

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 425 148**

51 Int. Cl.:

**H04B 1/52**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.04.2009 E 09157153 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.06.2013 EP 2237434**

54 Título: **Aparato para emitir y recibir señales de radiofrecuencia, que comprende un circuito para cancelar interferencias**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**11.10.2013**

73 Titular/es:

**THALES NEDERLAND B.V. (100.0%)  
ZUIDELIJKE HAVENWEG 40  
7550 GD HENGELLO, NL**

72 Inventor/es:

**VAN AKEN, ROGIER HERMAN;  
SCHOUTEN, JAN MARTINUS y  
LANGERAAR, HUBERT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 425 148 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

Aparato para emitir y recibir señales de radiofrecuencia, que comprende un circuito para cancelar interferencias

La presente invención versa acerca de un aparato para emitir y recibir señales de radiofrecuencia, comprendiendo el aparato un circuito para cancelar interferencias. Por ejemplo, la invención es particularmente aplicable a los sistemas de comunicaciones.

En sistemas de comunicaciones bidireccionales completos, se reciben y se transmiten señales de forma simultánea. Las señales transmitidas pueden interferir con el propio sistema de recepción. Debido a que estas señales se encuentran en la misma banda de frecuencias y proceden de un transmisor cercano (por lo tanto un nivel elevado de potencia), constituyen potencialmente la fuente primaria de interferencia. Como resultado, se puede reducir de forma significativa la sensibilidad del receptor, o la recepción puede incluso volverse completamente imposible.

En un sistema con un único canal de frecuencias esto puede solucionarse con un filtrado. El receptor está sintonizado a una única frecuencia y se puede aplicar un filtro pasabanda estrecho que rechaza todas las otras frecuencias. Por lo tanto, se evita una interferencia de la propia señal de transmisión, siempre que haya una suficiente separación de frecuencias entre la frecuencia de transmisión y la frecuencia de recepción.

Sin embargo, en un sistema de banda ancha, no se puede aplicar un filtro pasabanda estrecho antes del receptor. Cuando las frecuencias de transmisión se encuentran en la misma banda de frecuencias que las frecuencias de recepción, lo que es bastante común, en la práctica no es posible un filtrado para evitar interferencias. Esto requeriría una pluralidad de filtros, que tendrían múltiples pasos de banda estrechos, uno para cada frecuencia de recepción, y que tendrían que ser todos sintonizables. La construcción de tales filtros sería muy difícil y aún no se ha demostrado con éxito para una aplicación práctica.

Una primera solución conocida para evitar una interferencia de los propios canales de transmisión puede ser proporcionar un aislamiento suficiente entre la antena de transmisión y la antena de recepción. Esto no puede conseguirse siempre debido a limitaciones de espacio y/o de diseño. Por ejemplo, para reducir el espacio y el peso, puede ser deseable el uso de una antena combinada de transmisión/recepción. En tal disposición, no existe ningún aislamiento entre la antena de transmisión y la antena de recepción. En un intento por limitar las interferencias, se utiliza un circulador para separar la vía de transmisión de la vía de recepción que utilizan la misma antena. Sin embargo, parte de la señal de transmisión se escapa a través del circulador, normalmente aproximadamente -20 decibelios (dB). Además, la señal de transmisión que se refleja en la antena simplemente pasa a través del circulador y entra en la vía de recepción. Para una antena que tiene una relación típica de onda estacionaria de 2, la reflexión es de aproximadamente -10 dB.

Una segunda solución conocida puede ser el uso de un circuito de cancelación, cuando el aislamiento entre las antenas de transmisión y de recepción o entre las vías de transmisión y de recepción es insuficiente para evitar el problema de interferencia. El principio es que se añade una señal en la vía de recepción. Esta señal es igual a la señal no deseada de interferencia, pero tiene una fase opuesta, de forma que las dos señales se cancelan entre sí. Además, cuando se añade la señal de cancelación antes del primer amplificador de bajo ruido (LNA), se puede evitar la saturación de este LNA. Hay que señalar que la fase y la amplitud de la señal de cancelación dependen de la frecuencia.

En un circuito pasivo de cancelación, solo se utilizan componentes pasivos para extraer la señal de transmisión e insertarla con la fase y la amplitud requeridas en la vía de recepción. La fase y la amplitud de la señal de cancelación están establecidas de antemano, dando por sentado de ese modo que la fase y la amplitud de la señal de transmisión son estables en el tiempo, aunque no sean estables, debido a las variaciones de temperatura del circuito de cancelación. Esto establece un límite práctico a la cantidad de cancelación que puede obtenerse.

Como un primer ejemplo de un circuito pasivo de cancelación, la patente US nº 5691978 titulada "Self-Cancelling Full-Duplex RF Communication System" describe un sistema en el que la fase y la amplitud están establecidos en valores fijos utilizando extracciones coincidentes. En realidad, no se describen medios para el ajuste de la fase ni de la amplitud. Como consecuencia, este diseño es poco práctico en un sistema en el que la frecuencia de la señal de transmisión puede cambiar y no puede prever las variaciones de fase y de amplitud en el tiempo. Además, este diseño es inadecuado para un sistema con múltiples señales de transmisión simultáneas.

La invención está definida por las características de la reivindicación independiente 1.

La patente US nº 5815803 proporciona otro ejemplo de un sistema pasivo de cancelación para un sistema con una antena combinada de transmisión/recepción. El diseño es tal, que soluciona inherentemente el problema de inestabilidad de fase y de amplitud. Sin embargo, este circuito solo cancela el escape a través del circulador. No se refiere a la señal de transmisión que se refleja en la antena.

La patente US nº US2005/0245216 da a conocer un transceptor que comprende características de rechazo de señales de interferencia, en el que el rechazo de señales consiste en extraer un componente de señal de una señal

transmitida antes de la amplificación hasta un nivel de salida, y encaminar la señal extraída a una vía de recepción a través de un circuito de compensación.

5 Otra solución más puede ser el uso de un circuito activo de cancelación, que supone el uso de un bucle de realimentación para ajustar la señal de cancelación. Esto permite corregir variaciones de la fase y de la amplitud en el tiempo. La cantidad de cancelación obtenida depende de la capacidad del bucle de realimentación de seguir la señal. Los diseños existentes son principalmente para sistemas en los que se debe cancelar una única señal de frecuencia. Sin embargo, es muy difícil diseñar un circuito activo de cancelación para múltiples señales simultáneas y aún no se ha implementado con éxito en la práctica.

10 La presente invención tiene como objetivo proporcionar un aparato para emitir y recibir señales de radiofrecuencia, comprendiendo el aparato un circuito de cancelación, que trata tanto con la señal de transmisión que se refleja en la antena como con la señal de transmisión que escapa a través del circulador. Con ese fin, la presente invención propone extraer una pequeña parte de la señal de transmisión e insertarla en la vía de recepción con la fase y la amplitud ajustadas. En su sentido más general, la invención proporciona un aparato para emitir y recibir señales de radiofrecuencia. Comprende medios para transmitir al menos una señal por medio de una antena, medios para recibir señales por medio de la misma antena y medios para aislar los medios de transmisión de los medios de recepción. El aparato también comprende:

- medios para extraer una primera parte de la señal a ser transmitida;
- medios para controlar la amplitud y la fase de la primera parte de la señal;
- medios para introducir la primera parte de la señal en los medios de recepción después de que se ha amplificado y desfasado dicha primera parte de la señal, de forma que se cancele en los medios de recepción interferencias debidas a porciones de la señal que han entrado de forma no deseada en los medios de recepción, incluyendo las interferencias debidas a la porción de la señal que se refleja en la antena y las interferencias debidas a la porción de la señal que escapa a través de los medios de aislamiento.

En una realización preferente, también puede comprender:

- 25 - medios para extraer una segunda parte de la señal a ser transmitida;
- medios para introducir la segunda parte de la señal en los medios de recepción, tal como para cancelar en gran medida en los medios de recepción interferencias debidas a porciones de la señal (T1) que han entrado de forma no deseada en los medios de recepción.

30 En una realización preferente, los medios para introducir la segunda parte de la señal en los medios de recepción pueden comprender un acoplador híbrido de 180 grados, tal como para extraer en los medios de recepción la porción no deseada de la señal. Los medios para introducir la primera parte de la señal en los medios de recepción pueden comprender, entonces, un extractor y/o el acoplador híbrido de 180 grados, tal como para extraer en los medios de recepción la porción no deseada de la señal.

35 En una realización preferente, los medios de transmisión pueden comprender primeros medios de combinación, que pueden estar dispuestos de forma que sea transmisible una pluralidad de señales por medio de la antena. El aparato también puede comprender una pluralidad de medios para extraer una primera parte de cada una de las señales respectivamente y una pluralidad de medios para controlar la amplitud y la fase de cada una de las primeras partes de las señales, respectivamente. Los medios para introducir la primera parte de la señal en los medios de recepción pueden comprender segundos medios de combinación, que pueden estar dispuestos de forma que la primera parte de cada una de las señales (T1, T2, T3, T4) pueda ser introducida en los medios de recepción después de que dicha primera parte de la señal haya sido amplificada y desfasada.

En una realización preferente, los medios para controlar la amplitud y la fase de la primera parte de la señal pueden comprender medios de amplificación y/o medios de desfase y/o medios para ajustar la ganancia de los medios de amplificación y para ajustar el desfase de los medios de desfase.

45 En una realización preferente, los medios de amplificación pueden comprender un amplificador controlado digitalmente y/o los medios de desfase pueden comprender un desfasador controlado digitalmente.

50 En una realización preferente, los medios para ajustar la ganancia y para ajustar el desfase pueden comprender una tabla de consulta, conteniendo la tabla de consulta una palabra de amplitud predeterminada y una palabra de fase predeterminada en correspondencia con la frecuencia de la señal a ser transmitida, la palabra de amplitud y la palabra de fase proporcionadas al amplificador controlado digitalmente y al desfasador controlado digitalmente para ajustar su ganancia y su desfase, respectivamente.

Preferentemente, antes del uso del aparato, se determinan las palabras de amplitud y las palabras de fase como una función de la frecuencia por medio de un procedimiento de calibración y luego son almacenadas en la tabla de consulta.

En una realización preferente, los medios para ajustar la ganancia y para ajustar el desfase pueden comprender un filtro de impulsos finitos, recibiendo el filtro de impulsos finitos señales procedentes de los medios de recepción después de que han sido convertidas en digitales, estando sintonizado el filtro de impulsos finitos a la frecuencia de la señal a ser transmitida, de forma que se proporcione a una unidad de control de realimentación únicamente las señales en dicha frecuencia, determinando la unidad de control de realimentación una palabra de amplitud y una palabra de fase adecuadas para cancelar las señales en dicha frecuencia, siendo proporcionadas la palabra de amplitud y la palabra de fase al amplificador controlado digitalmente y al desfaseador controlado digitalmente para ajustar su ganancia y su desfase, respectivamente.

En una realización preferente, los medios de recepción pueden comprender un filtro pasabanda y un amplificador de bajo ruido, los medios de transmisión pueden comprender un amplificador.

Por lo tanto, una ventaja adicional proporcionada por un circuito de cancelación según la presente invención en cualquiera de sus aspectos es que es adecuado para sistemas con múltiples señales simultáneas de transmisión, cambiando la frecuencia de cada señal de transmisión.

A continuación se describen ejemplos no limitantes de circuitos de cancelación según la presente invención con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 ilustra de forma esquemática el principio general de un aparato según la invención;
- la figura 2 ilustra de forma esquemática una primera realización ejemplar de un circuito pasivo de cancelación según la invención;
- la figura 3 ilustra de forma esquemática una segunda realización ejemplar de un circuito activo de cancelación según la invención.

La Figura 1 ilustra de forma esquemática el principio general de un aparato según la invención. Cuatro fuentes de transmisión que proporcionan señales T1, T2, T3 y T4 hacen uso, respectivamente, de una misma antena 1. Merece la pena hacer notar que el principio de la invención también funciona con cualquier otro número de líneas de transmisión. Cada señal T1, T2, T3 y T4 pasa a través de un extractor con referencia 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Entonces, se combinan las señales T1, T2, T3 y T4 en un combinador 6. A continuación, se amplifican las señales combinadas por medio de un amplificador 7. En el caso en el que la intensidad de las señales combinadas sea lo suficientemente alta, se puede omitir el amplificador 7. De forma alternativa, las señales también pueden ser amplificadas antes de que sean combinadas. Después, las señales combinadas pasan a través de un extractor 8 y un circulador 9, y luego son difundidas por medio de la antena 1.

Se utiliza la antena 1 tanto para transmitir como para recibir. El circulador 9 sirve para aislar la vía de transmisión de la vía de recepción. Normalmente, el circulador 9 proporciona un aislamiento de transmisión-recepción de aproximadamente 20 dB, lo que significa que parte de la señal de transmisión escapa a través del circulador 9. Además, la señal de transmisión se refleja en la antena 1 y luego entra la vía de recepción. Suponiendo que la antena 1 tenga una relación típica de onda estacionaria de 2, se puede esperar que la reflexión sea de aproximadamente -10 dB. Para evitar la saturación de un LNA 10 dispuesto en la vía de recepción, se pueden cancelar estas señales no deseadas en la vía de recepción como se explica a continuación.

Las señales recibidas por la antena 1 pasan a través del circulador 9 y luego llegan a un puerto A de un acoplador híbrido 11 de 180 grados. Además, la señal de transmisión reflejada por la antena 1 y la señal directa de transmisión que escapa a través del circulador 9 siguen esta vía desde el circulador 9 hasta el puerto A. Por medio del extractor 8, se extrae parte de la señal de transmisión y luego es enviada a un puerto B del híbrido 11. Una salida  $\Delta$  del híbrido 11 proporciona la diferencia entre la entrada en el puerto A y la entrada en el puerto B (A-B). Se escoge el extractor 8 de forma que la señal extraída tenga aproximadamente la misma magnitud que la señal no deseada, de forma que las dos se cancelen entre sí en gran medida en A-B. Sin embargo, no se consigue aún una cancelación completa de la señal no deseada, debido a que la magnitud de la señal de transmisión que se refleja en la antena 1 varía con la frecuencia, mientras que el extractor 8 extrae una porción de la señal de transmisión que es esencialmente constante en función de la frecuencia. Además, puede haber un desfase cuando la señal de transmisión se refleja en la antena 1. Como consecuencia, las señales no deseadas de transmisión permanecen en la vía de recepción.

Se consigue una cancelación adicional de sintonización precisa como sigue. Parte de cada señal T1, T2, T3 y T4 de transmisión es extraída con extractores 2, 3, 4 y 5, respectivamente. Cada una de estas señales es encaminada a un amplificador ajustable 12, 13, 14 y 15, respectivamente, y a un desfaseador 16, 17, 18 y 19, respectivamente. A continuación, se combinan estas señales por medio de un combinador 20 y luego son insertadas en la vía de recepción por medio de un extractor 21. En la realización ejemplar de la Figura 1, se insertan estas señales antes del híbrido 11. Sin embargo, también pueden ser insertadas después del híbrido 11, siempre que sean insertadas antes del LNA 10. Las ganancias de los amplificadores 12, 13, 14 y 15 y los desfases de los desfaseadores 16, 17, 18 y 19 están ajustados, de forma que se cancelen las señales no deseadas de transmisión restantes. El ajuste apropiado de las ganancias y de los desfases está garantizado por un módulo 23 de control. Como consecuencia, la salida  $\Delta$  del híbrido 11 proporciona la señal recibida con la señal de transmisión cancelada. Es recomendado, pero

no requerido, utilizar un filtro pasabanda 22 antes del primer LNA 10, para filtrar señales no deseadas fuera de la banda. La suma de la salida del híbrido 11 es terminada con una carga a tierra.

La Figura 2 ilustra de forma esquemática una primera realización ejemplar de un circuito pasivo de cancelación según la invención, que puede hacer uso de tablas de consulta para ajustar la fase y la amplitud de las señales de cancelación. Por cada una de las señales T1, T2, T3 y T4 que puede necesitar ser cancelada en la vía de recepción, el módulo 23 de control puede comprender unidades 24, 25, 26 y 27 de control que permiten ajustar las ganancias de los amplificadores 12, 13, 14 y 15 y los desfases de los desfasadores 16, 17, 18 y 19, respectivamente. Por ejemplo, se puede enviar una palabra de frecuencia a la unidad 24 de control. La palabra de frecuencia puede proporcionar la frecuencia de la señal T1 que debe ser cancelada. Entonces, la unidad 24 de control puede utilizar una tabla de consulta para encontrar la ganancia y el desfase requeridos para la frecuencia respectiva. Se pueden enviar la ganancia y el desfase en forma de una palabra de amplitud y una palabra de fase al amplificador digital 12 y al desfasador digital 16, respectivamente. En la presente realización ejemplar de la invención, los amplificadores 12, 13, 14 y 15 y los desfasadores 16, 17, 18 y 19 pueden ser controlados digitalmente. Sin embargo, en otra realización pueden ser controlados mediante señales de control analógico. Como tal, se puede conseguir una cancelación óptima para cada frecuencia. Se puede construir la tabla de consulta al aplicar un procedimiento de calibración antes del uso del sistema. Gracias a este procedimiento de calibración, se pueden determinar la ganancia y el desfase requeridos como una función de la frecuencia. Como resultado, se puede obtener un circuito pasivo de cancelación completa, que puede cancelar múltiples señales a diversas frecuencias. Debido a que es un circuito pasivo, no puede corregir variaciones de fase y de amplitud en el tiempo. Sin embargo, cuando se mantiene el circuito a una temperatura constante, la fase y la amplitud pueden ser constantes en el tiempo.

La Figura 3 ilustra de forma esquemática una segunda realización ejemplar de un circuito activo de cancelación según la invención, que puede utilizar bucles de realimentación para ajustar la fase y la amplitud de las señales de cancelación. La señal recibida, después de que ha pasado a través del LNA 10, puede ser convertida en digital en un convertidor 28 de analógico a digital (A/D). El convertidor 28 de A/D puede tener cuatro salidas para recibir líneas. También puede tener cuatro salidas para el circuito de cancelación, siendo el número de salidas el mismo que el número de líneas de transmisión. Cada una de estas cuatro salidas puede estar conectada a un filtro de respuesta por impulsos finitos (FIR) de entre 29, 30, 31 y 32. Cada uno de los filtros 29, 30, 31 y 32 de FIR puede estar sintonizado a la frecuencia de la señal T1, T2, T3 y T4 de transmisión, respectivamente. Cada uno de los filtros 29, 30, 31 y 32 de FIR puede tener su salida conectada a una unidad 33, 34, 35 y 36 de control de realimentación, respectivamente. Cada una de estas unidades de control puede detectar hasta qué extremo se cancela su señal respectiva de transmisión y puede ajustar entonces la ganancia de su amplificador respectivo y el desfase de su desfasador respectivo de forma apropiada.

En la presente realización, cada uno de los filtros 29, 30, 31 y 32 de FIR necesita conocer la frecuencia de su señal respectiva T1, T2, T3 y T4. Para sintonizar la frecuencia correcta, las fuentes de transmisión también requieren una señal de control de frecuencia. Cuando las fuentes de transmisión están controladas por una señal digital de control, se puede utilizar la misma señal de control para controlar los filtros de FIR. Si la señal de control para las fuentes de transmisión es analógica, se pueden utilizar convertidores de A/D para crear una señal digital de control para los filtros 29, 30, 31 y 32 de FIR.

En la presente realización, el circuito de cancelación puede trabajar con una arquitectura digital de recepción. Sin embargo, también se puede aplicar el mismo principio a una arquitectura analógica de recepción. Entonces, se puede enviar la salida del LNA 10 a un filtro separador. El número de salidas del filtro separador debe ser suficiente como para abarcar el número de líneas de recepción y el número de líneas de realimentación, siendo estas cuatro en el presente ejemplo. Entonces, cada una de estas cuatro salidas al circuito de realimentación pueden llegar a un filtro pasabanda estrecho, que puede estar configurado para dejar pasar la frecuencia respectiva de transmisión. Entonces, se puede enviar la salida de cada uno de los filtros pasabanda estrechos a una unidad analógica de control de realimentación, que puede detectar entonces hasta qué grado se cancela la señal respectiva de transmisión y luego ajustar, de forma apropiada, la ganancia de su amplificador respectivo y el desfase de su desfasador respectivo. Se pueden controlar el amplificador y el desfasador con señales analógicas procedentes de la unidad de control de realimentación.

Debido a que un circuito de cancelación según la invención tiene una señal de cancelación para cada frecuencia de transmisión, es capaz de cancelar la interferencia procedente de múltiples señales simultáneas de transmisión. Además, para cada señal de transmisión, se ajusta la fase y la amplitud de la señal de cancelación, por ejemplo haciendo uso de una tabla de consulta o de un circuito de realimentación. Por lo tanto, se puede ajustar automáticamente la señal de cancelación cuando se cambia la frecuencia de transmisión.

**REIVINDICACIONES**

1. Un aparato para emitir y recibir señales de radiofrecuencia, que comprende:

- medios de transmisión que comprenden primeros medios (6) de combinación, que están dispuestos de forma que sea transmisible una pluralidad de señales (T1, T2, T3, T4) por medio de una antena (1);
- medios de recepción de señales por medio de la misma antena (1);
- medios (9) para aislar los medios de transmisión de los medios de recepción;
- una pluralidad de medios (2, 3, 4, 5) para extraer una primera parte de cada una de las señales (T1, T2, T3, T4) a ser transmitidas, respectivamente;

una pluralidad de medios para controlar la amplitud y la fase de cada una de las primeras partes de las señales (T1, T2, T3, T4), respectivamente; medios para introducir la primera parte de las señales (T1, T2, T3, T4) en los medios de recepción después de que haya sido amplificada y desfasada dicha primera parte de las señales (T1, T2, T3, T4), de forma que sean canceladas en los medios de recepción las interferencias debidas a porciones de las señales (T1, T2, T3, T4) que han entrado de forma no deseada en los medios de recepción.

2. Un aparato según la Reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende:

- medios (8) para extraer una segunda parte de las señales (T1, T2, T3, T4) a ser transmitidas;
- medios para introducir la segunda parte de cada una de las señales (T1, T2, T3, T4) en los medios de recepción, de forma que sean canceladas en los medios de recepción las interferencias debidas a porciones de las señales (T1, T2, T3, T4) que han entrado de forma no deseada en los medios de recepción.

3. Un aparato según la Reivindicación 2, **caracterizado porque** los medios para introducir la segunda parte de las señales (T1, T2, T3, T4) en los medios de recepción comprenden un acoplador híbrido (11) de 180 grados, de forma que sean extraídas en los medios de recepción las porciones no deseadas de las señales (T1, T2, T3, T4).

4. Un aparato según la Reivindicación 3, **caracterizado porque** los medios para introducir la primera parte de las señales (T1, T2, T3, T4) en los medios de recepción comprenden:

- un extractor (21); y/o
- el acoplador híbrido (11) de 180 grados, de forma que sean extraídas en los medios de recepción las porciones no deseadas de las señales (T1, T2, T3, T4).

5. Un aparato según la Reivindicación 1, **caracterizado porque** cada uno de los medios para controlar la amplitud y la fase de la primera parte de cada una de las señales (T1, T2, T3, T4) comprende:

- medios (12, 13, 14, 15) de amplificación; y/o
- medios (16, 17, 18, 19) de desfase; y/o
- medios (23) para ajustar la ganancia de los medios de amplificación (12, 13, 14, 15) y para ajustar el desfase de los medios de desfase (16, 17, 18, 19).

6. Un aparato según la Reivindicación 5, **caracterizado porque**:

- cada uno de los medios de amplificación comprende un amplificador controlado digitalmente (12, 13, 14, 15); y/o
- cada uno de los medios de desfase comprende un desfasador controlado digitalmente (16, 17, 18, 19).

7. Un aparato según la Reivindicación 6, **caracterizado porque** los medios (23) para ajustar la ganancia y para ajustar el desfase comprenden una tabla (24) de consulta, conteniendo la tabla de consulta una palabra de amplitud predeterminada y una palabra de fase predeterminada en correspondencia con la frecuencia de cada una de las señales (T1, T2, T3, T4) a ser transmitidas, siendo proporcionadas las palabras de amplitud y las palabras de fase a los amplificadores controlados digitalmente (12, 13, 14, 15) y a los desfasadores controlados digitalmente (16, 17, 18, 19) para ajustar sus ganancias y desfases, respectivamente.

8. Un aparato según la Reivindicación 7, **caracterizado porque**, antes del uso del aparato, son determinadas las palabras de amplitud y las palabras de fase como una función de la frecuencia por medio de un procedimiento de calibración y son almacenadas en la tabla (24) de consulta.

9. Un aparato según la Reivindicación 6, **caracterizado porque** los medios (23) para ajustar la ganancia y para ajustar el desfase comprenden un filtro (29) de impulsos finitos, recibiendo el filtro de impulsos finitos señales procedentes de los medios de recepción después de que han sido convertidas a digitales, estando sintonizado el filtro de impulsos finitos a la frecuencia de las señales (T1, T2, T3, T4) a ser transmitidas, de forma que se proporcione a una unidad (33) de control de realimentación únicamente las señales a dicha frecuencia, determinando la unidad de control de realimentación una palabra de amplitud y una palabra de fase adecuadas

para cancelar las señales a dicha frecuencia, siendo proporcionadas la palabra de amplitud y la palabra de fase a los amplificadores controlados digitalmente (12, 13, 14, 15) y a los desfasadores controlados digitalmente (16, 17, 18, 19) para ajustar sus ganancias y desfases, respectivamente.

- 5
10. Un aparato según la Reivindicación 7 o 9, **caracterizado porque** los medios de recepción comprenden un filtro pasabanda (22).
  11. Un aparato según la Reivindicación 7 o 9, **caracterizado porque** los medios de recepción comprenden un amplificador (10) de bajo ruido.
  12. Un aparato según la Reivindicación 7 o 9, **caracterizado porque** los medios de transmisión comprenden un amplificador (7).

10

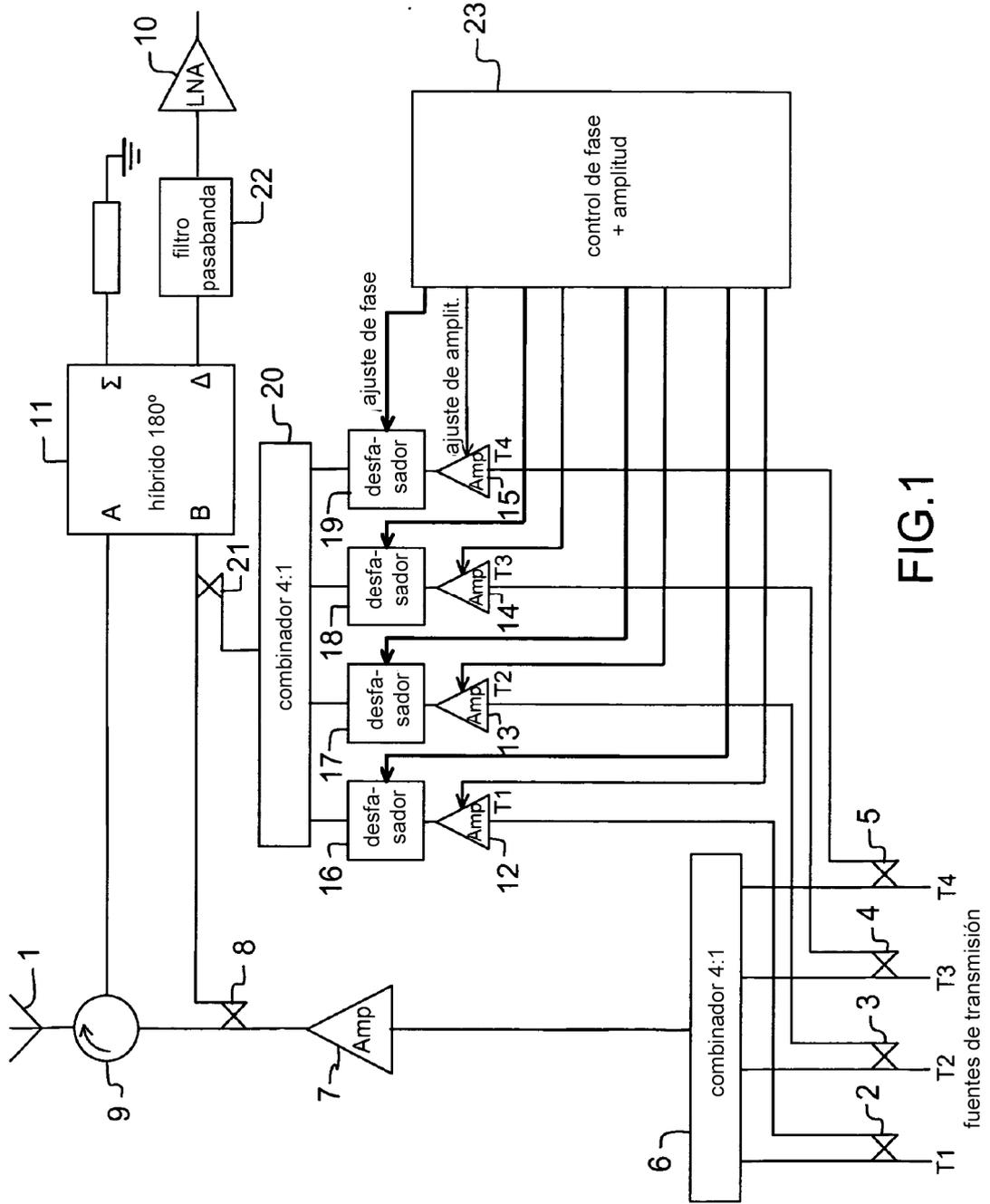


FIG.1

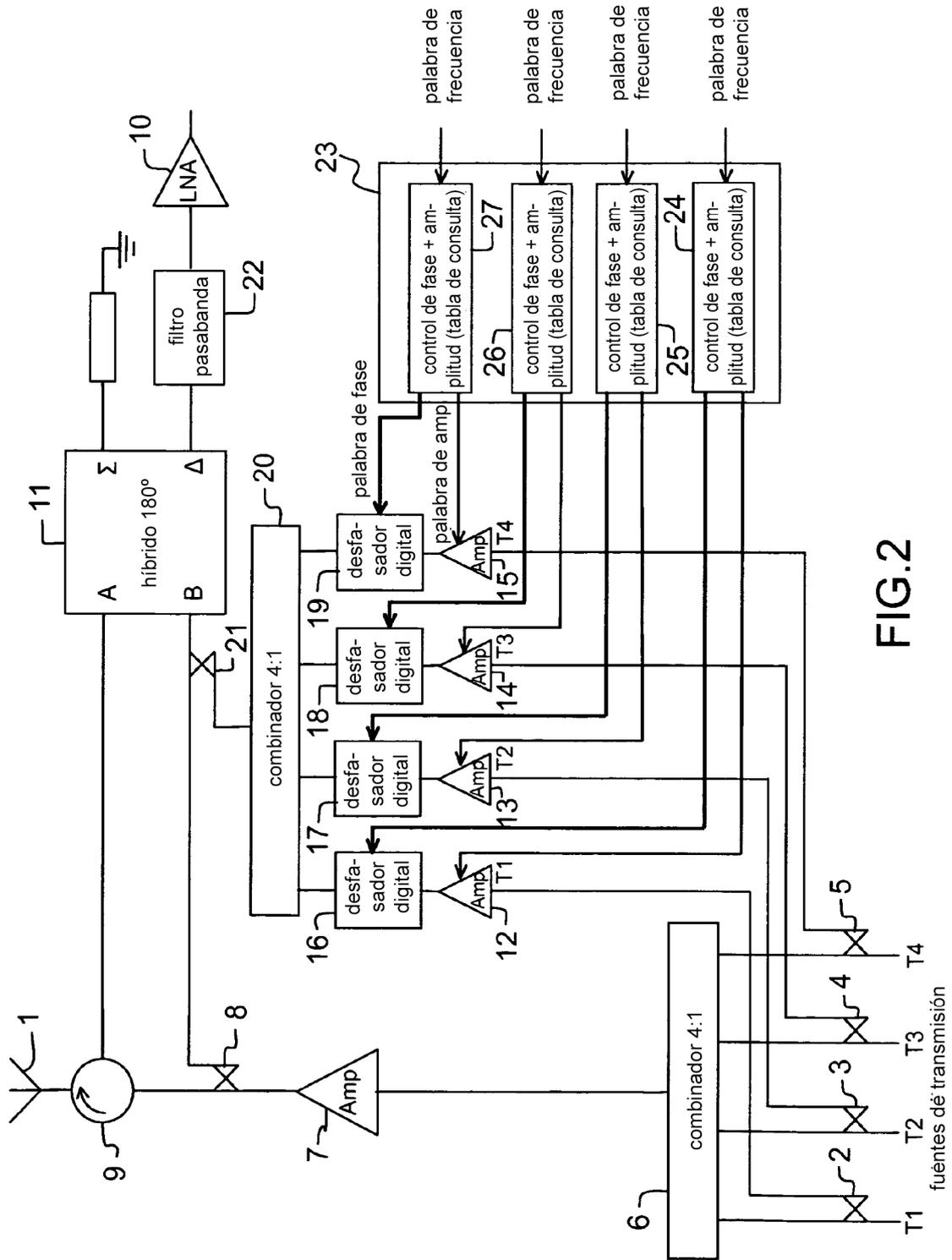


FIG. 2

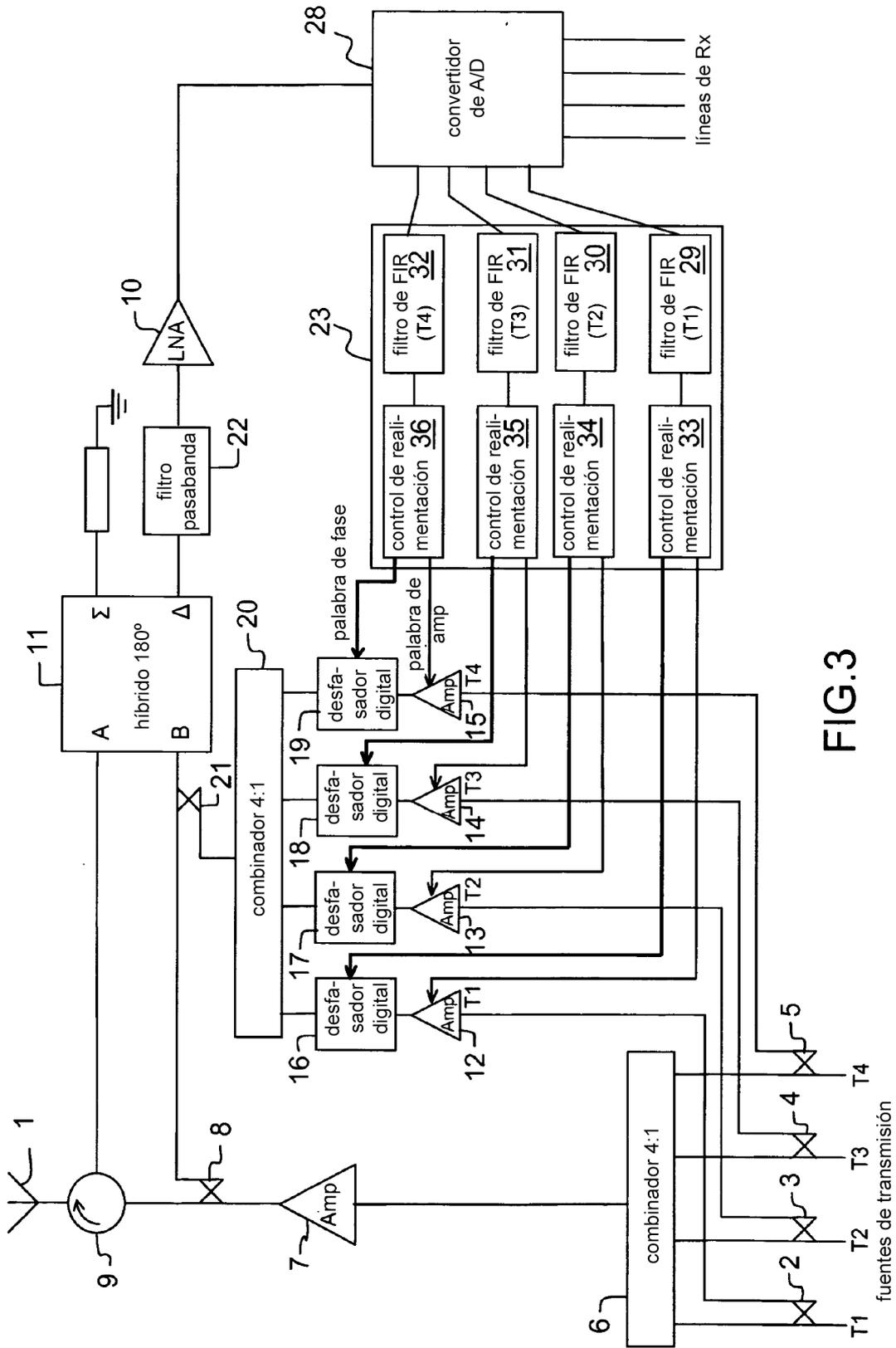


FIG.3