

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 949**

51 Int. Cl.:
H01Q 3/24 (2006.01)
H01Q 3/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **11156010 .8**
- 96 Fecha de presentación: **25.02.2011**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **2363917**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.09.2011**

54 Título: **Formador analógico de vías reconfigurable para una red de antenas**

30 Prioridad:
26.02.2010 FR 1000807

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
05.11.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
05.11.2012

73 Titular/es:
THALES (100.0%)
45, rue de Villiers
92200 Neuilly Sur Seine, FR

72 Inventor/es:
RENARD, CHRISTIAN;
CHABOD, LUC y
POUDEROUS, EMILE

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 389 949 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

Formador analógico de vías reconfigurable para una red de antenas

La invención se sitúa en el campo de las redes de antenas, en particular de las antenas activas de barrido electrónico. Se refiere a un formador de vías que puede equipar tal red de antenas y a un dispositivo de antena que incluye una red de antenas y un formador de vías.

Una red de antenas denominada activa presenta una arquitectura de amplificación distribuida, es decir que comprende un elemento de amplificación de radiofrecuencia posicionado entre el punto de entrada de la red de antenas y cada elemento radiante de la red de antenas. Los elementos de amplificación son, generalmente, módulos que pueden ser utilizados a la vez en modo de emisión y en modo de recepción. Una red de antenas activa de barrido electrónico permite modificar con control electrónico la directividad y la orientación del haz emitido por la red de antenas. Para esto, los módulos de emisión y de recepción insertados entre el punto de entrada de la red de antenas y los elementos radiantes incluyen, además, elementos de desfase. Una antena de barrido electrónico permite de este modo, en tiempos relativamente cortos, asegurar bien un barrido continuo del espacio, bien apuntamiento sucesivos en direcciones bien determinadas, bien alternancias de haz estrecho/haz extendido, bien cualquier otra combinación de estas situaciones.

Las redes de antenas pueden incluir un gran número de elementos radiantes, que pueden alcanzar varios millares. En este caso, los módulos de emisión/recepción asociados a los elementos radiantes no están por lo general controlados individualmente sino por en bloques. Los elementos radiantes y sus módulos de emisión/recepción asociados están de este modo agrupados en diferentes conjuntos denominados subredes. Desde el punto de vista de la cadena de procesamiento de la red de antenas, una subred es percibida como que incluye un único módulo de emisión/recepción y un único elemento radiante.

Las redes de antenas actuales para aplicación de radar aerotransportadas están típicamente divididas en cuatro subredes. La figura 1 representa esquemáticamente una red de antenas 1 que comprende, por una parte, elementos radiantes 2 dispuestos formando un disco y, por otra parte, un formador de vías 3. La red de antenas 1 está dividida en cuatro subredes que forman geométricamente cuatro cuadrantes 2a, 2b, 2c y 2d. Cada cuadrante genera una señal de radiofrecuencia RFa-RFb sensiblemente igual a la suma de todas las señales de radiofrecuencia asociadas a los elementos radiantes de la subred considerada. El formador de vías 3 incluye cuatro acopladores conocidos por el experto en la técnica con el nombre de "Tés mágicas". Un primer acoplador 31 recibe respectivamente en una primera y una segunda entradas la señal RFa del primer cuadrante 2a y la señal de radiofrecuencia RFb del segundo cuadrante 2b. Una primera salida del primer acoplador 31 proporciona en una primera vía 3a una señal de radiofrecuencia RFa+FB igual a la suma de las señales de radiofrecuencia RFa y RFb. Una segunda salida del primer acoplador 31 proporciona en una segunda vía 3b una señal de radiofrecuencia RFa+b igual a la señal de radiofrecuencia RFa sustraída de la señal de radiofrecuencia RFb. De manera simétrica, un segundo acoplador 32 recibe respectivamente en una primera y una segunda entrada la señal de radiofrecuencia RFc del tercer cuadrante 2c y la señal de radiofrecuencia RFd del cuarto cuadrante 2d. Una primera salida del segundo acoplador 32 proporciona en una tercera vía 3c una señal de radiofrecuencia RFc+RFd igual a la suma de las señales de radiofrecuencia RFc y RFd. Una segunda salida del segundo acoplador 32 proporciona en una cuarta vía una señal de radiofrecuencia RFc-d igual a la señal de radiofrecuencia RFc y RFd. Una segunda salida del segundo acoplador 32 proporciona en una cuarta vía 3d una señal de radiofrecuencia RFc-d igual a la señal de radiofrecuencia RFd. Un tercer acoplador 33 recibe respectivamente en una primera y una segunda entrada la señal de radiofrecuencia RFΣ, denominada "señal de suma", igual a la suma de las señales de radiofrecuencia RFa+b y RFc+d. Una segunda salida de este acoplador 33 proporciona una señal de radiofrecuencia RFΔC, denominada "señal de diferencia circular" igual a la señal de radiofrecuencia RFc+d sustraída de la señal de radiofrecuencia RFa+b. Finalmente, un cuarto acoplador 34 proporciona una señal de radiofrecuencia RFΔE, denominada "señal de diferencia de elevación" igual a la suma de las señales de radiofrecuencia RFa+b y RFc-d. Las señales de suma, diferencia circular, y diferencia de elevación se llaman habitualmente señales de monopolso. Estas señales son generalmente recibidas en vías de recepción de una cadena de procesamiento.

Se puede introducir un grado de libertad en la formación de las señales de suma, diferencia circular y diferencia de elevación. Con este fin, cada cuadrante 2a-b se divide en dos sectores, incluyendo de este modo la red de antenas ocho subredes. El formador de vías 3 incluye, además de los acopladores 31-34, un conjunto formado por un conmutador de transferencia y un acoplador para cada cuadrante 2a-2d de la red de antenas. La figura 2 ilustra esquemáticamente el cuadrante 2d de tal red de antenas. El cuadrante 2d está dividido en dos sectores 21 y 22, proporcionando cada sector una señal de radiofrecuencia RF21 o RF22. Un acoplador 23 y un conmutador de transferencia 24 están dispuestos para recibir las señales de radiofrecuencia RF21 y RF22 y proporcionar en una vía 25 una señal de radiofrecuencia RF25 igual, bien a la señal de radiofrecuencia RF22, bien a la suma de las señales de radiofrecuencia RF21 y RF22, en función del estado del conmutador 24. La vía 25 está conectada a la segunda entrada del acoplador 32. La vía 25 está conectada a la segunda entrada del acoplador 32. El conjunto formado por el conmutador de transferencia y el acoplador de cada cuadrante 2a-2d permite de este modo que el formador de vías 3 proporcione señales de monopolso basados bien en el conjunto de los elementos radiantes 2 de la red de antenas 1, bien en una parte solo de los elementos radiantes 2 de la red de antenas 1.

Sin embargo, con el desarrollo de los procesamientos de radar, este grado de libertad es insuficiente. En efecto, las redes de antenas necesitan una división cada vez más fina de la red al mismo tiempo que una posibilidad de

reconfiguración del encaminamiento de las señales de radiofrecuencia en las diferentes vías de recepción de la red de antenas. A título de ejemplo, se pueden mencionar los procesamientos adaptativos espacio-temporales conocidos por el experto en la técnica por la expresión anglosajona "Space-Time Adaptive Processing" o STAP. Estos procesamientos permiten combatir los ecos parásitos y eliminar las señales parásitas emitiendo un haz cuyo diagrama de radiación presenta un lóbulo principal relativamente fino y efectuando un procesamiento multivías en la recepción. Más generalmente, una red de antenas puede ser utilizada en múltiples aplicaciones, tales como la detección y el seguimiento de objetivos, la guerra electrónica o también las comunicaciones. Las subredes se deben entonces agrupar según combinaciones que dependen de la aplicación.

Los formadores clásicos de vías son fijos, en el sentido en que no pueden ser configurados para realizar otras operaciones en las señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes distintas de las operaciones preestablecidas. Por ejemplo, no permiten proporcionar otras señales distintas de las señales de suma, diferencia circular y diferencia de elevación. Los formadores clásicos de vías no permiten tampoco agrupar subredes según combinaciones variables. Por lo tanto están por lo general limitados a una sola aplicación específica. Una solución para realizar cualquier combinación de subredes sería digitalizar individualmente todas las señales de radiofrecuencia y sumarlas digitalmente. Tal solución es sin embargo poco considerable a medio plazo para antenas que comprenden un gran número de subredes, por ejemplo superior a ocho. La conversión analógica-digital y el encaminamiento de una señal de radiofrecuencia para cada subred plantean problemas de coste y de dimensión evidentes, en particular cuando las señales de radiofrecuencia son de banda ancha.

El documento FR 2686457 A1 describe una antena de barrido electrónico que incluye varios grupos de transductores asociados cada uno a un multiplexor.

Un objetivo de la invención es proporcionar un formador de vías que sea reconfigurable, es decir que permita agrupar las subredes según las diferentes combinaciones.

El objetivo de la invención se alcanza mediante la introducción, en un formador de vías que puede equipar una antena de MxN subredes y que compone M vías de salida, de conjuntos de conmutadores y de sumadores dispuestos en seudocascada para que, en cada vía de salida, un sumador pueda recibir cualquier combinación de N señales de radiofrecuencia procedente de las MxN subredes en función del estado de los conmutadores, proporcionando el sumador en una vía de salida una señal de radiofrecuencia igual a la suma de las señales de radiofrecuencia recibidas.

Según un primer modo de realización de la invención, el formador de vías incluye:

- un primer conjunto de MxN conmutadores que comprenden cada uno una entrada y M salidas, siendo la entrada de cada conmutador capaz de recibir una señal de radiofrecuencia procedente de una de las subredes, y
- para cada vía de salida:
 - un segundo elemento de MxN-N conmutadores que comprenden cada uno una entrada y N salidas, estando la entrada de cada conmutador conectada a una salida de uno de los conmutadores del primer conjunto,
 - un tercer conjunto de N conmutadores que comprenden cada uno MxN-N+1 entradas y una salida, estando las entradas de cada conmutador conectadas a una salida de cada uno de los conmutadores del segundo conjunto y a una salida de uno de los N conmutadores del primer conjunto no conectados a uno de los conmutadores del segundo conjunto, y
 - un sumador que comprende N entradas y una salida, estando las entradas conectadas a la salida de cada uno de los conmutadores del tercer conjunto, formando la salida una vía de salida.

Según un segundo modo de realización de la invención, el formador de vías incluye:

- un primer conjunto de M conmutadores que comprenden cada uno una entrada y M salidas, siendo la entrada de cada conmutador capaz de recibir una señal de radiofrecuencia procedente de una de las subredes.
- un segundo conjunto de MxN-N conmutadores que comprenden cada uno una entrada y MxN salidas, siendo la entrada de cada conmutador capaz de recibir una señal de radiofrecuencia procedente de una de las subredes, y
- para cada vía de salida:
 - un tercer conjunto de N conmutadores que comprenden cada uno MxN-N+1 entradas y una salida, estando las entradas de cada conmutador conectadas a una salida de uno de los M conmutadores del primer conjunto y a una salida de cada uno de los conmutadores del segundo conjunto, y
 - Un sumador que comprende N entradas y una salida, estando las entradas conectadas a la salida de cada uno de los conmutadores del tercer conjunto, formando la salida una vía de salida.

La invención tiene asimismo por objeto un dispositivo de antena que incluye una red de antenas y un formador de vías según el primer o el segundo modo de realización, comprendiendo la red de antenas MxN subredes cada una capaz de proporcionar una señal de radiofrecuencia y M vías de recepción cada una capaz de recibir una señal de radiofrecuencia, estando cada vía de salida del formador de vías conectado a una de las vías de recepción de la red de antenas.

La invención se entenderá mejor y se pondrán de manifiesto otras ventajas en la descripción detallada de modos de realización ofrecida a título de ejemplo, descripción realizada respecto de los dibujos anexos que representan:

- la figura 1, ya descrita, una red de antenas dividida en cuatro subredes y un formador de vías según la técnica anterior;
- 5 - la figura 2, ya descrita, un cuadrante de una red de antenas dividida en ocho subredes y un formador de vías adaptado según la técnica anterior;
- la figura 3, por un cuadro sinóptico, un ejemplo de realización de un formador de vías según un primer modo de realización de la invención;
- 10 - la figura 4, por un cuadro sinóptico, un ejemplo de realización de un formador de vías según un segundo modo de realización de la invención;
- la figura 5, un ejemplo de dispositivo de formación de vías que incluye un formador de vías según la técnica anterior y un formador de vías según la invención.

En el resto de la descripción, se denomina conmutador SPkT, a un conmutador que incluye una entrada y k salidas y que se puede controlar para establecer una conexión entre la entrada y una de las k salidas. El conmutador SPkT es bidireccional. Por consiguiente, los términos "entrada" y "salida" se utilizarán relativamente en el sentido de transmisión de la señal en el conmutador.

La figura 3 representa, por un cuadro sinóptico, un ejemplo de realización de un formador de vías 300 según un primer modo de realización de la invención. El formador de vías 300 está adaptado para una red de antenas que incluye dieciséis subredes 301_1 a 301_{16} , indicadas de manera genérica 301_i , y cuatro vías de recepción. Cada subred incluye uno o más elementos radiantes y proporciona, en modo de recepción, una señal de radiofrecuencia. En este ejemplo, el formador de vías 300 permite formar cuatro vías de salida, A, B, C y D, indicadas de manera genérica X, estando cada vía de salida compuesta por señales de radiofrecuencia procedentes de cuatro subredes. En la figura 3 solo se han representado los elementos relativos a la formación de la vía A. El formador de vías 300 incluye un primer conjunto 310 de dieciséis conmutadores SPAT 310_1 a 310_{16} . Estos conmutadores forman un primer nivel de conmutadores indicados de manera genérica 310_i . La entrada de cada conmutador 310_i está conectada a una salida de un subconjunto 301_i y puede por lo tanto recibir una señal de radiofrecuencia. Los conmutadores 310_i de primer nivel permiten dirigir la señal de radiofrecuencia de cada subred 301_i hacia una de las vías de salida X hacia una de las vías de salida X. El primer conjunto de conmutadores 310 es por lo tanto común a todas las vías de salida A a D. El formador de vías 300 incluye asimismo, para cada vía de salida X, un segundo conjunto X320 de doce conmutadores SP4T $X320_1$ a $X320_{12}$, indicados de manera genérica $X320_j$, así como un tercer conjunto X330 de cuatro conmutadores SP13T $X330_1$ a $X330_4$, indicados de manera genérica $X330_m$. Los conmutadores $X320_j$ de los cuatro conjuntos X320 y los conmutadores $X330_m$ de los cuatro conjuntos X330 forman respectivamente un segundo y un tercer nivel de conmutadores. La entrada de cada conmutador $A320_j$ está conectada a una salida de uno de los conmutadores 310_5 a 310_{16} , para recibir la señal de radiofrecuencia de una de las subredes 301_5 a 301_{16} . Asimismo, para las vías B, C y D, la entrada de cada conmutador B-D320_j está conectada a una salida de uno de los conmutadores 310_5 a 310_{16} , para recibir la señal de radiofrecuencia de una de las subredes 301_5 a 301_{16} . Las entradas del conmutador A330 están conectadas, por una parte, a una salida del conmutador 310_1 , y por otra parte, a una de las salidas de cada uno de los conmutadores A320_i. De manera similar, las entradas del conmutador A330₂ están conectadas, por una parte, a la salida del conmutador 310_2 , y por otra parte, a una de las salidas de cada uno de los conmutadores $X330_n$, con n comprendido entre 1 y 4, están conectadas, por una parte, a una salida del conmutador 310_n , y por otra parte, a una de las salidas de cada uno de los conmutadores $X320_j$. La función de cada conmutador de segundo nivel $X320_j$ es dirigir las señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes 301_5 a 301_{16} hacia uno de los conmutadores de tercer nivel $X330_m$ asociados a la vía de salida X correspondiente. La función de cada conmutador de tercer nivel $X330_m$ es seleccionar entre todas las señales de radiofrecuencia susceptibles de ser recibidas de las subredes 301_j , una de estas señales. El formador de vías 300 incluye además, para cada vía de salida X, un sumador X34 capaz de sumar cuatro señales de radiofrecuencia presentes en sus entradas y proporcionar la señal de radiofrecuencia resultante en una salida. En particular, las entradas de cada sumador X34 están conectadas a la salida de cada uno de los conmutadores $X330_m$ de la vía de salida X considerada. En cada una de las vías de salida A a D, es por lo tanto posible proporcionar una señal de radiofrecuencia igual a la suma de cuatro señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes 301_i . Cabe resaltar que los conmutadores SPkT del formador de vías 300 solo dirigen las señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes 301_i hacia uno de los consumidores X34. No duplican las señales. Por consiguiente, una señal de radiofrecuencia procedente de uno de las subredes 301_i solo puede componer la señal de radiofrecuencia procedente de una sola vía de salida a la vez y cada vía de salida solo puede incluir un solo caso de una señal de radiofrecuencia. El hecho de que una señal de radiofrecuencia procedente de una subred 301_i solo esté presente una vez en una de las vías de salida X explica que solo doce conmutadores de segundo nivel $X320_j$ por vía de salida X son necesarios para dirigir el conjunto de las señales de radiofrecuencias procedentes de las subredes 301_i en cada uno de los conmutadores de tercer nivel $X330_m$.

La descripción realizada con referencia a la figura 3 se refieren a un formador de vías para una red de antenas que incluye dieciséis subredes de elementos radiantes que deben estar agrupados para formar cuatro grupos de cuatro subredes cada uno. De manera más general, la invención se aplica a todo tipo de red de antenas que incluye MxN de subredes de deber ser agrupados para formar M grupos de N subredes. Dicho de otro modo, el formador de vías es un dispositivo que permite formar M vías de salida X a partir de MxN subredes 301_i que proporcionan cada uno una señal de radiofrecuencia, estando la señal de radiofrecuencia de cada vía de salida X formada por una suma de N señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes 301_i . El formador de vías según el primer modo de realización de la

invención incluye un primer conjunto 310 de $M \times N$ conmutadores SPMT 310_i y, para cada vía de salida X , un segundo conjunto $X320$ de $M \times N - N$ conmutadores SPMT 310_i , y para cada vía de salida X , un segundo conjunto $X320$ de $M \times N - N$ conmutadores SPNT $X320_j$, un tercer conjunto $X330$ de N conmutadores SP($M \times N - N + 1$)T $X330_m$ y un sumador por N $X34$, es decir capaz de sumar N señales de radiofrecuencia presentes en sus entradas y proporcionar la señal de radiofrecuencia resultante en una salida. La entrada de cada conmutador 310_i para poder recibir una señal de radiofrecuencia. La entrada de cada conmutador $X320_j$ del segundo conjunto $X320$ de cada vía de salida X está conectada a una salida de uno de los conmutadores 310_i del primer conjunto 310. Se trata por ejemplo de los conmutadores 310_{n+1} a $310_{M \times N}$. En cada vía de salida X , una de las entradas de cada conmutador $X330_m$ del tercer conjunto $X330$ está conectada a una salida de uno de los N conmutadores del primer conjunto 310 no conectados a uno de los conmutadores $X320_j$ del segundo conjunto $X320$, en su caso los conmutadores 310_i a 310_N y las otras entradas de cada conmutador $X330_m$ del tercer conjunto $X320_j$ del segundo conjunto $X320$ de la vía de salida X considerada. De este modo, cada conmutador $X330_m$ de cada vía de salida X es susceptible de recibir cualquiera de las señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes 301_i , salvo las señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes conectadas a los conmutadores 310_i del primer conjunto 310, ellas mismas conectadas a uno de los otros conmutadores $X330_m$ de la misma vía de salida X . En cada vía de salida X , las entradas del sumador $X34$ están conectadas a la salida de cada uno de los conmutadores $X330_m$ del tercer conjunto $X330$ de la vía de salida X considerada. Las salidas de los sumadores $X34$ forman las vías de salida X del formador de vías.

La figura 4 representa, mediante un cuadro sinóptico, un ejemplo de realización de un formador de vías 400 según un segundo modo de realización de la invención. El formador de vías 400 está adaptado para una red de antenas que incluye dieciséis subredes 301_1 a 301_{16} , indicadas de manera genérica 301_i . Como describe el formador de vías 300 con referencia a la figura 3, el formador de vías 400 permite formar cuatro vías de salida A , B , C y D , indicadas de manera genérica X , estando cada vía de salida compuesta por señales de radiofrecuencia procedentes de cuatro subredes. En la figura 4 solo están representados los elementos relativos a la formación de la vía A . El formador de vías 400 incluye un primer conjunto 410 de cuatro conmutadores SP4T 410_1 a 410_4 , indicados de manera genérica 410_p y un segundo conjunto 420 de doce conmutadores SP16T 420_1 a 420_{12} , indicados de manera genérica 420_q . Los conmutadores 410_p y 420_q forman respectivamente un primer y un segundo nivel de conmutadores. Estos conmutadores son comunes a todas las vías de salida A a D . La salida de cada subred 301_i está conectada bien a la entrada del conmutador 410_p , bien a la entrada de un conmutador 420_q . A título de ejemplo, las salidas de las subredes 301_1 a 301_4 están conectadas a las entradas de los conmutadores 410_p y las salidas de las subredes 301_5 a 301_{16} están conectadas a las entradas de los conmutadores 420_q . De manera idéntica al formador de vías 300 descrito con referencia a la figura 3, el formador de vías 400 incluye, para cada vía de salida X , un tercer conjunto $X330$ de cuatro conmutadores SP13T $X330_1$ a $X330_4$. Estos conmutadores están indicados de manera genérica $X330_m$ y forman, colectivamente para todas las vías A a D , un tercer nivel de conmutadores. Las entradas del conmutador $A330_1$ están conectadas, por una parte, a una salida del conmutador 410_1 y, por otra parte, a una de las salidas de cada uno de los conmutadores 420_q . De manera similar, las entradas del conmutador $A330_2$ están conectadas, por una parte, a una salida del conmutador 410_2 , y por otra parte, a una de las salidas de cada uno de los conmutadores 420_q . De manera general, las entradas del conmutador $X330_n$, con n comprendido entre 1 y 4, están conectadas, por una parte, a una salida del conmutador 410_n , y por otra parte, a una de las salidas de cada uno de los conmutadores 420_q . La función de cada conmutador de segundo nivel 410_p y 420_q es permitir dirigir las señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes 301_i hacia uno de los conmutadores de tercer nivel $X330_m$. La función de cada conmutador de tercer nivel $X330_m$ es seleccionar entre todas las señales de radiofrecuencia susceptibles de ser recibidas de las subredes 301_i , una de estas señales. De manera idéntica al formador de vías 300, el formador de vías 400 incluye para cada vía de salida X , un sumador $X34$ capaz de sumar cuatro señales de radiofrecuencia presentes en sus entradas y proporcionar la señal de radiofrecuencia resultante en una salida. En particular, las entradas de cada sumador $X34$ están conectadas a la salida de cada uno de los conmutadores $X330_m$ de la vía de salida X considerada. En cada una de las vías de salida A a D , es por lo tanto posible proporcionar una señal de radiofrecuencia igual a la suma de cuatro señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes 301_i . Cabe resaltar que los conmutadores SPkT del formador de vías 400 solo dirigen las señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes 301_i hacia uno de los consumidores $X34$. No duplican las señales. Por consiguiente, una señal de radiofrecuencia procedente de uno de las subredes 301_i solo puede componer la señal de radiofrecuencia de una sola vía de salida a la vez y cada vía de salida solo puede incluir un solo caso de una señal de radiofrecuencia. El hecho de que una señal de radiofrecuencia procedente de una subred 301_i solo esté presente una vez en una de las vías de salida X explica que solo doce conmutadores de segundo nivel 420_q son necesarios para dirigir el conjunto de las señales de radiofrecuencias procedentes de las subredes 301_i en cada uno de los conmutadores de tercer nivel $X330_m$.

La descripción realizada con referencia a la figura 4 se refiere a un formador de vías para una red de antenas que incluye dieciséis subredes de elementos radiantes que deben agruparse para formar cuatro grupos de cuatro subredes cada uno. Más generalmente, la invención se aplica a cualquier tipo de red de antenas que incluye $M \times N$ subredes deben agruparse para formar M grupos de N subredes- Dicho de otro modo, el formador de vías es un dispositivo que permite formar M vías de salida X a partir de $M \times N$ subredes 301_i que proporcionan cada una una señal de radiofrecuencia, estando la señal de radiofrecuencia de cada vía de salida X formada por una suma de N señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes 301_i . El formador de vías según el segundo modo de realización de la invención incluye un primer conjunto 410 de M conmutadores SPMT 410_p , un segundo conjunto 420 de $M \times N - M$ conmutadores SP($M \times N$)T 420_q , y para cada vía de salida X , un tercer conjunto $X330$ de N conmutadores SP ($M \times N - N + 1$)T $X330_m$ y un sumador por N $X34$, es decir capaz de sumar N señales de radiofrecuencia presentes en sus entradas y proporcionar la señal de radiofrecuencia resultante en una salida. La entrada de cada conmutador 410_p del primer conjunto 410 está conectada a

una de las subredes, por ejemplo, las subredes 301_1 a 301_M , para poder recibir una señal de radiofrecuencia. La entrada de cada conmutador 420_q del segundo conjunto 420 está conectada a una de las subredes no conectadas a uno de los conmutadores 410_p , en su caso las subredes 301_{M+1} a $301_{M \times N}$. En cada vía de salida X, una de las entradas de cada conmutador $X330_m$ del tercer conjunto X330 está conectada a una salida de uno de los M conmutadores 410_p del primer conjunto 410 y las otras entradas de cada conmutador $X330_m$ del tercer conjunto X330 están conectadas a una de las salidas de cada uno de los conmutadores 420_q del segundo conjunto 420. De este modo, cada conmutador $X330_m$ de cada vía de salida X es susceptible de recibir cualquiera de las señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes 301 , salvo las señales de radiofrecuencia procedentes de las subredes conectadas a los conmutadores 410_p del primer conjunto 410, ellas mismas conectadas a uno de los otros conmutadores $X330_m$ de la misma vía de salida X. En cada vía de salida X, las entradas del sumador X34 están conectadas a la salida de cada uno de los conmutadores $X330_m$ del tercer conjunto X330 de la vía de salida X considerada. Las salidas de los sumadores X34 forman las vías de salida X del formador de vías.

El formador de vías según el segundo modo de realización de la invención presenta la ventaja, respecto del formador de vías según el primer modo de realización, de proporcionar caminos de radiofrecuencia equilibrados, siendo un camino de radiofrecuencia definido como un camino entre una de las subredes y uno de los sumadores. Dicho de otro modo, todas las señales de radiofrecuencia recibidas en una entrada de un sumador pasan por un mismo número de conmutadores, en su caso dos conmutadores.

Los formadores de vías según el primer y segundo modos de realización permiten ambos la realización de un número de combinaciones de señales de radiofrecuencia igual a $(M \times N) ! / [N ! \times (M \times N - N) !]$. Es posible asignar un número diferente de subredes por vía de salida X. Los conmutadores de tercer nivel y los sumadores son entonces determinados consiguientemente para cada vía de salida.

El formador de vías según el primer o segundo modo de realización de la invención puede asociarse a un formador de vía denominado estándar, es decir un formador de vías tal como el representado en la figura 1 y que proporciona señales de suma, diferencia circular y diferencia de elevación a partir de señales de radiofrecuencia procedente de subredes divididas en cuadrantes. La figura 5 representa un dispositivo de formación de vías que incluye un circuito de encaminamiento 51, un formador de vías estándar 52 y un formador de vías reconfigurable 53 según el primer y segundo modo de realización. El circuito de encaminamiento 51 incluye $M \times N$ entradas 511 capaces de recibir señales de radiofrecuencia procedentes de $M \times N$ subredes 301_i y medios 512 para dirigir las señales de radiofrecuencia hacia el formador de vías estándar 52, hacia el formador de vías reconfigurable 53, o hacia los dos formadores de vías. Con este fin, los medios 512 pueden incluir bien un conjunto de $M \times N$ conmutadores, bien un conjunto de $M \times N$ acopladores, incluyendo cada conmutador o acoplador una entrada conectada a una de las entradas 511 y dos salidas, estando una primera salida conectada a una entrada del formador de vías estándar 52 y estando una segunda salida conectada a una entrada del formador de vías reconfigurable 53. El circuito de encaminamiento 51 puede asimismo incluir una entrada de prueba 513 que permite inyectar señales de radiofrecuencia de prueba en la entrada de los formadores de vías. La entrada de prueba 513 está por ejemplo conectada a las entradas de los formadores de vías mediante un divisor 514, un acoplador 515 y medios 512 para dirigir las señales de radiofrecuencia. El divisor 514 es un divisor por $M \times N$ que permite enviar o recibir una señal de prueba hacia o procedente de cada una de las subredes 301_i . El circuito de encaminamiento 51 está habitualmente insertado en las redes de antenas en la entrada del formador de vías estándar 52. Forma, con el formador de vías estándar 52, un circuito estándar 55. Este circuito estándar 55 es de este modo capaz de proporcionar las señales de suma, diferencia circular y diferencia de elevación. El formador de vías reconfigurable 54 forma un circuito denominado circuito reconfigurable 56 capaz de proporcionar señales de radiofrecuencia compuestas cada una por una suma de señales de radiofrecuencia, pudiendo la composición de cada señal de radiofrecuencia estar configurada controlando los conmutadores del formador de vías reconfigurables 53.

REIVINDICACIONES

1.- Formador de vías que puede equipar una red de antenas que incluye MxN subredes (310_i), componiendo el formador de vías (300) M vías de salida (X), y **caracterizado porque** incluye:

- 5 - un primer conjunto (310) de MxN conmutadores (310_i) que comprenden cada uno una entrada y M salidas, siendo la entrada de cada conmutador (310_i) capaz de recibir una señal de radiofrecuencia procedente de una de las subredes (301_i), y
- para cada vía de salida (X):
 - 10 • un segundo elemento (X320) de MxN-N conmutadores (X320_i) que comprenden cada uno una entrada y N salidas, estando la entrada de cada conmutador (X320) conectada a una salida de uno de los conmutadores (310_{N+1}-310_{MxM}) del primer conjunto (310),
 - un tercer conjunto (X330) de N conmutadores (X330_m) que comprenden cada uno MxN-N+1 entradas y una salida, estando las entradas de cada conmutador (X330_m) conectadas a una salida de cada uno de los conmutadores (X320_j) del segundo conjunto (X320) y a una salida de uno de los N conmutadores (310₁-310_N) del primer conjunto (310) no conectados a uno de los conmutadores (X320_j) del segundo conjunto (X320), y
 - 15 • un sumador (X34) que comprende N entradas y una salida, estando las entradas conectadas a la salida de cada uno de los conmutadores (X330_m) del tercer conjunto (X330), formando la salida una vía de salida (X).

2.- Formador de vías que puede equipar una red de antenas que incluye MxN subredes (310_i), componiendo el formador de vías (400) M vías de salida (X), y **caracterizado porque** incluye:

- 20 - un primer conjunto (410) de M conmutadores (410_p) que comprenden cada uno una entrada y M salidas, siendo la entrada de cada conmutador (410_p) capaz de recibir una señal de radiofrecuencia procedente de una de las subredes (301₁-301_M).
- un segundo conjunto (420) de MxN-N conmutadores (420_q) que comprenden cada uno una entrada y MxN salidas, siendo la entrada de cada conmutador (420_q) capaz de recibir una señal de radiofrecuencia procedente de una de las subredes (301_{M+1}-301_{MxN}), y
- 25 - para cada vía de salida (X):
 - 30 • un tercer conjunto (X330) de N conmutadores (X330_m) que comprenden cada uno MxN-N+1 entradas y una salida, estando las entradas de cada conmutador (X330_m) conectadas a una salida de uno de los M conmutadores (410_p) del primer conjunto (410) y a una salida de cada uno de los conmutadores (420_q) del segundo conjunto (420), y
 - un sumador (X34) que comprende N entradas y una salida, estando las entradas conectadas a la salida de cada uno de los conmutadores (X330_m) del tercer conjunto (X330), formando la salida una vía de salida (X).

35 3.- Dispositivo de antena que incluye una red de antenas y un formador de vías (300, 400) según una de las reivindicaciones 1 y 2, comprendiendo la red de antenas MxN subredes (301_i) cada una capaz de proporcionar una señal de radiofrecuencia y M vías de recepción, cada una capaz de recibir una señal de radiofrecuencia, estando cada vía de salida (X) del formador de vías (300, 400) conectado a una de las vías de recepción de la red de antenas.

4.- Dispositivo de antena según la reivindicación 3 que incluye un formador de vías (300) según la reivindicación 1, en el cual una salida de cada subred (301_i) de la red de antenas está conectada a la entrada de uno de los conmutadores (310_i) del primer conjunto (310).

40 5.- Dispositivo de antena según la reivindicación 3 que incluye un formador de vías (400) según la reivindicación 2, en el cual una salida de M subredes (301₁-301_M) de la red de antenas está conectada a la entrada de uno de los conmutadores (410_p) del primer conjunto (410), estando una salida de las MxN-M subredes (301_{M+1}-301_{MxN}) restantes conectada a la entrada de uno de los conmutadores (420_q) del segundo conjunto.

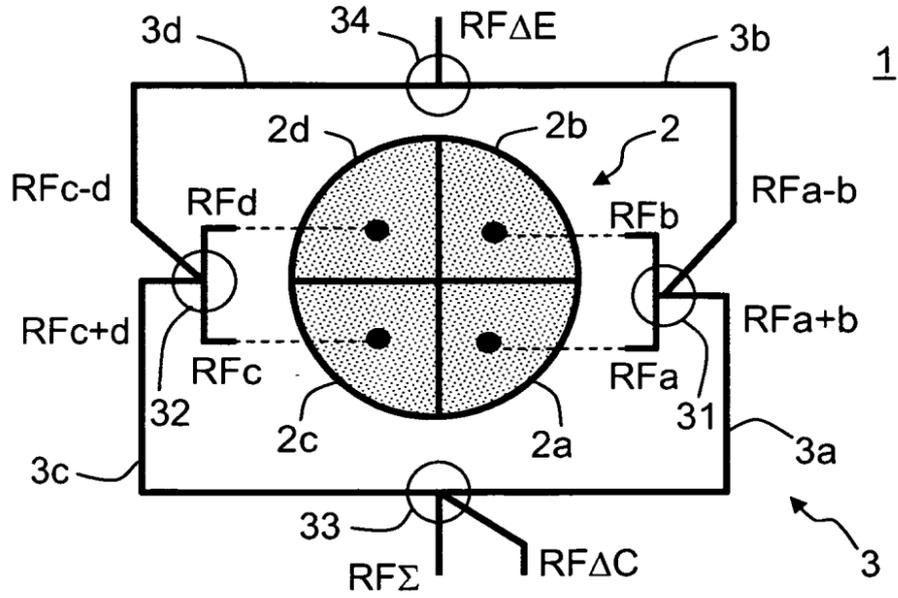


FIG.1

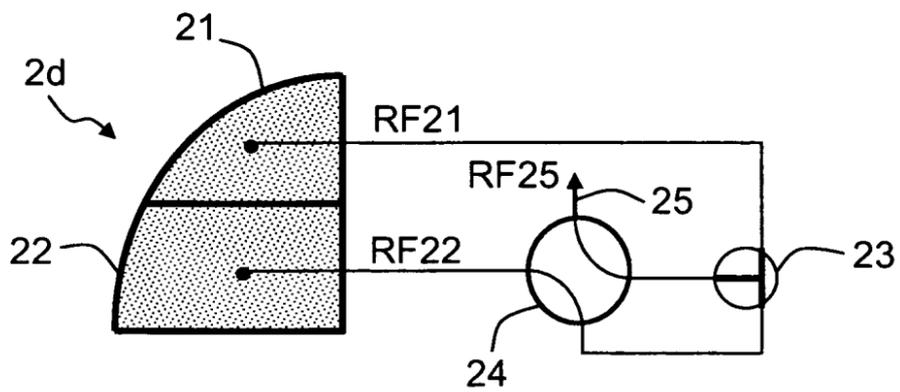


FIG.2

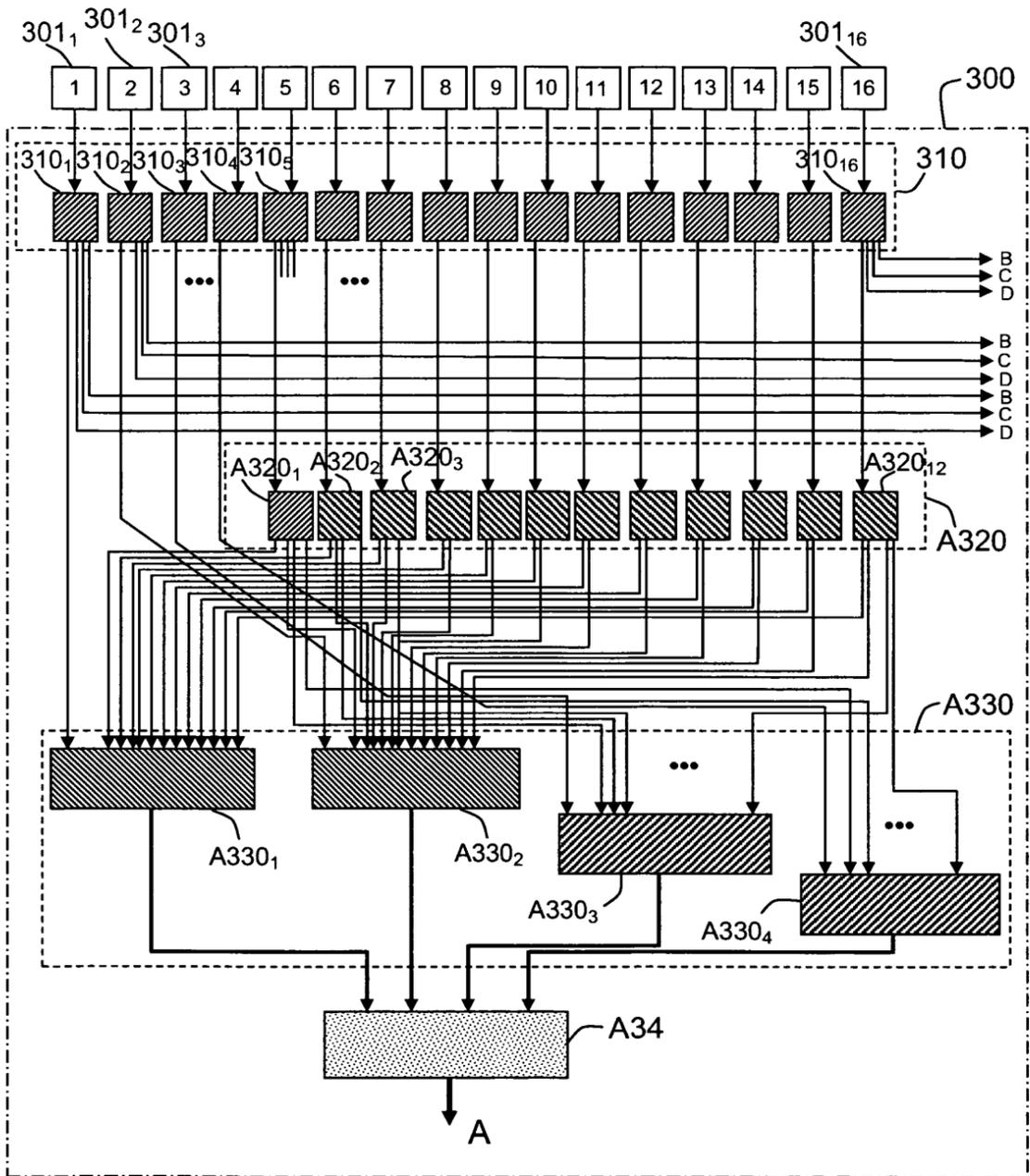


FIG.3

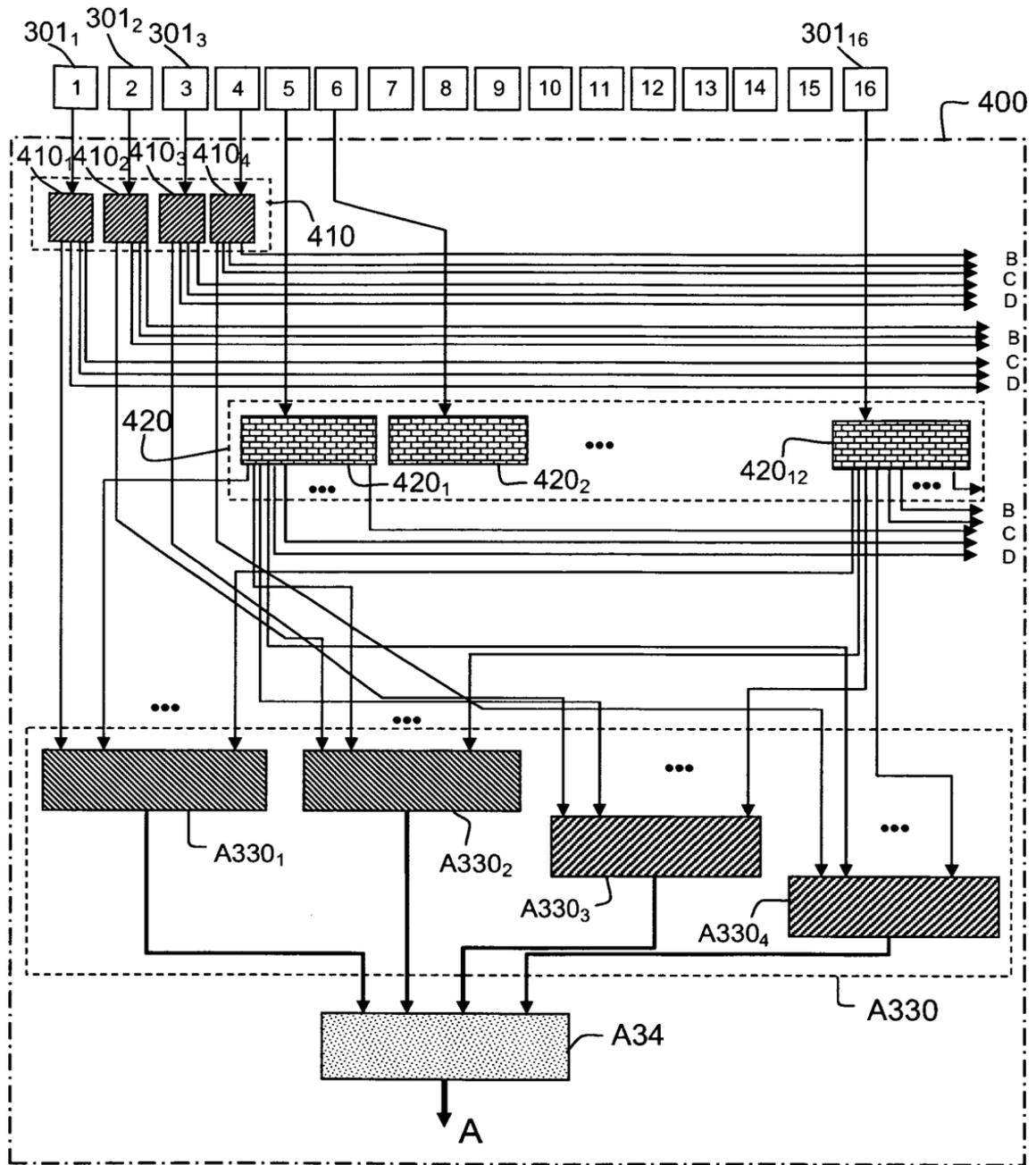


FIG.4

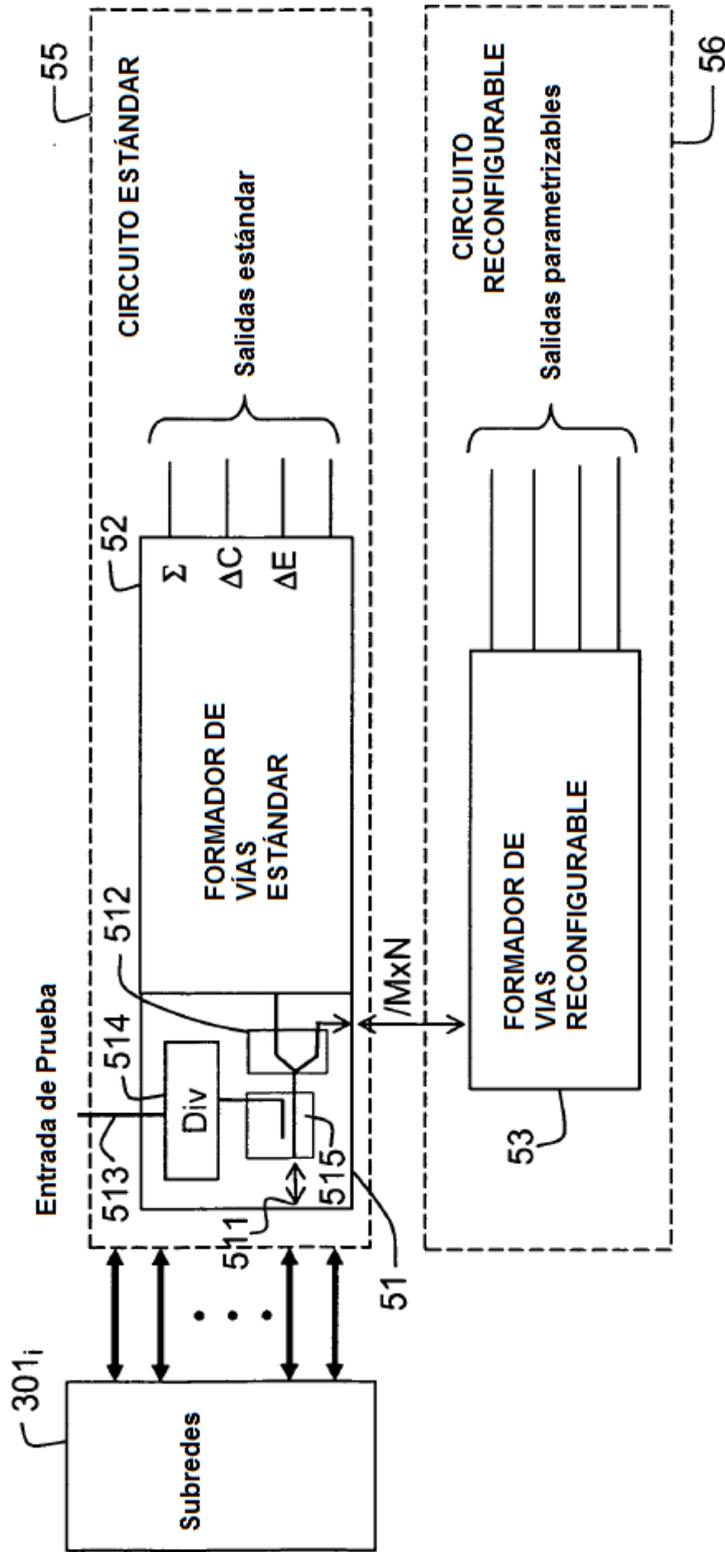


FIG.5