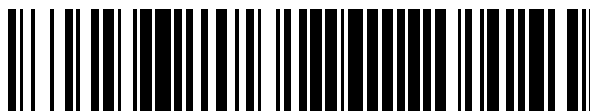


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 537**

51 Int. Cl.:

H04B 7/08 (2006.01)

G10K 11/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.10.2013 PCT/US2013/067278**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2014 WO14081540**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.10.2013 E 13792788 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.01.2018 EP 2923453**

54 Título: **Sistema modular de formación de haces paralelos y procedimiento asociado**

30 Prioridad:

26.11.2012 US 201213685096

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

11.05.2018

73 Titular/es:

**GENERAL ELECTRIC COMPANY (100.0%)
1 River Road
Schenectady, NY 12345, US**

72 Inventor/es:

**STAHLBERG, MARKUS;
WOLSFELD, ALFRED y
FREUND, ALEXANDER, FRANZ**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 667 537 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

Sistema modular de formación de haces paralelos y procedimiento asociado

Campo técnico

5 Realizaciones de esta divulgación se refieren en general al procesamiento de señales de matrices de sensores y, más específicamente, a un sistema modular de formación de haces paralelos y procedimientos asociados.

Antecedentes

El documento EP 1 523 112 A1 divulga formadores de haces que incluyen unidades de ponderación para aplicar ponderaciones a señales recibidas desde una antena que a continuación se suman en unidades de suma.

10 La formación de haces es una técnica de procesamiento de señales utilizada para crear selectividad direccional o espacial de señales enviadas a o recibidas desde una matriz de sensores o una matriz de antenas. Estas matrices se pueden encontrar en una variedad de dispositivos que transmiten y reciben ondas electromagnéticas o acústicas. En consecuencia, esta técnica tiene numerosas aplicaciones en radares, sonares, sismología, comunicaciones inalámbricas, radioastronomía, acústica, medicina y tecnologías de ultrasonidos industriales.

15 En la formación de haces convencional, una fuente puede transmitir una onda que se propaga y llega a sensores de una matriz en momentos diferentes, dependiendo de la orientación de la fuente y de la geometría de la matriz. Para sincronizar los tiempos de llegada a lo largo de la matriz, salidas de los sensores de la matriz pueden retardarse y luego agregarse para proporcionar una salida de formación de haces. En algunos casos, las salidas de los sensores de la matriz se pueden aplicar en diferentes ponderaciones (para disminuir el eco, por ejemplo). El proceso de formación de haces también se puede usar para detectar y estimar la señal de interés en la salida de una matriz de
20 sensores o antenas por medio de un filtrado espacial óptimo y rechazo de interferencias.

El conjunto de sensores puede incluir, por ejemplo, una matriz de micrófonos o un conjunto de cristales piezoeléctricos de ultrasonidos para la recepción de ondas sonoras acústicas o un conjunto de antenas para la recepción de ondas electromagnéticas. Se puede utilizar una técnica de formación de haces para asignar ondas de sonido (por ejemplo, en el caso de un sistema de sonar), evaluar ondas de sonido o aumentar ondas de sonido
25 usando modificaciones y/o compensando retardos y/o aplicando varias ponderaciones.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de conformador 1 de haces convencional, que también se conoce en la técnica anterior como un "formador de haces de retardo y suma". Como se puede ver en la figura 1, el conformador 100 de haces incluye una matriz 105A - 105Z de sensores, que puede incluir micrófonos, antenas u otros dispositivos de generación de señal. Los sensores 105A - 105Z están acoplados operativamente a
30 convertidores 110A - 110Z analógico a digital (A/D), en consecuencia. Los convertidores A/D 110A - 110Z reciben señales analógicas generadas por los sensores 105A - 105Z y generan señales digitales correspondientes para un procesamiento posterior. Las señales digitales desde cada convertidor A/D 110A - 110Z se alimentan a una pluralidad de unidades 115A - 115Z de retardo. Además, las unidades 115A - 115Z de retardo retardan las señales digitales recibidas desde los convertidores A/D 110A - 110Z en tiempos ligeramente diferentes, de modo que cada
35 señal puede alcanzar la salida sustancialmente al mismo tiempo. En sistemas de banda estrecha, el retardo de tiempo puede ser equivalente al "desplazamiento de fase", de modo que la señal de salida resultante, cuando se combinan todas las señales desplazadas, se denomina "señal de red en fase".

Además, en el formador 100 de haces, las señales procedentes desde cada unidad de retardo 115A - 115Z pueden amplificarse mediante la aplicación de diferentes "ponderaciones". Se pueden usar diferentes patrones de
40 ponderación (por ejemplo, Dolph-Chebyshev) para lograr los patrones de sensibilidad deseados, mejorar la relación señal-ruido, reducir la voladura o mejorar el filtrado. Las ponderaciones se pueden aplicar mediante una pluralidad de multiplicadores 120A - 120Z. De este modo, tanto las unidades 115A - 115Z de retardo como los multiplicadores 120A - 120Z pueden realizar el acondicionamiento de las señales derivadas desde los sensores 105A - 105Z dependiendo de una aplicación particular.

45 Con referencia continuada a la figura 1, las señales acondicionadas emitidas desde los multiplicadores 120A - 120Z pueden suministrarse a un sumador 125. El sumador 125 combina todas las señales en una señal de salida de conjunto de fase única, que luego puede ser analizada, procesada, reproducida o utilizada de otra manera por otro sistema o aparato. El conformador 100 de haces puede incluir componentes de hardware, componentes de software o una combinación de los mismos.

50 En varias aplicaciones, el número de señales de entrada, es decir, señales generadas por los sensores 105A - 105Z, pueden diferir. Por ejemplo, en sistemas simples de sonar, se pueden usar 16 sensores y, de manera correspondiente, 16 señales de entrada; sin embargo, en sistemas de prueba de ultrasonidos más complejos, puede haber cientos de señales de entrada. En casos tan complejos, los formadores de haces pueden usar una gran cantidad de convertidores A/D, unidades de retardo y multiplicadores para procesar una cantidad tan grande de
55 señales de entrada. Sin embargo, debido a las limitaciones convencionales de los componentes de hardware, el número de señales de entrada que pueden combinarse mediante un sumador convencional es típicamente menor

que una o varias decenas. Para solucionar este problema, los formadores de haces pueden estar equipados con más de un solo sumador.

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de sistema 200 de formación de haces convencional, que incluye una pluralidad de formadores 205A - 205Z de haces. Como se muestra en la figura, los formadores 205A - 205Z de haces están acoplados en serie de manera que se suministra una primera señal de salida de un primer formador 205A de haces a un segundo formador 205B de haces, en el que la primera señal de salida se combina con una segunda señal de salida, y así sucesivamente hasta que el último formador 205Z de haces genere una señal de salida de matriz en fase.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques de otro ejemplo de sistema 300 de formación de haces convencional, que incluye una pluralidad de formadores de haces. En este ejemplo de sistema 300 convencional, cada formador 310A, 310B, etc. de haces incluye más de un sumador. Como se muestra en la figura 3, las unidades 115A - 115Z de retardo pueden generar una pluralidad de señales retardadas por diversos periodos de tiempo y luego suministradas por separado a los multiplicadores y posteriormente a los sumadores 305A - 305N, de modo que cada sumador 305A - 305N combina señales a las que se aplicaron las mismas ponderaciones. Los formadores 310A, 310B de haces, y así sucesivamente están interconectados de manera que los sumadores 305A - 305N de cada formador 310A, 310B de haces y así sucesivamente están interconectados en serie como se muestra en la figura 3. Por lo tanto, las señales combinadas de los primeros sumadores 305A pertenecientes a los formadores 310A, 310B, etc. de haces se suman juntas y se envían a una unidad 315 de procesamiento posterior. De forma similar, las señales sumadas de los segundos sumadores 305B y las señales sumadas de los multiplicadores restantes se envían a la misma unidad 315 de procesamiento posterior, como se muestra en la figura 3. La unidad 315 de procesamiento posterior puede procesar todas esas señales para generar una señal de salida de matriz en fase deseada para un análisis adicional.

Los inconvenientes de los sistemas convencionales de formación de haces mostrados en la figura 2 y la figura 3 pueden incluir la incapacidad de adaptarse a diversos fines debido a que estos sistemas de formación de haces solo pueden configurarse para procesar un número predeterminado de señales generadas por los sensores 105A-10Z. Por lo tanto, los sistemas de formación de haces convencionales pueden requerir una reconfiguración significativa para diferentes propósitos y números de sensores.

Breve descripción de la divulgación

La presente invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

Algunas o todas las necesidades y/o problemas anteriores pueden ser abordados por ciertas realizaciones de la divulgación. De acuerdo con una realización de ejemplo, se puede proporcionar un formador de haces modular y procedimientos asociados. El formador de haces modular puede comprender una pluralidad de unidades de generación de señales configuradas para generar señales digitales. Las unidades de generación de señales pueden incluir un sensor de ultrasonidos y/o un convertidor A/D. El formador de haces modular puede comprender además una pluralidad de unidades de retardo. Las unidades de retardo pueden configurarse para recibir las señales digitales y retardar de manera adaptativa las señales digitales. El formador de haces modular puede comprender además una pluralidad de multiplicadores asociados con la pluralidad de unidades de retardo. Los multiplicadores pueden configurarse para generar señales digitales acondicionadas procesando las señales digitales retardadas por la pluralidad de unidades de retardo. El procesamiento puede incluir la aplicación dinámica de ponderaciones a las señales digitales retardadas por la pluralidad de unidades de retardo. El formador de haces modular puede comprender además una pluralidad de sumadores configurados para combinar las señales digitales acondicionadas para generar una señal de salida de matriz en fase.

Según otro ejemplo de realización, se proporciona un sistema de formación de haces. El sistema de formación de haces puede comprender una pluralidad de formadores de haces modulares. Los formadores de haces modulares pueden estar acoplados operativamente entre sí (por ejemplo, en paralelo entre sí). Cada formador de haces modular de la pluralidad de formadores de haces modulares puede comprender una pluralidad de unidades de generación de señales configuradas para generar señales digitales. Cada formador de haces modular de la pluralidad de conformadores de haces modulares puede comprender además una pluralidad de unidades de retardo configuradas para recibir las señales digitales y retardar adaptativamente la salida de las señales digitales. Cada formador de haces modular de la pluralidad de conformadores de haces modulares puede comprender además una pluralidad de multiplicadores asignados a las unidades de retardo. Cada multiplicador se puede configurar para generar señales digitales acondicionadas mediante la aplicación adaptativa de ponderaciones a las señales digitales emitidas por la pluralidad de unidades de retardo. Cada formador de haces modular de la pluralidad de conformadores de haces modulares puede comprender además una pluralidad de sumadores configurados para combinar las señales digitales acondicionadas para generar una señal de salida de matriz en fase.

De acuerdo con todavía otro ejemplo de realización, se proporciona un procedimiento para la formación de haces de señal. El procedimiento puede comprender generar señales digitales mediante una pluralidad de unidades de generación de señales. El procedimiento puede comprender además retardar de forma adaptativa, mediante una pluralidad de unidades de retardo, la salida de las señales digitales. El procedimiento puede comprender además

generar, mediante una pluralidad de multiplicadores asignados a cada unidad de retardo, señales digitales acondicionadas mediante la aplicación adaptativa de una o más ponderaciones a las señales digitales emitidas por la pluralidad de unidades de retardo. El procedimiento puede comprender además combinar, mediante una pluralidad de sumadores, las señales digitales acondicionadas emitidas por la pluralidad de multiplicadores para generar una señal de salida de matriz en fase. Cada sumador puede combinar señales digitales acondicionadas retardadas de manera adaptativa a través de la pluralidad de unidades de retardo.

Se realizan sistemas, procedimientos, aparatos, características y aspectos adicionales a través de las técnicas de diversas realizaciones de la divulgación. Otras realizaciones y aspectos de la divulgación se describen en detalle en este documento y se consideran una parte de la divulgación reivindicada. Se pueden comprender otras realizaciones y aspectos con referencia a la descripción y a los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

Habiendo así descrito la divulgación en términos generales, se hará ahora referencia a los dibujos adjuntos, que no están necesariamente dibujados a escala, y en los que:

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un formador de haces de ejemplo convencional;

La figura 2 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de sistema de formación de haces convencional que incluye una pluralidad de formadores de haces.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques de otro ejemplo de un sistema de formación de haces convencional que incluye una pluralidad de formadores de haces.

La figura 4 muestra un diagrama de bloques de un sistema de formación de haces, de acuerdo con una realización de ejemplo;

La figura 5 muestra otro diagrama de bloques de un sistema de formación de haces, acuerdo con una realización de ejemplo;

La figura 6 muestra un diagrama de bloques de un sistema de formación de haces, de acuerdo con una realización de ejemplo;

La figura 7 muestra un diagrama de flujo que ilustra un procedimiento para la formación de haces de señal, de acuerdo con una realización de ejemplo.

Descripción detallada

Realizaciones ilustrativas de la divulgación se describirán ahora más completamente a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran algunas, pero no todas las realizaciones de la divulgación. De hecho, la divulgación puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada a las realizaciones establecidas en este documento; más bien, se proporcionan estas realizaciones para que esta divulgación satisfaga los requisitos legales aplicables. Números iguales se refieren a elementos similares.

De acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación, un sistema de formación de haces puede proporcionarse para procesar señales de una matriz de sensores o antenas. El sistema de formación de haces puede incluir uno o más formadores de haces modulares, cada uno de los cuales puede incluir un número predeterminado de canales para procesar un número predeterminado correspondiente de señales de sensor/antena. Los formadores de haces modulares pueden ser fácilmente "apilados" o interconectados sin la necesidad de reconfigurar o alterar ningún componente de software o hardware. Por consiguiente, los ingenieros y los investigadores pueden configurar un sistema de formación de haces deseado combinando un número particular de formadores de haces modulares en función de las necesidades particulares. A medida que cambian las necesidades, el sistema de formación de haces se puede reconfigurar fácilmente cambiando la cantidad de formadores de haces modulares utilizados en el sistema.

Por lo tanto, los efectos técnicos de una o más realizaciones de la presente divulgación pueden incluir flexibilidad en la configuración o reconfiguración de un sistema de formación de haces mediante la combinación de dos o más formadores de haces modulares en función de las necesidades y tareas particulares a realizar. Otros efectos técnicos pueden incluir la simplificación del proceso de configuración de sistemas de formación de haces que tienen uno o más conformadores de haces modulares. Aún otros efectos técnicos pueden incluir proporcionar un diseño adaptativo para sistemas de formación de haces para procesar señales generadas por varias matrices de sensores o antenas.

A continuación, se proporciona la descripción detallada de varias realizaciones de ejemplo relacionadas con formadores de haces modulares, sistemas de formación de haces, y procedimientos de operación de los mismos.

La figura 4 muestra un diagrama de bloques de un sistema 400 de formación de haces, de acuerdo con una realización de ejemplo. En particular, el sistema 400 de formación de haces puede incluir uno o más dispositivos

5 modulares de formación de haces. Como se puede ver en la figura 4, el sistema 400 de formación de haces incluye al menos dos dispositivos 405A y 405B de formación de haces modulares. Cada dispositivo 405A, 405B de formación de haces modular puede incluir una pluralidad de unidades generadoras de señal, que pueden consistir en una pluralidad de sensores 105A - 105Z y/o una pluralidad de convertidores A/D 110A - 110Z acoplados operativamente a los mismos. Los sensores 105A - 105Z pueden incluir micrófonos, antenas, receptores de ultrasonidos o dispositivos electrónicos analógicos o digitales similares. Los convertidores A/D 110A - 110Z pueden utilizarse cuando los sensores 105A - 105Z emiten señales analógicas. Por lo tanto, los convertidores A/D 110A - 110Z pueden convertir las señales analógicas en señales digitales correspondientes, cuando sea necesario.

10 Cada dispositivo 405A, 405B formador de haces modular puede incluir además una pluralidad de unidades 115A - 115Z de retardo, que puede estar configuradas para retardar las señales digitales recibidas desde los convertidores A/D 110A - 110Z en diferentes momentos. Las señales pueden retardarse durante períodos de tiempo predeterminados, de manera adaptativa o dinámicamente. En el último caso, puede utilizarse una técnica de "enfoco dinámico" para generar una pluralidad de señales "desfasadas" retardadas por diferentes períodos de tiempo. En la realización de ejemplo mostrada, las unidades 115A - 115Z de retardo emiten tres señales retardadas por diferentes períodos de tiempo. Sin embargo, debe entenderse que se puede generar un número diferente de señales de salida, cada una de las cuales puede retardarse en cualquier período de tiempo adecuado.

15 Además, como se muestra en la figura 4, las señales retardadas por las unidades 115A - 115Z de retardo pueden estar acondicionadas por multiplicadores 410. Específicamente, los multiplicadores 410 pueden modificar la señal de salida mediante las unidades 115A - 115Z de retardo aplicando diferentes "ponderaciones". Esta modificación se puede usar para mejorar la sensibilidad de la señal, mejorar la relación señal/ruido o realizar un filtrado específico. Las ponderaciones pueden determinarse, determinarse dinámicamente o seleccionarse y aplicarse de manera adaptativa. En este último caso, se puede usar la técnica de "apodización dinámica". En la realización mostrada, puede haber tres multiplicadores 410 asociados con cada unidad 115A - 115Z de retardo, aunque puede usarse cualquier otro número de multiplicadores 410.

20 Todavía con referencia a la figura 4, las señales emitidas por los multiplicadores 410 se envían a sumadores 415A - 415C correspondientes. En consecuencia, puede haber tres sumadores 415A - 415C, cada uno de los cuales recibe señales retardadas por las unidades 115A - 115Z de retardo. Uno de los sumadores, por ejemplo, el sumador 415C, puede estar acoplado operativamente con una unidad 420 de procesamiento posterior que puede realizar un procesamiento de señal adicional, como se describe con más detalle a continuación.

25 Al menos dos formadores 405A y 405B de haces modulares pueden estar interconectados entre sí con la ayuda de una o más unidades de conexión, tal como una unidad 425A de conexión y una unidad 425B de conexión. En general, las unidades 425A, 425B de conexión pueden estar configuradas para transmitir señales desde sumadores de un formador de haces modular a sumadores de otro formador de haces modular. Como se muestra en la figura 4, la unidad 425A de conexión puede acoplar operativamente los sumadores 415A en serie, de manera que las señales desde un sumador 415A de un formador de haces modular se transmiten a otro sumador 415A de otro formador de haces modular en una primera dirección. Además, como se muestra en la figura 4, la unidad 425A de conexión puede acoplar operativamente el sumador 415A con el sumador 415C. De manera similar, la unidad 425B de conexión puede acoplar operativamente los sumadores 415B en serie, de manera que las señales de un sumador 415B de un formador de haces modular pueden transmitirse a otro sumador 415B de otro formador de haces modular en una segunda dirección, que es opuesta a la primera dirección. Además, la unidad 425B de conexión puede unir operativamente el sumador 415B con el sumador 415C en cada formador de haces modular.

30 Por lo tanto, como un experto en la técnica puede reconocer, el sumador 415C de cada formador de haces modular del sistema 400 pueden combinarse señales en fase recibidas desde cada formador de haces modular del sistema 400. En otras palabras, la señal de salida de matriz en fase resultante puede generarse mediante cualquiera de los formadores 405A, 405B de haces modulares, y así sucesivamente dentro del sistema 400 de formación de haces. Esta técnica puede proporcionar una mayor flexibilidad en la configuración de sistemas de formación de haces porque tales sistemas pueden estar constituidos por cualquier número de formadores de haces modulares que tengan cualquier cantidad de sensores (o canales). Cada formador de haces modular, a su vez, puede servir como una "unidad sumadora" para todos los formadores de haces modulares utilizados en el sistema, proporcionando así flexibilidad adicional para el diseño y el uso de tales sistemas.

35 La unidad 420 de procesamiento posterior se puede configurar para ayudar en la combinación de señales desde los formadores de haces modulares y/o realizar cualquier procesamiento posterior de señal adicional. Por ejemplo, la unidad 420 de procesamiento posterior puede generar una señal de evaluación en función de la señal de salida de matriz en fase resultante generada por uno de los sumadores 415C. Además, la unidad 420 de procesamiento posterior puede usar técnicas adicionales de filtrado, ponderación u otras técnicas de modificación de señal.

40 La figura 5 muestra un diagrama de bloques de un sistema 500 de formación de haces, de acuerdo con otra realización de ejemplo. En esta realización, el sistema 500 de formación de haces es un modelo a escala del sistema 400 de formación de haces. Como se muestra en la figura, el sistema 500 de formación de haces puede incluir dos o más de formadores 505A, 505B, etc. de haces modulares, que están interconectados en paralelo. Como se describió anteriormente, cada formador 505A, 505B, etc. de haces modular puede incluir una pluralidad de

- 5 sensores 105A - 105Z (no mostrados), una pluralidad de convertidores A/D 110A - 110Z, una pluralidad de unidades 115A - 115Z de retardo, una pluralidad de multiplicadores 410, una pluralidad de sumadores 515A - 515N, y una unidad 420 de procesamiento posterior. En esta realización, puede haber más de tres sumadores y más de tres multiplicadores. Más específicamente, las unidades 115A - 115Z de retardo pueden generar N señales desde cada convertidor A/D 110A - 110Z aplicando un retardo diferente. Estas N señales pueden amplificarse adaptativamente mediante N multiplicadores 410, y luego suministrarse a N sumadores 515A - 515N. Además, como reconocerán los expertos en la técnica, puede haber más de una unidad 420 de procesamiento posterior, que puede estar en comunicación con los sumadores 515A - 515N correspondientes.
- 10 Uno de los sumadores, específicamente el sumador 515N, puede servir como un sumador "central" que puede combinar señales de cada formador 505A, 505B de haces modular, y así sucesivamente, para generar una señal de salida de matriz en fase. Las unidades 525A y 525B de conexión pueden interconectar los sumadores 515A - 515N de diversos formadores de haces modulares, como se muestra en la figura 5, de manera similar a lo descrito anteriormente, con referencia a la figura 4.
- 15 La figura 6 muestra un diagrama de bloques de un sistema 600 de formación de haces, de acuerdo con aún otra realización de ejemplo. En general, esta realización es similar a la descrita con referencia a la figura 5 anterior, con la diferencia de que solo hay un formador de haces modular que puede incluir una unidad 610 de procesamiento posterior. En particular, en la realización ilustrada en la figura 6, solo el formador 605A de haces modular incluye la unidad 610 de procesamiento posterior y, por lo tanto, la señal resultante se emite desde este formador 605A de haces modular solamente. Los expertos en la técnica deben reconocer que puede haber más de una unidad 420 de procesamiento posterior en el formador 605A de haces modular, que puede estar en comunicación con los sumadores 515A - 515N correspondientes.
- 20 Los expertos en la técnica deben entender que los módulos de sistemas 400, 500 y 600 de formación de haces como se describió anteriormente con referencia a las figuras 4, 5 y 6 pueden incluir componentes de hardware, componentes de software (firmware) o una combinación de los mismos. En ciertas realizaciones, uno o más componentes pueden integrarse o implementarse como un único dispositivo tal como un chip o microcontrolador. Por ejemplo, las unidades de retardo, multiplicadores y sumadores pueden implementarse mediante uno o más procesadores o medios informáticos similares.
- 25 La figura 7 muestra un diagrama de flujo ejemplar que ilustra un procedimiento 700 para la formación de haces de señal, según una o más realizaciones de la presente divulgación. El procedimiento 700 puede implementarse mediante sistemas de formación de haces como se describe en este documento con referencia a las figuras 4, 5, o 6.
- 30 El procedimiento 700 puede comenzar en la operación 710 con una pluralidad de unidades de generación de señal, tales como los sensores 105A - 105Z y/o los convertidores A/D 110A - 110Z, generando señales digitales. En una realización de ejemplo, las señales digitales pueden incluir ondas de ultrasonidos.
- 35 En la operación 720, una pluralidad de unidades 115A - 115Z de retardo puede retardar de forma adaptativa las señales digitales generadas por las unidades de generación de señales.
- En la operación 730, una pluralidad de multiplicadores 410 pueden generar señales digitales acondicionadas mediante la aplicación de manera adaptativa de una o más ponderaciones a la salida de señales digitales mediante la pluralidad de unidades 115A - 115Z de retardo.
- 40 En la operación 740, una pluralidad de sumadores (por ejemplo, sumadores 415A-415C) pueden combinar selectivamente la salida de señales digitales acondicionadas por la pluralidad de multiplicadores 410 para generar una señal de salida de matriz en fase.
- 45 En una o más realizaciones de la presente divulgación, todas o algunas de las operaciones de la figura 7 pueden ser realizadas por un dispositivo informático, lógico, controlador o procesador. Debe indicarse que los procesos de la figura 7 se ilustran como diagramas de flujo lógicos, en los que cada operación representa una secuencia de operaciones que pueden implementarse en hardware, software o una combinación de los mismos. En el contexto del software, las operaciones pueden representar instrucciones ejecutables por ordenador almacenadas en uno o más medios de almacenamiento no legibles por ordenador que, cuando son ejecutados por uno o más procesadores, realizan las operaciones recitadas. Generalmente, las instrucciones ejecutables por ordenador pueden incluir rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, y similares, que realizan funciones particulares o implementan tipos particulares de datos abstractos. El orden en que se describen las operaciones no está destinado a ser interpretado como una limitación, y cualquier número de las operaciones descritas se pueden combinar en cualquier orden y/o en paralelo para implementar los procesos.
- 50 Por lo tanto, se han descrito los procedimientos y sistemas para la formación de haces de señal. Aunque las realizaciones se han descrito con referencia a realizaciones ejemplares específicas, será evidente que se pueden realizar diversas modificaciones y cambios a estas realizaciones de ejemplo sin apartarse del alcance de la presente solicitud. En consecuencia, la memoria descriptiva y los dibujos deben considerarse con carácter ilustrativo y no en un sentido restrictivo.
- 55

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (400) de formación de haces, que comprende:

una pluralidad de formadores (405A, 405B) de haces modulares acoplados operativamente entre sí; comprendiendo cada formador (405A-405B) de haces modular de la pluralidad de formadores de haces modulares:

una pluralidad de unidades (105A-105Z, 110A-110Z) de generación de señales configuradas para generar señales digitales;

una pluralidad de unidades (115A-115Z) de retardo configuradas para recibir las señales digitales y retardar adaptativamente las señales digitales;

una pluralidad de multiplicadores (410) asociados con la pluralidad de unidades (115A-115Z) de retardo, en el que los multiplicadores (410) están configurados para generar señales digitales acondicionadas mediante el procesamiento de las señales digitales retardadas por la pluralidad de unidades (115A-115Z) de retardo;

una pluralidad de sumadores (415A-415C) configurados para combinar las señales digitales acondicionadas para generar una señal de salida de matriz en fase; y **caracterizado porque** el sistema comprende adicionalmente

una unidad (425A, 425B) de conexión configurada para conectar un sumador (415N) de un primer formador (405A) de haces modular con un sumador (415N) de uno o más formadores (405B) de haces modulares adicionales, de modo que las señales desde un sumador (415A) de un formador (405B) de haces modular son transmisibles a otro sumador (415A) de otro formador (405A) de haces modular en una primera dirección y señales desde un sumador (415B) de un formador (405A) de haces modular son transmisibles a otro sumador (415B) de otro formador (405B) de haces modular en una segunda dirección opuesta a la primera dirección.

2. El sistema de formación de haces de la reivindicación 1, que comprende además una unidad (420) de procesamiento posterior configurada para procesar la señal de salida de matriz en fase generada por al menos uno de la pluralidad de sumadores (415A - 415C).

3. El sistema de formación de haces de la reivindicación 2, en el que la unidad (420) de procesamiento posterior está configurada además para generar una señal de evaluación.

4. El sistema de formación de haces de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que las unidades de generación de señales comprenden al menos un sensor (105A-105Z) de ultrasonidos.

5. El sistema de formación de haces de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que las unidades de generación de señales comprenden al menos un convertidor (110A - 110Z) analógico a digital (A/D).

6. El sistema de formación de haces de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la unidad (525A, 525B) de conexión está configurada para acoplar al menos uno de la pluralidad de sumadores (515A-515N) con al menos un sumador de un formador (505A, 505B) de haces modular adicional, en el que al menos un sumador (515A-515N) del formador (505A, 505B) de haces modular adicional genera señales de salida de matriz en fase combinando señales digitales acondicionadas.

7. El sistema de formación de haces de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la pluralidad de sumadores (515A-515N) están configurados además para combinar las señales de salida de matriz en fase generadas por los sumadores con señales de salida de matriz en fase adicionales generadas por uno o más formadores (505A, 505B) de haces modulares adicionales.

8. El sistema de formación de haces de cualquier reivindicación anterior, en el que los multiplicadores (410) están configurados para generar señales digitales acondicionadas mediante la aplicación adaptativa de ponderaciones a las señales digitales retardadas por la pluralidad de unidades (115A, 115Z) de retardo.

9. El sistema de formación de haces de cualquier reivindicación anterior, en el que los formadores (505A, 505B) de haces modulares están dispuestos en paralelo.

10. Un procedimiento de formación de señales, comprendiendo el procedimiento:

generar señales digitales mediante una pluralidad de unidades (105A-105Z, 110A-110Z) de generación de señales;

retardar de forma adaptativa, mediante una pluralidad de unidades (115A-115Z) de retardo, la salida de las señales digitales;

generar, mediante una pluralidad de multiplicadores (410) asignados a cada unidad (115A-115Z) de retardo, señales digitales acondicionadas mediante la aplicación adaptativa de una o más ponderaciones a las señales digitales emitidas por la pluralidad de unidades (115A-115Z) de retardo;

combinar, mediante una pluralidad de sumadores (415A-415C), las señales digitales acondicionadas emitidas por la pluralidad de multiplicadores (410) para generar una señal de salida de matriz en fase, en el que cada

sumador (415A-415C) combina adaptativamente señales digitales acondicionadas retardadas, a través de la pluralidad de unidades (115A-115Z) de retardo; y **caracterizado porque** el procedimiento comprende adicionalmente

- 5 conectar un sumador (415N) de un primer formador (405A) de haces modular con un sumador (415N) de uno o más formadores (405B) de haces modulares adicionales, de modo que señales desde un sumador (415A) de un formador (405B) de haces modular se transmiten a otro sumador (415A) de otro formador (405A) de haces modular en una primera dirección y señales desde un sumador (415B) de un formador (405A) de haces modular se transmiten a otro sumador (415B) de otro formador (405B) de haces modular en una segunda dirección opuesta a la primera dirección.

10

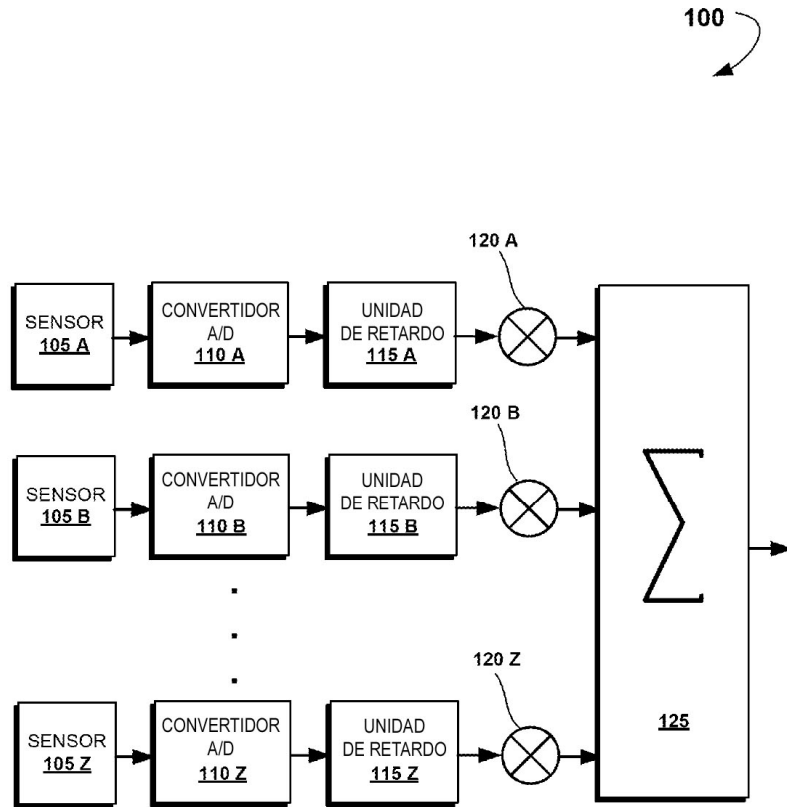


FIG. 1
(Técnica anterior)

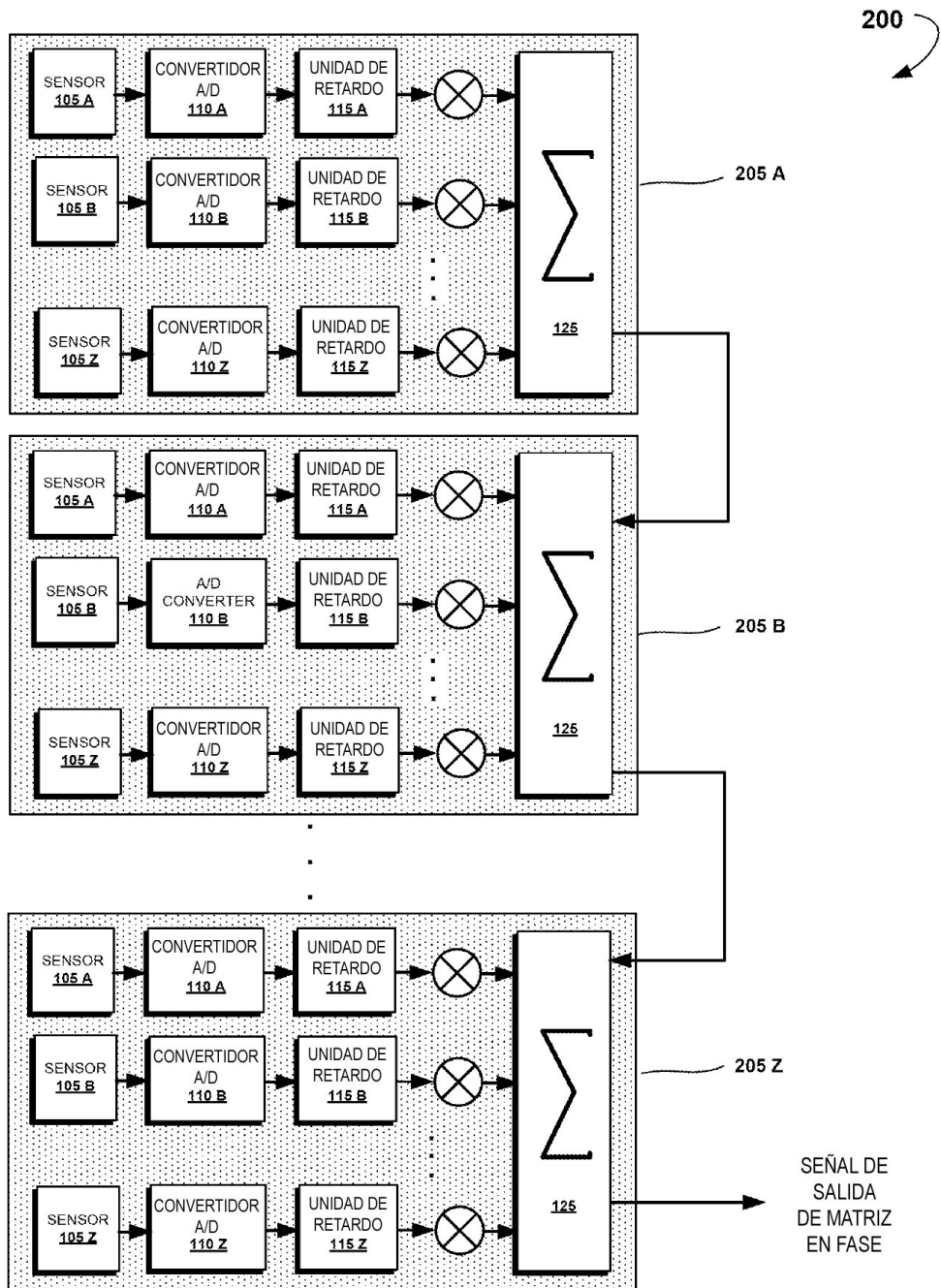


FIG. 2
(Técnica anterior)

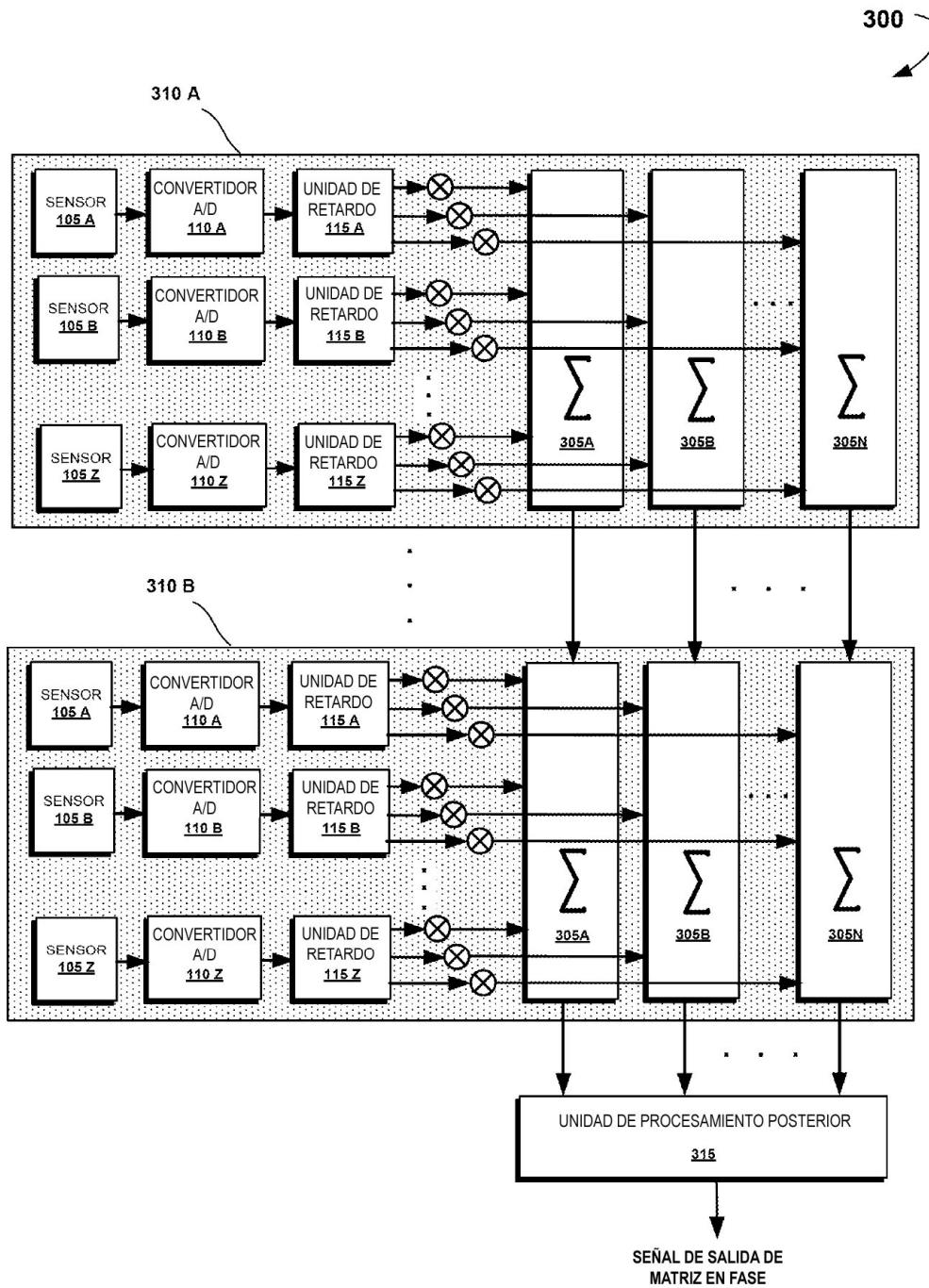


FIG. 3
(Técnica anterior)

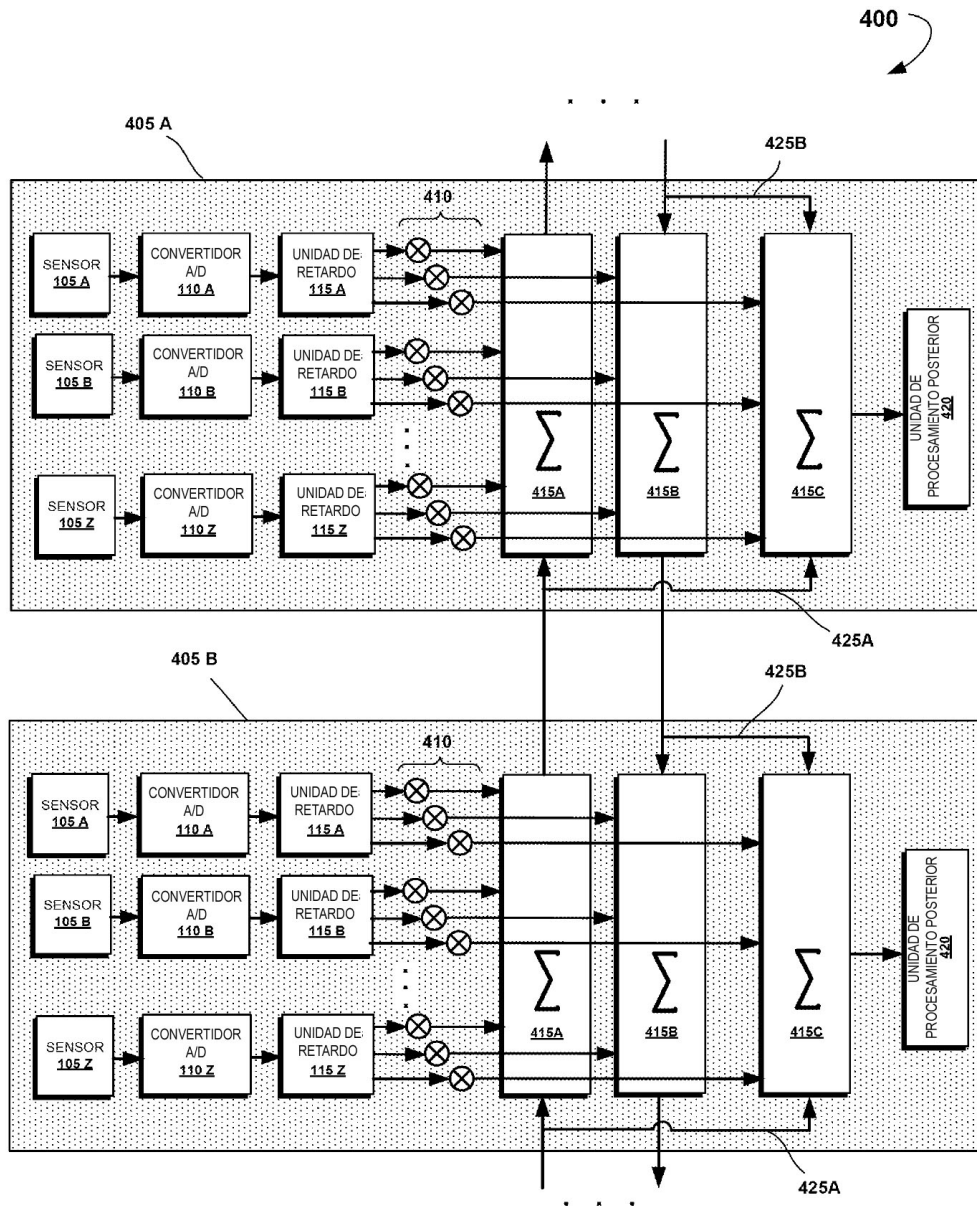


FIG. 4

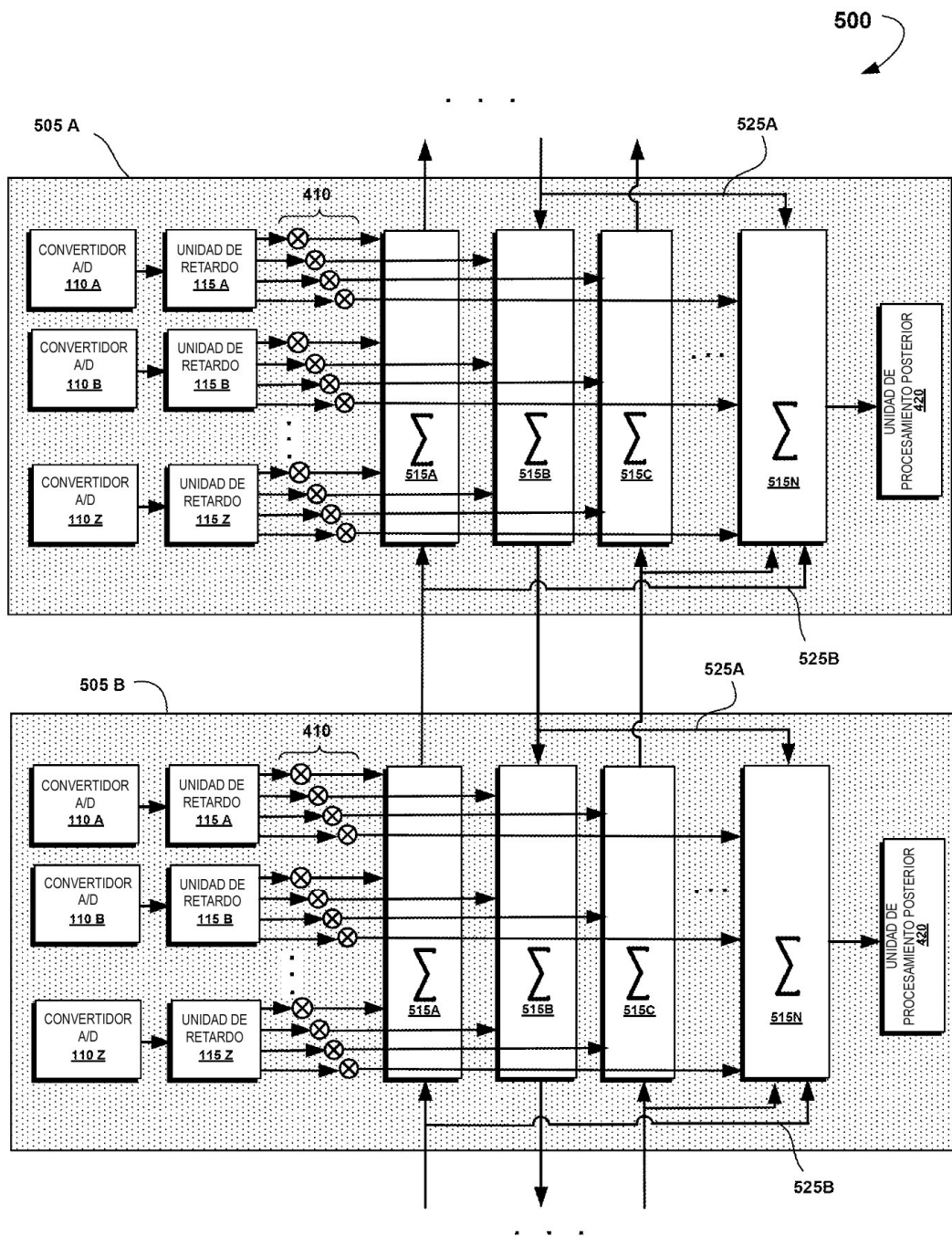


FIG. 5

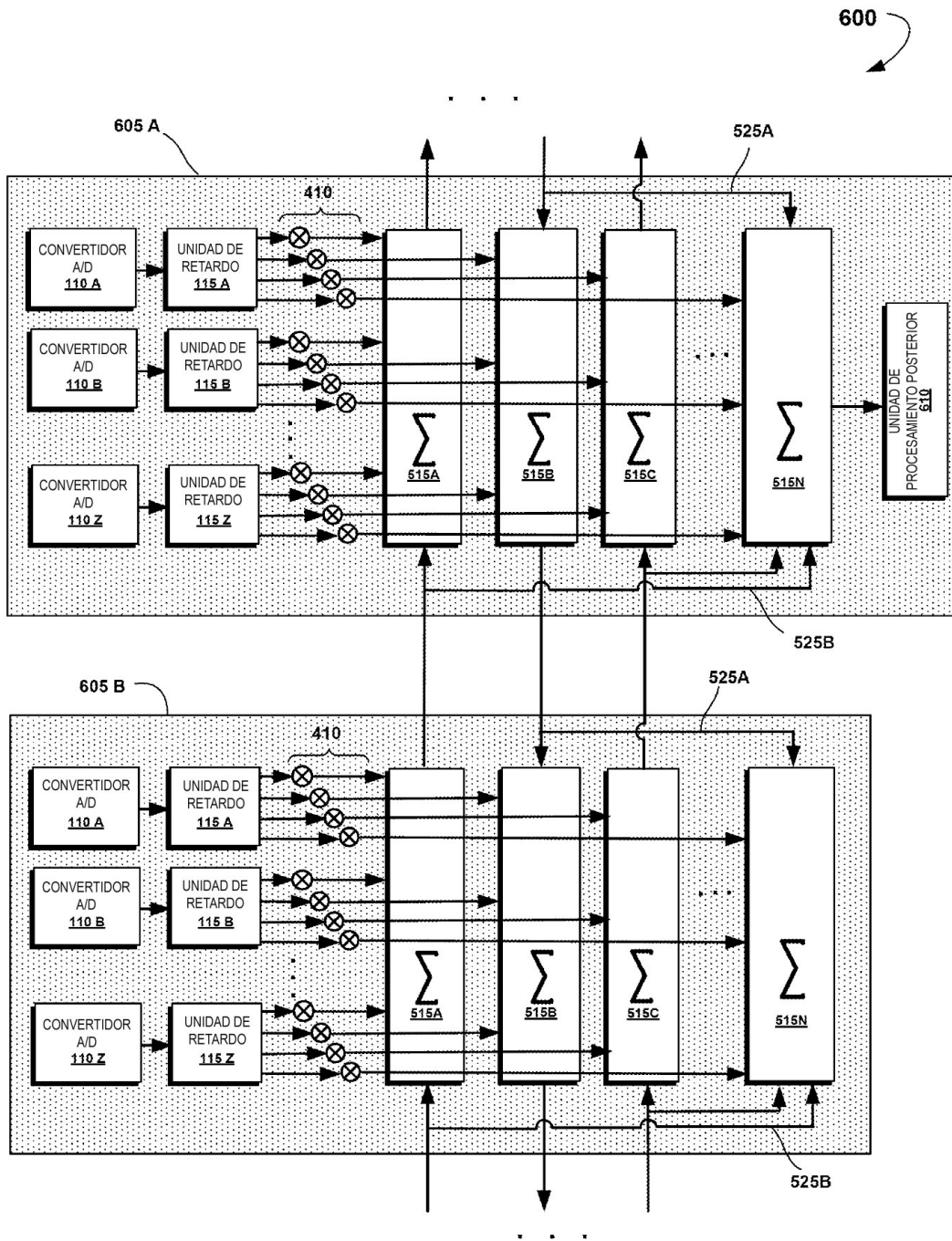


FIG. 6

700

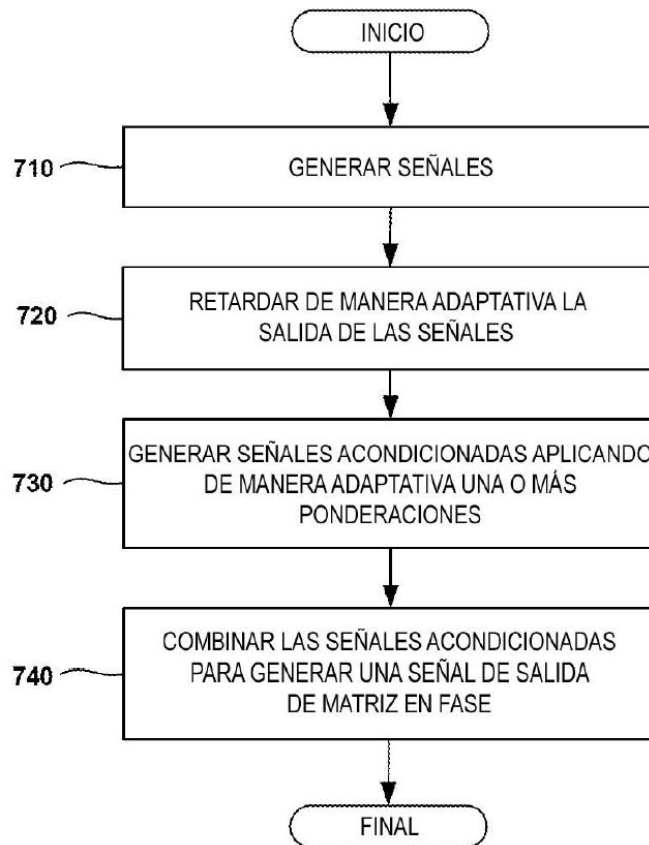


FIG. 7