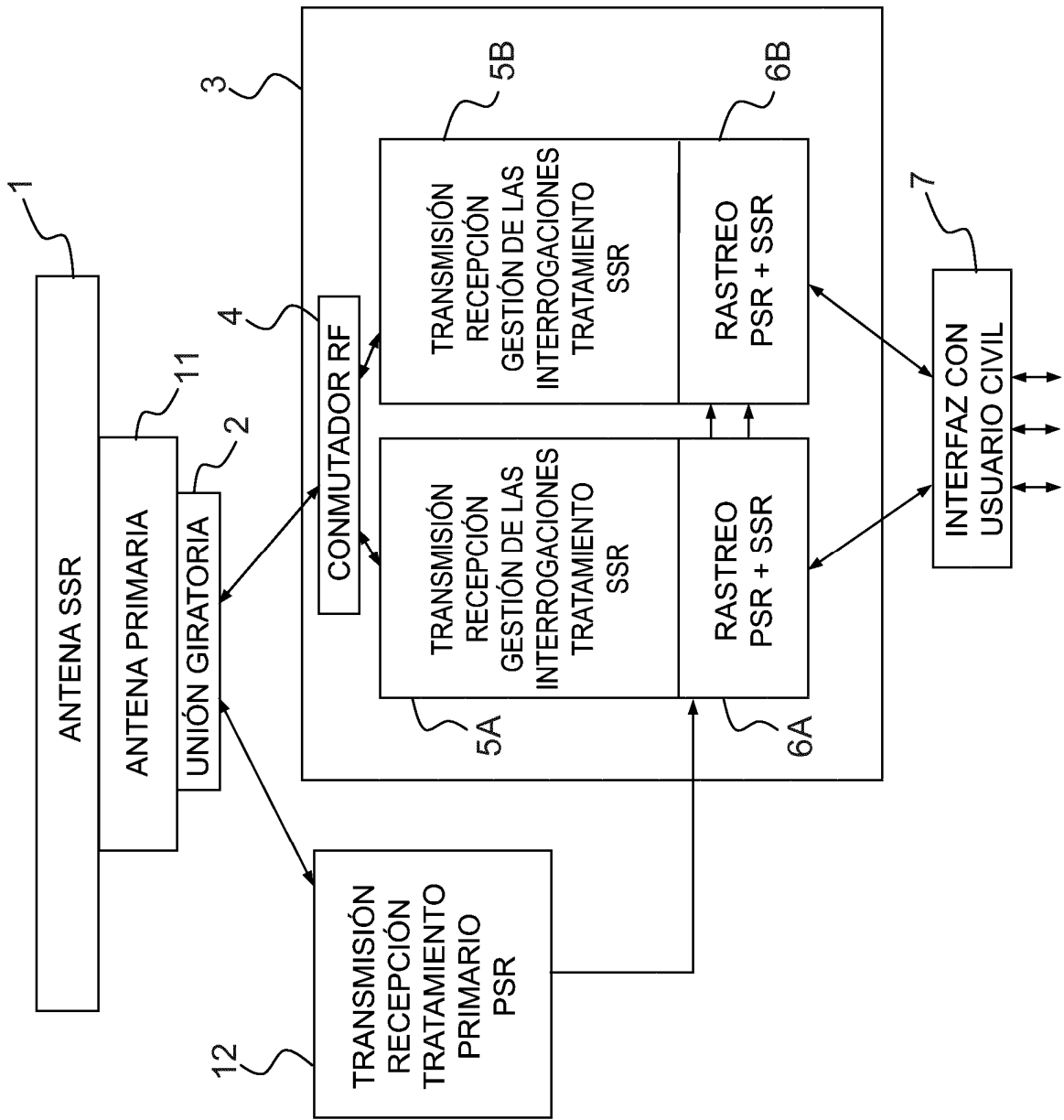


FIG.1

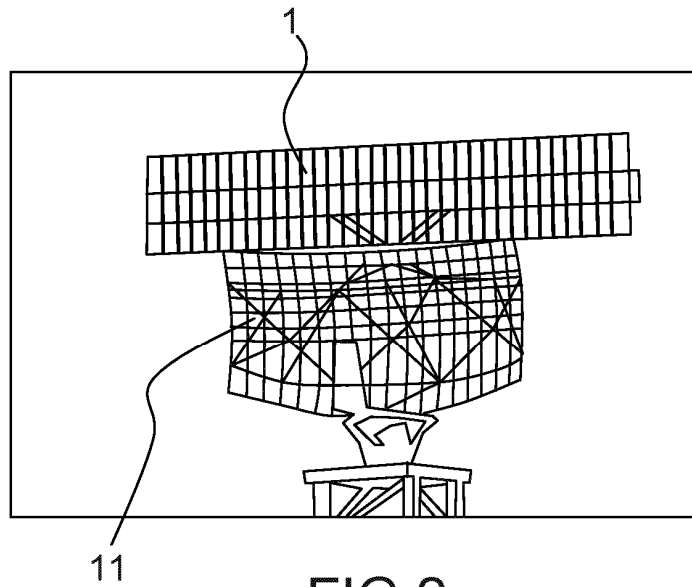


FIG. 2

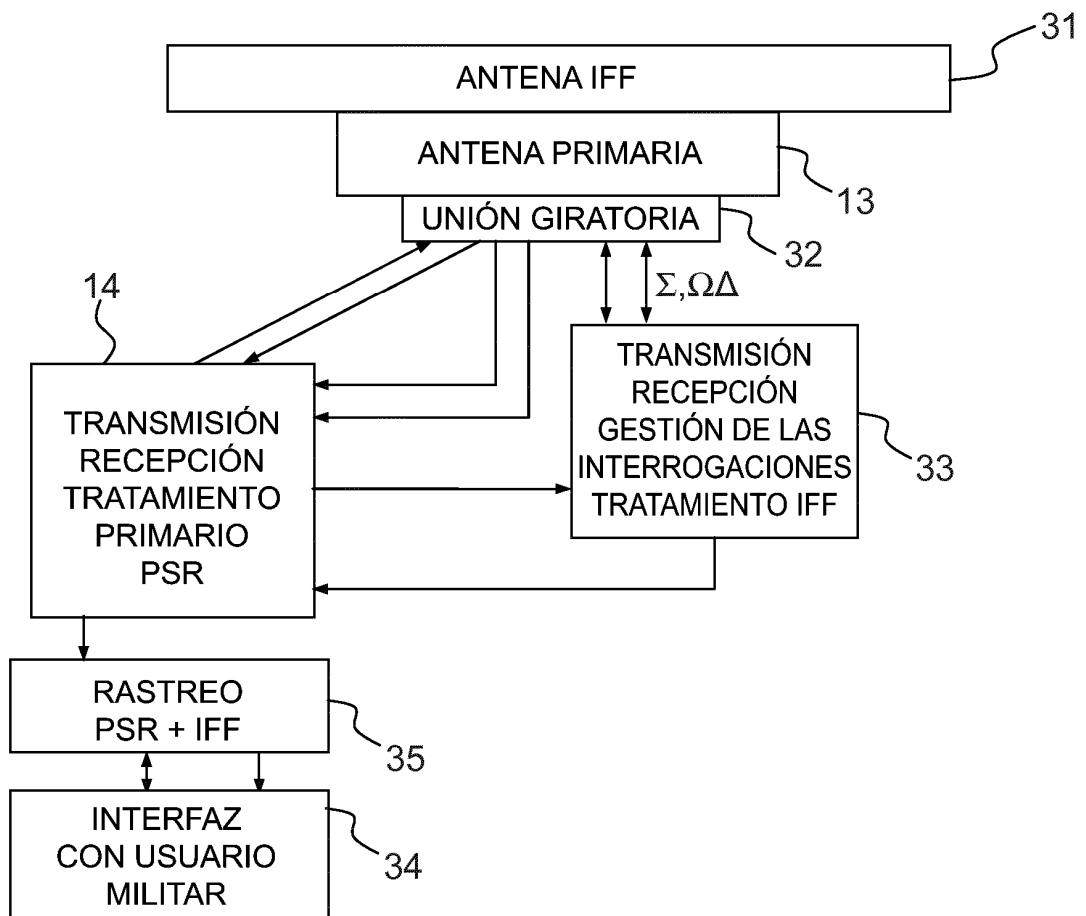


FIG. 3

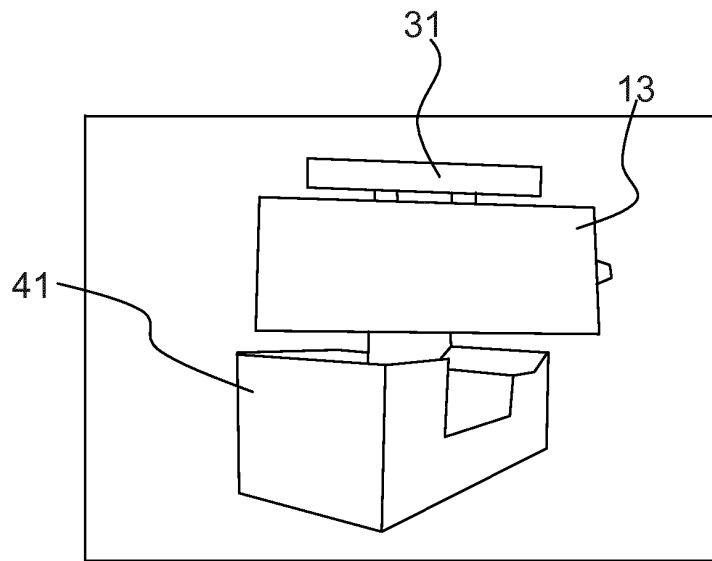


FIG. 4

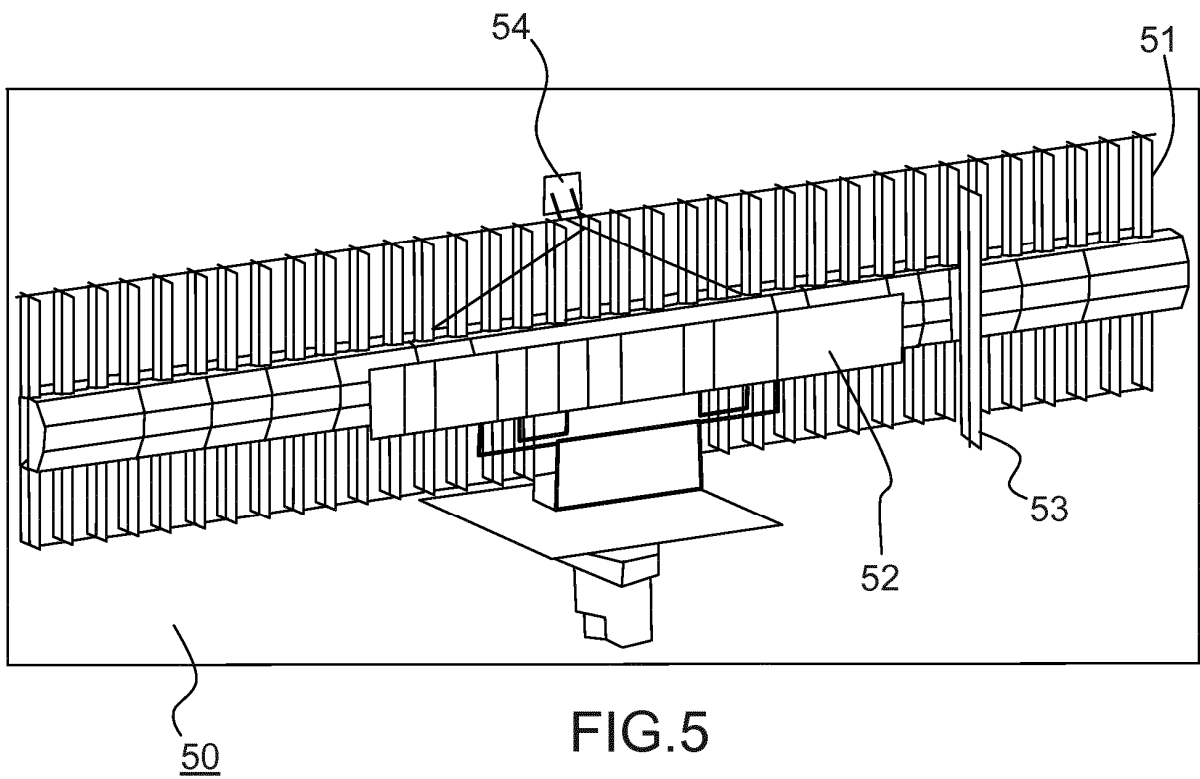


FIG. 5

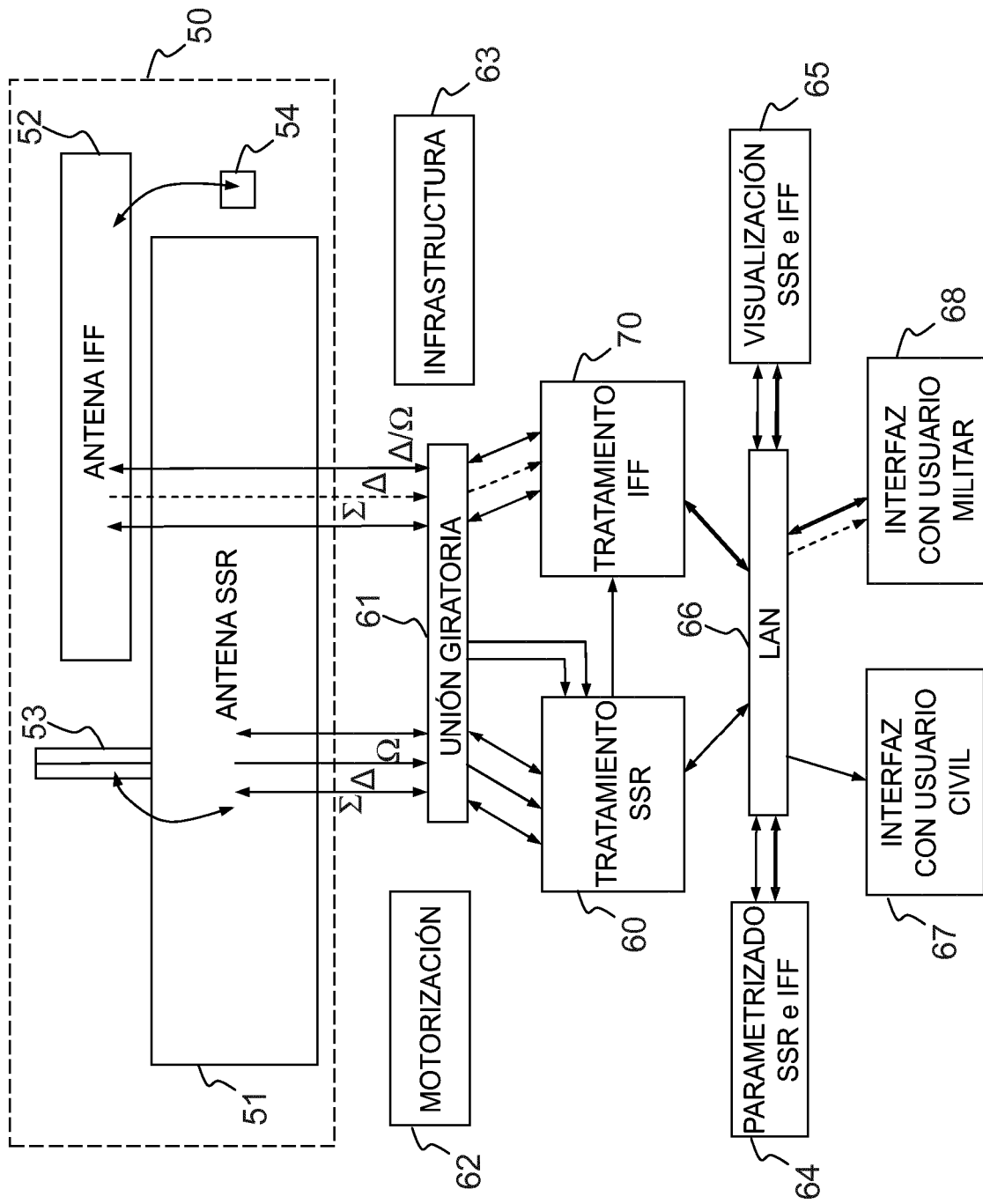


FIG.6

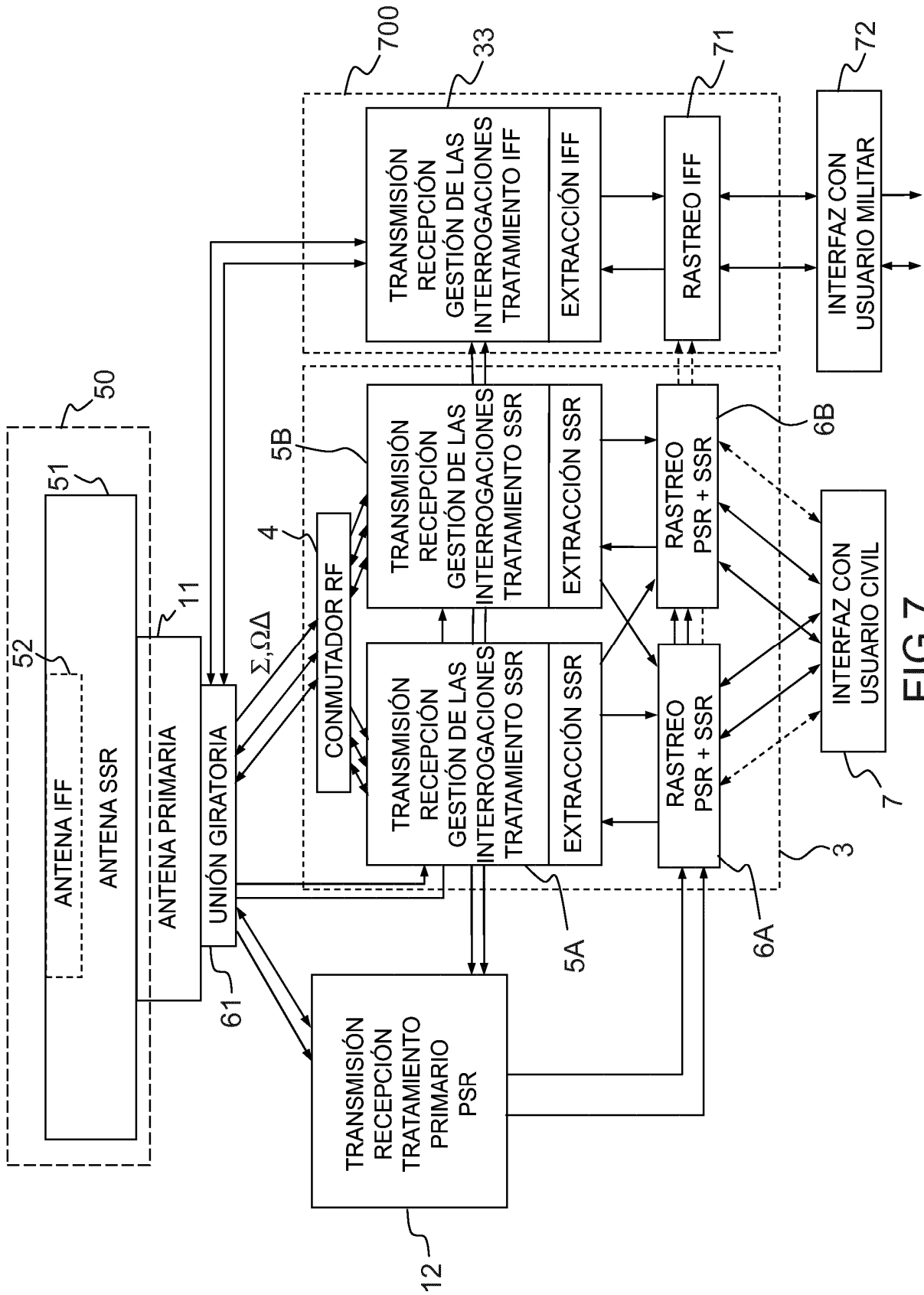


FIG.7

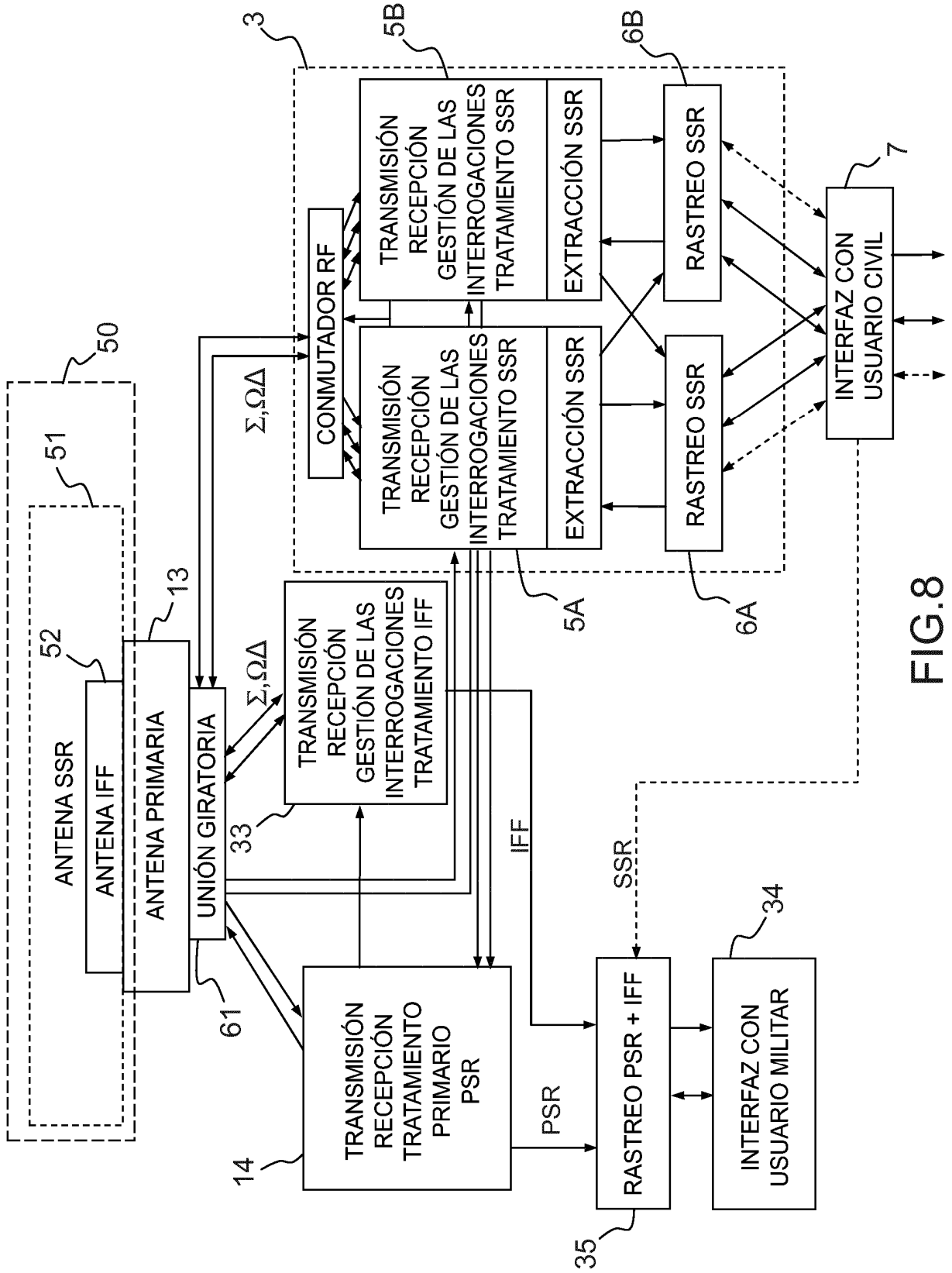


FIG.8