

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 393 005**

51 Int. Cl.:

G05B 13/02 (2006.01)
H04B 1/10 (2006.01)
H04B 1/02 (2006.01)
H04B 7/08 (2006.01)
H04B 17/02 (2006.01)
H04L 1/02 (2006.01)
H04L 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07813296 .6**
96 Fecha de presentación: **24.07.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2069871**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **17.06.2009**

54 Título: **Método y aparato para mejorar el aislamiento sector a sector en un sistema de matriz de transformada de Fourier**

30 Prioridad:

13.09.2006 US 531329

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:

21.12.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:

21.12.2012

73 Titular/es:

MOTOROLA MOBILITY LLC (100.0%)
600 North US Highway 45
Libertyville, IL 60048, US

72 Inventor/es:

PORCO, RONALD L.;
PATTERSON, CHARLES T. y
VAN HORN, MARK I.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 393 005 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

Método y aparato para mejorar el aislamiento sector a sector en un sistema de matriz de transformada de Fourier

Campo de la Invención

5 La presente invención se refiere de manera general a sistemas de comunicaciones inalámbricos que emplean matrices de transformada de Fourier, y, más concretamente a mejorar el aislamiento sector a sector (SSI) allí dentro.

Antecedentes

10 Las matrices de amplificador tales como la bien conocida matriz de transformada de Fourier (FTM) se han usado en estaciones base celulares durante bastante tiempo. Una ilustración de una matriz de transformada de Fourier usada para distribuir igualmente potencia entre tres amplificadores se proporciona en la FIG. 1. Típicamente, una matriz de transformada de Fourier tiene una parte de matriz de entrada, una parte de matriz de salida, amplificadores acoplados entre medias, y antenas acopladas a las salidas de la matriz de salida.

15 Cuando las FTM están emparejadas para transmitir a diferentes sectores en un sistema celular, la calidad de la señal óptima y el aislamiento entre sectores se logrará si cada uno de los trayectos de transmisión tiene la misma ganancia y fase. Tal sistema se dice que tiene un alto grado de aislamiento sector a sector (SSI). Los desequilibrios entre trayectos de transmisión o bien en ganancia o bien en fase degradarán el SSI provocando disminución de la calidad de transmisión y, en algunos sistemas, disminución de las velocidades de transmisión de datos.

20 La US 6 006 111 (A) revela un amplificador de matriz de auto equilibrio en el que una pluralidad de señales de entrada se dividen con una matriz de transformada de entrada, amplificada por una serie de amplificadores, y recombinada con una matriz de transformada de salida para formar versiones amplificadas de las señales de entrada. Una de las entradas se fija al lado como una entrada de monitor, y ésta se conecta a la impedancia característica del sistema.

Lo que se necesita es un sistema y un método para ayudar a maximizar el SSI de manera que los desequilibrios entre trayectos de transmisión se minimicen mientras que la calidad de transmisión y las velocidades de transmisión no se degraden.

25 **Breve descripción de las figuras**

Las figuras anexas, donde números de referencia iguales se refieren a elementos idénticos o de similar funcionalidad en toda las vistas separadas y que junto con la descripción detallada de más adelante se incorporan en y forman parte de la especificación, sirven para ilustrar además varias realizaciones y para explicar varios principios y ventajas todos de acuerdo con la presente invención.

30 La FIG. 1 es un ejemplo de par de matriz de transformada de Fourier de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

La FIG. 2 es un diagrama de flujo que corresponde a un método para calibrar un sistema de matriz de FTM de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

35 La FIG. 3 es un par de matriz de transformada de Fourier con unos medios de mejora de aislamiento de sector a sector ejemplares de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

La FIG. 4 es un diagrama de flujo que ilustra un modo ejemplar de funcionamiento del par de FTM de la FIG. 3 de acuerdo con algunas realizaciones de la invención.

40 Los expertos apreciarán que los elementos en las figuras se ilustran por simplicidad y claridad y no han sido dibujados necesariamente a escala. Por ejemplo, las dimensiones de algunos de los elementos en las figuras pueden estar exageradas en relación con otros elementos para ayudar a mejorar la comprensión de las realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada

45 Antes de describir en detalle las realizaciones ejemplares que están de acuerdo con la presente invención, se debería observar que las realizaciones residen en primer lugar en combinaciones de los pasos del método y los componentes del aparato relacionados con el aislamiento sector a sector entre matrices de transformada de Fourier. Por consiguiente, los componentes del aparato y los pasos del método se han representado donde sea adecuado mediante símbolos convencionales en los dibujos, mostrando solamente esos detalles específicos que son pertinentes para comprender las realizaciones de la presente invención para no oscurecer la revelación con detalles que serán fácilmente evidentes a aquéllos de los expertos habituales en la técnica que tienen el beneficio de la descripción aquí dentro.

50 En este documento, los términos relacionales tales como primero y segundo, arriba y abajo, y similares se pueden

5 usar solamente para distinguir una entidad o acción de otra entidad o acción sin requerir o implicar necesariamente ninguna real de tal relación u orden entre tales entidades o acciones. Los términos “comprende,” “que comprende,” o cualquier otra variación de los mismos, se pretende que cubran una inclusión no exclusiva, de manera que un proceso, método, artículo, o aparato que comprenda una lista de elementos no incluya solamente esos elementos, pero que pueda incluir otros elementos no enumerados expresamente o inherentes a tal proceso, método, artículo, o aparato. Un elemento precedido por “comprende ... un” no precluye, sin más restricciones, la existencia de elementos idénticos adicionales en el proceso, método, artículo, o aparato que comprende el elemento.

10 Se apreciará que las realizaciones de la invención descritas aquí dentro pueden estar comprendidas de uno o más procesadores convencionales e instrucciones de programa almacenadas únicas que controlan el uno o más procesadores para implementar, en conjunto con ciertos circuitos no procesadores, algunas, la mayoría, o todas las funciones de aislamiento sector a sector entre las matrices de transformada de Fourier descritas aquí dentro. Los circuitos no procesadores pueden incluir, pero no se limitan a, un receptor de radio, un transmisor de radio, controladores de señal, circuitos de reloj, circuitos de fuente de potencia, y dispositivos de entrada de usuario. Como tales, estas funciones se pueden interpretar como pasos de un método para realizar aislamiento sector a sector entre matrices de transformada de Fourier. Alternativamente, algunas o todas las funciones se pueden implementar mediante una máquina de estado que no tiene instrucciones de programa almacenadas, o en uno o más circuitos integrados de aplicaciones específicas (ASIC), en los cuales cada función o algunas combinaciones de ciertas de las funciones se implementan como lógica personalizada. Por supuesto, se podría usar una combinación de los dos planteamientos. De esta manera, los métodos y medios para estas funciones se han descrito aquí dentro. Además, se espera que un experto habitual, a pesar de un esfuerzo posiblemente significativo y muchas opciones de diseño motivadas por, por ejemplo, tiempo disponible, tecnología actual, y consideraciones económicas, cuando se guíe por los conceptos y principios revelados aquí dentro, será capaz fácilmente de generar tales instrucciones de soporte lógico y programas e IC con mínima experimentación.

25 Se revela un método para aumentar el aislamiento sector a sector en una red de comunicación inalámbrica que usa una primera y segunda matrices de transformada de Fourier cada una con un primer, segundo, y tercer sectores y que tiene un primer, segundo, y tercer trayectos de transmisión entre medias, los trayectos de transmisión que tienen una primera, segunda, y tercera ganancias, respectivamente, y una primera, segunda, y tercera fases. El método incluye configurar la primera matriz de transformada de Fourier (FTM) a un modo de transferencia, enviar una señal de prueba conocida en todos los sectores de la primera FTM, y configurar una primera ganancia del primer trayecto de transmisión y la tercera ganancia del tercer trayecto de transmisión a valores nominales. El método también incluye reducir la segunda ganancia del segundo trayecto de transmisión a cero, y determinar un primer ángulo nulo ajustando la tercera fase del tercer trayecto de transmisión para minimizar la primera salida de la segunda FTM.

35 Se revela un sistema para proporcionar un aumento del aislamiento sector a sector cuando se transmiten datos entre un conjunto de matrices de transformada de Fourier. El sistema incluye una primera y segunda matrices de transformada de Fourier, una pluralidad de trayectos de transmisión entre la primera y segunda matrices de transformada de Fourier, un generador de señal que sitúa una señal en cada uno de la pluralidad de trayectos de transmisión, y un ajustador de fase que interpone el generador de señal y cada trayecto de transmisión para proporcionar un ajuste de fase adecuado de la señal generada en cada trayecto de transmisión. Un detector AM que mide una salida asociada con la segunda matriz de transformada de Fourier (FTM) debido a la entrada en los trayectos de transmisión desde el generador de señal, un correlacionador que correlaciona la salida desde el detector de AM y la señal generada por el generador de señal, y un desplazador de fase que interpone el generador de señal y cada trayecto de transmisión para proporcionar un ajuste de fase de la señal generada en base a las señales de control desde el correlacionador para determinar un ajuste de fase del trayecto de transmisión para mejorar el aislamiento sector a sector. Un atenuador en cada uno de los trayectos de transmisión proporciona atenuación para cada trayecto de transmisión en base a señales de control desde el correlacionador para determinar la amplificación necesaria para cada trayecto de transmisión para aislamiento sector a sector mejorado.

50 Se revela un método para proporcionar aislamiento sector a sector mejorado cuando se transmiten datos entre un conjunto de matrices de transformada de Fourier que tienen una matriz de transformada de Fourier (FTM) digital, y una FTM analógica, y una pluralidad de trayectos de transmisión entre medias. El método incluye aplicar un tono a dos de los trayectos de transmisión, medir una salida de la FTM analógica, correlacionar la salida frente al tono aplicado para producir una salida correlacionada; y ajustar una fase de un trayecto de transmisión para minimizar la salida correlacionada. El método también incluye ajustar una atenuación de un trayecto de transmisión para minimizar la salida correlacionada.

55 Con referencia ahora a la FIG. 1, se muestra un par de matriz de transformada de Fourier de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. La matriz de transformada de Fourier 100 tiene una matriz de transformada de Fourier de entrada 105 y una matriz de transformada de Fourier de salida 110. Cada una de estas matrices de transformada de Fourier o FTM recibe un conjunto de señales de entrada que se transforman en un conjunto de señales de salida. Las FTM se pueden implementar de manera diversa en componentes físicos, soporte lógico o una combinación de los mismos. Por simplicidad, se ha usado simbología de FTM estándar en la FIG. 1. En la FIG. 1 las entradas a la FTM 105 se muestran como S1, S2 y S3. Las salidas de la FTM 105 corresponden a las entradas de la FTM 110, PA3, PA2 y PA1. Las salidas de la FTM 110 se indican como P3, P2 y P1. Se puede ver a partir de la FIG. 1 que las FTM ejemplares 105 y 110 son matrices 3x3, pero se podrían usar matrices más grandes con entradas y salidas

adicionales. También se puede ver a partir de la FIG. 1 que los trayectos de transmisión 1, 2 y 3 se proporcionan para la transmisión de señales entre la FTM 105 y la FTM 110. Los trayectos de transmisión pueden comprender excitadores, amplificadores de potencia y/u otro equipamiento necesario para transmisión y/o acondicionamiento de las señales entre la FTM 105 y 110.

- 5 En la realización mostrada en la FIG. 1, la FTM 105 y la FTM 110 proporcionan una relación específica que proporciona sus entradas y salidas respectivas. Un ejemplo de la relación entre la entrada y la salida de la matriz FTM 105 se muestra en la Tabla 1 como la Matriz de Entrada. La relación entre las entradas y las salidas de la FTM 110 se muestran bajo la Matriz de Salida mostrada en la Tabla 1.

TABLA 1								
Matriz de Entrada					Matriz de Salida			
	PA3	PA2	PA1			P1	P2	P3
S1	0,577∠ 0°	0,577∠ -90°	0,577∠ -180°		PA1	0,577∠ 0°	0,577∠ -90°	0,577∠ -180°
S2	0,577∠ -90°	0,577∠ 60°	0,577∠ -150°		PA2	0,577∠ -90°	0,577∠ 60°	0,577∠ -150°
S3	0,577∠ -180°	0,577∠ -150°	0,577∠ -120°		PA3	0,577∠ -180°	0,577∠ -150°	0,577∠ -120°

- 10 La relación entre las entradas y las salidas proporcionadas por la FTM 105 también se puede representar más formalmente mediante las Ecuaciones 1, 2 y 3 mostradas más adelante. Las ecuaciones de más adelante hacen coincidir la Tabla 1 anterior con $1/\sqrt{3}$ que es igual a 0,577 con tres posiciones decimales.

Ecuación 1:

$$PA3 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \bar{S}1 \angle 0^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \bar{S}2 \angle -90^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \bar{S}3 \angle -180^\circ$$

15

Ecuación 2:

$$PA2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \bar{S}1 \angle -90^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \bar{S}2 \angle 60^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \bar{S}3 \angle -150^\circ$$

Ecuación 3:

$$PA1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \bar{S}1 \angle -180^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \bar{S}2 \angle -150^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \bar{S}3 \angle -120^\circ$$

- 20 De manera similar la FTM 110 tiene una relación entre las entradas y las salidas que se puede representar mediante las Ecuaciones 4, 5 y 6 de más abajo.

Ecuación 4:

$$P1 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot PA1 \angle 0^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot PA2 \angle -90^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot PA3 \angle -180^\circ$$

Ecuación 5:

$$P2 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot PA1 \angle -90^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot PA2 \angle 60^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot PA3 \angle -150^\circ$$

25

Ecuación 6:

$$P3 = \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot PA1 \angle -180^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot PA2 \angle -150^\circ + \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot PA3 \angle -120^\circ$$

La FTM 105 y la FTM 110 proporcionarán la calidad de señal más grande y la tasa de datos más alta posible entre ellas cuando se logra un alto grado de SSI. El SSI ideal se logra cuando las matrices de entrada y salida hacen coincidir las ecuaciones 1-3 y 4-6 respectivamente y no hay variación en la ganancia o fase entre la FTM 105 y la FTM 110. En un caso ideal, no habría diferencia entre la ganancia y fase de una señal pasada a través del trayecto de transmisión 1, 2 o 3. De esta manera, un ángulo de trayecto o fase adecuado también se podría definir como uno que produce un SSI óptimo. No obstante, cualquier variación de la ganancia o fase en un trayecto que no está duplicado en otros dos trayectos provocará una degradación del aislamiento sector a sector. En algunas realizaciones, las diferencias o desequilibrios entre los trayectos de transmisión se pueden calibrar fuera del sistema 100 proporcionando por ello un alto grado de aislamiento sector a sector. En tal caso, también puede ser posible que los tres trayectos de transmisión hagan el seguimiento muy de cerca juntos en términos de cambios de amplitud o fase sobre diversos intervalos de tiempo y temperatura.

Con referencia ahora a la FIG. 2, se muestra un diagrama de flujo que corresponde a uno de los métodos ejemplares para calibrar un sistema de matriz FTM de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El diagrama de flujo 200 corresponde a un método ejemplar para calibrar la matriz FTM 100 de la FIG. 1 para lograr un alto grado de aislamiento sector a sector. Los pasos y métodos descritos con respecto a la FIG. 2 pueden ocurrir durante un tiempo cuando está ocurriendo poca o ninguna transmisión de datos en cualquiera de los trayectos de transmisión. Comenzando en el paso 210 la FTM digital 105 se ajusta a un modo de transferencia. El modo de transferencia permite que cada señal sea pasada directamente al enlace de trayecto hacia delante asociado sin cambio en la amplitud o fase. La Tabla 2 y las Ecuaciones 7, 8, y 9 mostradas más adelante ilustran la relación entre las entradas S1, S2 y S3 y los trayectos de transmisión PA1, PA2 y PA3 dados como salidas cuando la FTM 105 está funcionando en el modo de transferencia.

	Trayecto 3	Trayecto 2	Trayecto 1
S1	0	0	$1 \angle 0^\circ$
S2	0	$1 \angle 0^\circ$	0
S3	$1 \angle 0^\circ$	0	0

Ecuación 7: $Trayecto3 = \bar{S}3 \angle 0^\circ$

Ecuación 8: $Trayecto2 = \bar{S}2 \angle 0^\circ$

Ecuación 9: $Trayecto1 = \bar{S}1 \angle 0^\circ$

En el paso 212 una señal de forma de onda (CW) continua se proporciona como entradas en todos los tres sectores. Es decir se proporciona la misma señal CW en cada una de las entradas S1, S2 y S3 de la FTM 105. En el paso 214 la ganancia digital que corresponde a los sectores 2 y 3, o S2 y S3, se fija a cero. En el paso 216 la potencia de salida total en las salidas de la FTM 110, P1, P2 y P3 se mide entonces. En el paso 217, un control automático de ganancia del trayecto 1 se ajusta para proporcionar una potencia de salida sumada predeterminada en las salidas P1, P2, y P3 de la FTM 110. En el paso 218 la ganancia asociada con el sector 1 se vuelve a cero y la ganancia asociada con el sector 2 se reactiva. A continuación de esto, en el paso 219, la salida de potencia total en P1, P2 y P3 se mide de nuevo. En el paso 220, un control automático de ganancia asociado con la FTM 110 se puede ajustar ahora de manera que la misma potencia de salida total medida en el paso 219 se hace coincidir con la potencia de salida obtenida según se mide en el paso 216.

En el paso 222 la ganancia del sector 2 se fija a cero y la ganancia asociada con el sector 3 se enciende. Como antes, en el paso 223, la salida de potencia total en P1, P2 y P3 se mide. En el paso 224 un control automático de ganancia asociado con el trayecto 3 se ajusta de manera que la salida medida en P1, P2 y P3 se hará coincidir con la potencia medida obtenida para P1, P2 y P3 en el paso 216. En el paso 226, la ganancia del sector 2 se fija a cero y el control automático de ganancia de trayecto 2 se fija también a cero. De acuerdo con la ecuación 4 con la PA2 ahora fijada a cero, la potencia en P1 es una suma de las veces del trayecto 1 a 0° y las veces del trayecto 3 a 180° . Dado que todos de los tres sectores se excitaron inicialmente con la misma señal CW, la fase del trayecto 3 se puede ajustar hasta que una potencia de salida mínima se proporcione a P1. Esto ocurre en el paso 228. El ajuste de fase requerido en el trayecto 3 para minimizar la salida de potencia en P1 se puede retener para usar como se

describe más tarde en el proceso. El ángulo de un trayecto necesario para crear una diferencia de fase de 180 grados en la salida de cualquier puerto de la FTM con respecto a otro trayecto en el mismo puerto de salida se conoce como un “ángulo nulo”.

5 En el paso 230 la ganancia del sector 2 se puede fijar de vuelta a su valor original y en el paso 232 el control automático de ganancia del trayecto 2 se puede restablecer al valor obtenido en el paso 220. En el paso 234 la ganancia del sector 3 se fija a cero y el control automático de ganancia del trayecto 3 también se fija a cero. En el paso 236 la fase del trayecto 2 se puede ajustar hasta que una salida de potencia mínima se proporciona en P1. Esto ocurrirá cuando el término PA1 y el término PA2 están 180° fuera de la fase. El ajuste de fase necesario para lograr la salida de potencia mínima en P1 se puede añadir a 90° para obtener un término de dos ángulos de trayecto que se usará más tarde en el proceso según se describe más adelante. En el paso 238 se fijan las fases de los tres trayectos. El trayecto 1 se fija a cero, el trayecto 2 se fija al valor obtenido en el paso 236 más 90 grados, y el trayecto 3 se fija al valor obtenido en el paso 228. En el paso 239, la ganancia digital del sector 3 se fija de vuelta a su valor original y el control automático de ganancia del sector 3 se fija al valor del paso 224.

15 En algunas realizaciones el procedimiento puede finalizar en este punto o puede continuar como se muestra por el paso 240. La decisión sobre si continuar el proceso como se describirá se basa en el deseo de mejorar el aislamiento de sector a sector del caso peor entre la salida P1, P2 y P3 incluso más usando las salidas en P2 y P3 para determinar la mejor combinación angular total para los trayectos 1, 2 y 3. Si el proceso continúa desde el paso 240 los ángulos nulos para P2 y P3 se pueden obtener en el paso 242. Los ángulos nulos previamente obtenidos se pueden usar como puntos de partida, o estimaciones matemáticas, para obtener los ángulos adicionales para P2 y P3. De esta manera, los ángulos del trayecto se pueden estimar matemáticamente usando los ángulos nulos P2 y P3 para su puerto de FTM asociado. La Tabla 3, mostrada más adelante, proporciona una relación ideal entre los ángulos base usados para obtener salidas nulas en P1, P2 o P3. Señalar que la Tabla 3 proporciona un escenario de caso ideal y los ángulos realmente necesarios para proporcionar salidas nulas puede variar en alrededor de +/- 10°. No obstante, las relaciones mostradas en la Tabla 3 se pueden usar como un punto de partida o estimación para reducir el tiempo necesario para realizar la tarea.

TABLA 3

	Trayecto 1	Trayecto 2	Trayecto 3
P1	$\phi_{11Nulo} = 0^\circ$	ϕ_{12Nulo}	ϕ_{13Nulo}
P2	$\phi_{21Nulo} = 0^\circ$	$\phi_{22Nulo} = \phi_{12Nulo} + 120^\circ$	$\phi_{23Nulo} = \phi_{13Nulo} - 120^\circ$
P3	$\phi_{31Nulo} = 0^\circ$	$\phi_{32Nulo} = \phi_{12Nulo} - 120^\circ$	$\phi_{33Nulo} = \phi_{13Nulo} + 120^\circ$

30 En el paso 244 los ángulos determinados en el paso 242 se pueden usar en las siguientes ecuaciones para calcular el ajuste de fase necesario de cada trayecto de transmisión para lograr un aislamiento sector a sector óptimo en cada puerto de salida. En las ecuaciones de más adelante, $\phi_{TrayectoX}$ es el ajuste de fase del trayecto de transmisión indicado por X y ϕ_{YXNulo} es el ángulo Nulo entre los trayectos respectivos indicado por Y y Z.

Ecuación 10: $\phi_{Trayecto1} = 0^\circ$

Ecuación 11: $\phi_{Trayecto2} (P1) = \phi_{12Nulo} + 90^\circ$

Ecuación 12: $\phi_{Trayecto2} (P2) = \phi_{22Nulo} - 30^\circ$

Ecuación 13: $\phi_{Trayecto2} (P3) = \phi_{32Nulo} - 150^\circ$

35 Ecuación 14: $\phi_{Trayecto3} (P1) = \phi_{13Nulo} + 0^\circ$

Ecuación 15: $\phi_{Trayecto3} (P2) = \phi_{23Nulo} + 120^\circ$

Ecuación 16: $\phi_{Trayecto3} (P3) = \phi_{33Nulo} - 120^\circ$

En el paso 246 las diversas mediciones de ángulo obtenidas por las ecuaciones 11 hasta 16 se pueden promediar para proporcionar un resultado optimizado para el rendimiento total de las tres salidas P1, P2 y P3. Las ecuaciones

17 y 18 más adelante ilustran la relación entre los ángulos calculados y los promedios.

Ecuación 17:
$$\phi_{\text{Trayecto 2}} = \frac{\phi_{\text{Trayecto 2}}(P1) + \phi_{\text{Trayecto 2}}(P2) + \phi_{\text{Trayecto 2}}(P3)}{3}$$

Ecuación 18:
$$\phi_{\text{Trayecto 3}} = \frac{\phi_{\text{Trayecto 3}}(P1) + \phi_{\text{Trayecto 3}}(P2) + \phi_{\text{Trayecto 3}}(P3)}{3}$$

Independientemente de si ocurren los pasos 242, 244, o 246, en el paso 247 la FTM digital 105 se rehabilita.

5 Calibrando la ganancia y fase como se describe con respecto a la FIG. 2 se puede esperar un SSI mejor que -
 30dBc, pero son posibles niveles de -60dBc. No obstante, la variación de componentes con el tiempo, temperatura y
 frecuencia puede hacer a este nivel de rendimiento degradarse en alrededor de 0dBc. Esto provocará un
 rendimiento de calidad de señal degradado y en algunos casos esto puede provocar tasas de datos más lentas del
 sistema. Unos medios de medición tales como detectores de potencia se pueden proporcionar para medir
 10 desviaciones de potencia entre los tres trayectos de transmisión. Las ganancias asociadas con los trayectos 1, 2 y 3
 entonces se podrían modificar para compensar. Como se discutió, es importante que la ganancia asociada con cada
 uno de los trayectos sea similar para lograr un alto grado de SSI. Según el cambio y la salida de potencia asociada
 con un trayecto cambian, la salida de potencia asociada con los otros dos trayectos se puede ajustar en el mismo
 grado. De esta manera, el SSI se puede mantener incluso aunque la ganancia asociada con uno o más de los
 15 trayectos de transmisión pueda cambiar en base a variaciones de tiempo, temperatura y frecuencia.

Con referencia ahora a la FIG. 3 se muestra un par de FTM 300 con medios de mejora de aislamiento sector a
 sector de acuerdo con alguna realización de la invención. El par de FTM 300 es similar en algunos aspectos al par
 de FTM 100 mostrado en la FIG. 1. Como se puede ver, el par FTM 300 proporciona mecanismos de seguimiento y
 ajuste adicionales, los cuales se pueden emplear para mejorar el SSI entre las salidas de la FTM 110. Se
 20 proporciona un generador de señal 305 que puede añadir entradas tales como tonos de baja frecuencia en cada uno
 de los trayectos de transmisión 1, 2 y 3. Un ajustador de fase 310 se puede proporcionar entre el generador de señal
 305 en cada uno de los trayectos de transmisión 1, 2 y 3. También asociado con cada trayecto de transmisión 1, 2 y
 3 es un desplazador de fase 312 y un atenuador 314 que también se pueden situar en cada uno de los trayectos de
 transmisión 1, 2 y 3. En la salida P1 de la FTM 110 se puede proporcionar un detector de modulación de amplitud
 316. Tanto la salida del generador de señal 305 como la salida del detector de AM 316 se pueden proporcionar a un
 25 correlacionador 318. Tanto el detector de AM 316 como el generador de señal 305 pueden tener sus salidas en el
 correlacionador 318 filtradas por los filtros 320 y 322 respectivamente. En algunas realizaciones, los filtros 320 hasta
 322 pueden ser filtros paso banda u otros filtros que se pueden necesitar para proporcionar una señal adecuada en
 el correlacionador 318. Como se describirá en mayor detalle más adelante, los ajustes de fase del trayecto de
 30 transmisión 324 se pueden usar para proporcionar el ajuste de fase final necesario en cada uno de los trayectos de
 transmisión 1, 2 y 3 para obtener el grado de requisitos de aislamiento sector a sector. Como también se describirá,
 puede ser necesario ajustar la ganancia asociada con cada uno de los trayectos para obtener el grado de requisito
 de aislamiento de sector a sector.

Con referencia ahora a la FIG. 4, se muestra un diagrama de flujo que ilustra un modo de funcionamiento del par de
 35 FTM de la FIG. 3 de acuerdo con algunas realizaciones de la invención. El diagrama de flujo 400 proporciona un
 método para utilizar el equipo adicional proporcionado en el par de FTM 300 para lograr el SSI. En el paso 410, se
 proporciona una señal CW o tono en un intervalo de baja frecuencia a cada uno de los trayectos de transmisión por
 el generador de señal 305. El ajustador de fase 310 asociado con el trayecto de transmisión 1 se fija a 0°. El
 ajustador de fase asociado con el trayecto de transmisión 2 se fija a -90°. En otra realización, más que usar los
 40 ajustadores de fase 310, la señal generada por el generador de señal 305 se podría modular directamente. En
 algunas realizaciones un tono de 11kHz se proporcionará por el generador de señal 305, aunque, en otras
 realizaciones, se puede usar una frecuencia diferente.

En el paso 412 la señal de salida proporcionada en la salida P1 y la entrada del generador de señal 305 se pueden
 45 correlacionar en el correlacionador 318. En la salida P1 de la FTM 110, el FTM 110 ha girado la fase PA2 en -90°. La
 modulación de fase del trayecto dos se giró previamente en -90° adicionales mediante el ajustador de fase 310. Por
 lo tanto las fases de la modulación de baja frecuencia entre los trayectos 1 y 2 como se ve en el puerto de salida de
 la FTM 110 P1 debería estar aproximadamente 180° aparte. En el caso de que la diferencia de amplitud entre los
 trayectos 1 y 2 no se minimice, puede existir un desequilibrio de amplitud o fase entre los dos trayectos. La
 envolvente de la diferencia entre los trayectos 1 y 2 como se muestra en la salida de la FTM 110 P1 se puede
 50 correlacionar o comparar con la señal de modulación original. El término actual directo del producto de la correlación
 proporciona un voltaje que es proporcional a la señal y magnitud del error de fase entre los trayectos 1 y 2. En el
 paso 414 el ángulo de fase del trayecto 2 se puede ajustar para compensar cualquier error. Esto se puede hacer por
 ejemplo mediante el desplazador de fase 312 asociado con el trayecto de transmisión 2. Los ajustes se pueden
 hacer de manera incremental a la fase del trayecto 2 hasta que el desplazamiento de fase haga una inversión del
 55 signo del producto de error proporcionado por el correlacionador 318. De esta manera, en el paso 416 el producto o
 la correlación o comparación se puede monitorizar para un cambio de signo y devolver para ajustes adicionales al

paso 414 hasta que se observa el cambio y entonces pasar al paso 418.

5 En el paso 418 la modulación de fase se apaga y la señal generada por el generador de señal 305 se usa para modular un atenuador controlado de voltaje 314 asociado con los trayectos de transmisión 1 y 2. De nuevo, en el paso 420 la señal proporcionada en la salida P1 y la señal proporcionada por el generador de señal se pueden correlacionar por el correlacionador 318. La amplitud del trayecto de transmisión 2 se puede ajustar entonces en el paso 422 hasta que ocurre un cambio de signo en el término de error del correlacionador en el paso 424.

10 A continuación de los pasos descritos anteriormente, los trayectos 1 y 2 pueden estar tanto equilibrados en ganancia como en fase. Continuando en el paso 426 la modulación de amplitud en los trayectos uno y dos se apaga mientras que la modulación de fase de los trayectos 1 y 3 se habilita con rotación de fase de 0° proporcionada por el ajustador de fase asociado 310. Dado que la FTM 110 girará la fase del trayecto 3 en -180° el detector de AM 316 grabará una lectura mínima cuando el trayecto 1 y el trayecto 3 están alineados en fase. Por lo tanto, otra vez, las señales se pueden correlacionar mediante el correlacionador 318 en el paso 428. En el paso 430 la fase del trayecto 3 se puede ajustar hasta que un cambio de signo ocurre en el paso 432. En el paso 436 el ajuste de fase asociado con los trayectos de transmisión 1 y 3 se deshabilita para proporcionar una atenuación de amplitud proporcionada por los atenuadores asociados 314. En el paso 438 la amplitud del trayecto 3 se puede ajustar otra vez hasta que ocurra un cambio de signo en el paso 440 en el término de error del correlacionador.

20 Se entiende que la técnica descrita anteriormente con respecto a la Figura 4 se puede repetir en o realizar en su lugar en los puertos de salida de las FTM 2 y 3. Es decir, el detector de AM 316 se puede configurar para leer la señal de salida usada en la correlación de la salida de la FTM P2 o P3. También se entiende que el proceso descrito anteriormente con respecto a la FIG. 4 y asociada con el par de FTM 300 se puede repetir en base a intervalos de cambios de tiempo, temperatura, u otros intervalos.

25 En la especificación anteriormente mencionada, se han descrito las realizaciones específicas de la presente invención. No obstante, un experto habitual en la técnica aprecia que se pueden hacer diversas modificaciones y cambios sin apartarse del alcance de la presente invención como se establece en adelante en las reivindicaciones de más adelante. Por consiguiente, la especificación y las figuras tienen que ser consideradas en un sentido ilustrativo más que uno restrictivo, y todas de tales modificaciones se pretende que estén incluidas dentro del alcance de la presente invención. Los beneficios, ventajas, soluciones a problemas, y cualquier elemento(s) que puede(n) hacer que cualquier beneficio, ventaja, o solución ocurra o llegue a ser más pronunciado no se tiene(n) que interpretar como unos rasgos o elementos críticos, requeridos, o esenciales de cualquiera o todas las reivindicaciones. La invención se define únicamente por las reivindicaciones adjuntas incluyendo cualquier enmienda
30 hecha durante la tramitación de esta solicitud y todos los equivalentes de esas reivindicaciones según se expiden.

REIVINDICACIONES

1. Un método para aumentar el aislamiento sector a sector en una red de comunicación inalámbrica que utiliza una primera y segunda matrices de transformada de Fourier cada una con un primer, segundo, y tercer sectores y que tienen un primero, segundo, y tercero trayectos de transmisión entre medias, los trayectos de transmisión que tienen una primera, segunda, y tercera ganancias, respectivamente, y una primera, segunda, y tercera fases, respectivamente, el método que comprende:
- 5 configurar la primera matriz de transformada de Fourier, FTM, (105) a un modo de transferencia en el que cada señal de entrada (S1, S2, S3) a la primera FTM va a ser pasada directamente a un enlace de trayecto hacia delante asociado sin cambio en la amplitud o fase;
- 10 enviar una señal de prueba conocida en todos los sectores de la primera FTM (105);
- configurar una primera ganancia del primer trayecto de transmisión y la tercera ganancia del tercer trayecto de transmisión al valor nominal;
- reducir la segunda ganancia del segundo trayecto de transmisión a cero; y
- 15 determinar un primer ángulo nulo ajustando la tercera fase del tercer trayecto de transmisión para minimizar la primera salida de potencia de la segunda FTM (110) en el que un ángulo nulo es un ángulo de un trayecto necesario para crear una diferencia de fase de 180 grados en la salida de cualquier puerto de la FTM con respecto a otro trayecto en el mismo puerto de salida.
2. El método de la reivindicación 1, que además comprende:
- devolver la segunda ganancia del segundo trayecto de transmisión a su valor nominal;
- 20 reducir la tercera ganancia del tercer trayecto de transmisión a cero;
- ajustar la segunda fase del segundo trayecto de transmisión para minimizar una primera salida de la segunda FTM (110);
- determinar un segundo ángulo de trayecto añadiendo 90 grados a la fase del segundo trayecto de transmisión; y
- 25 configurar la segunda fase del segundo trayecto de transmisión al ángulo del segundo trayecto determinado.

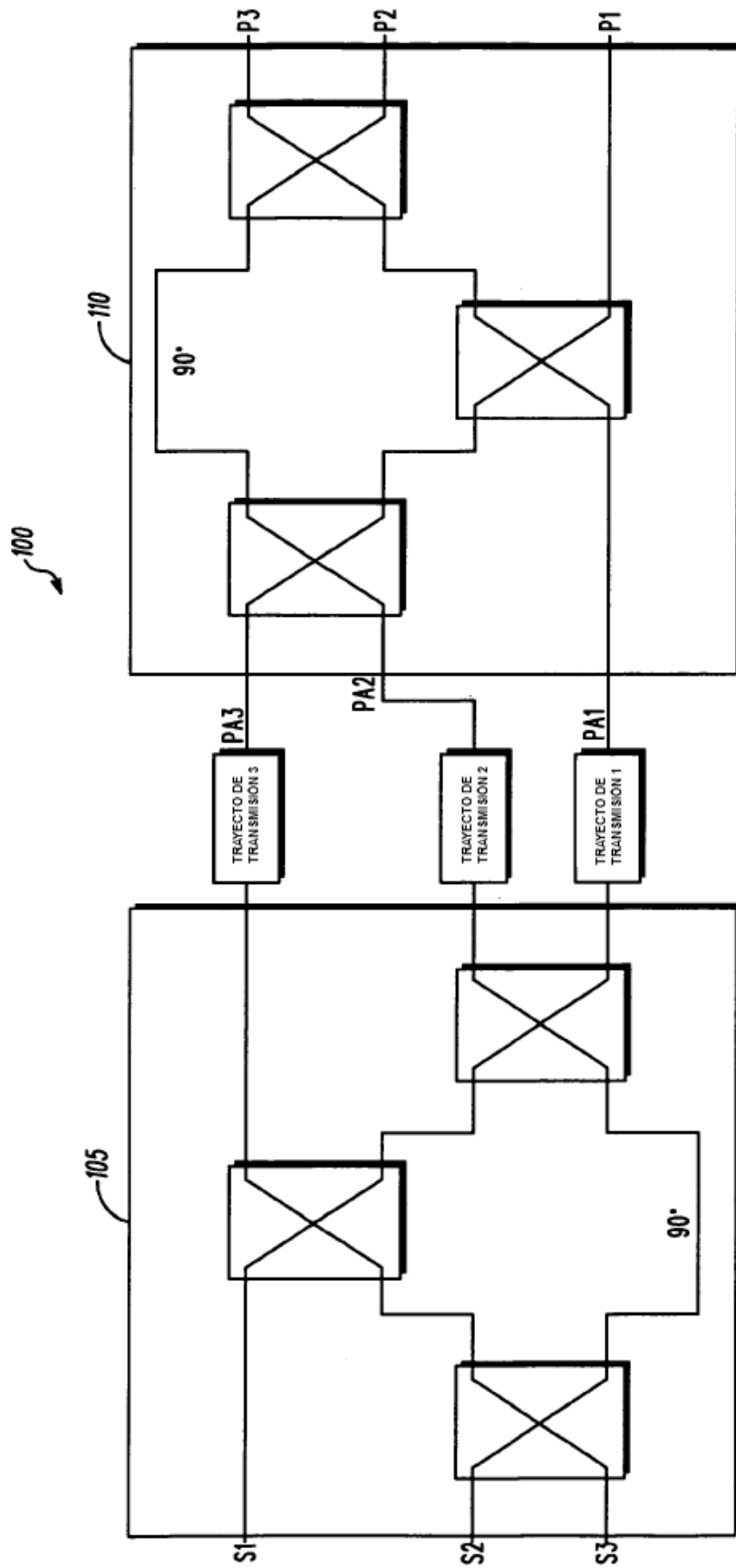


FIG. 1

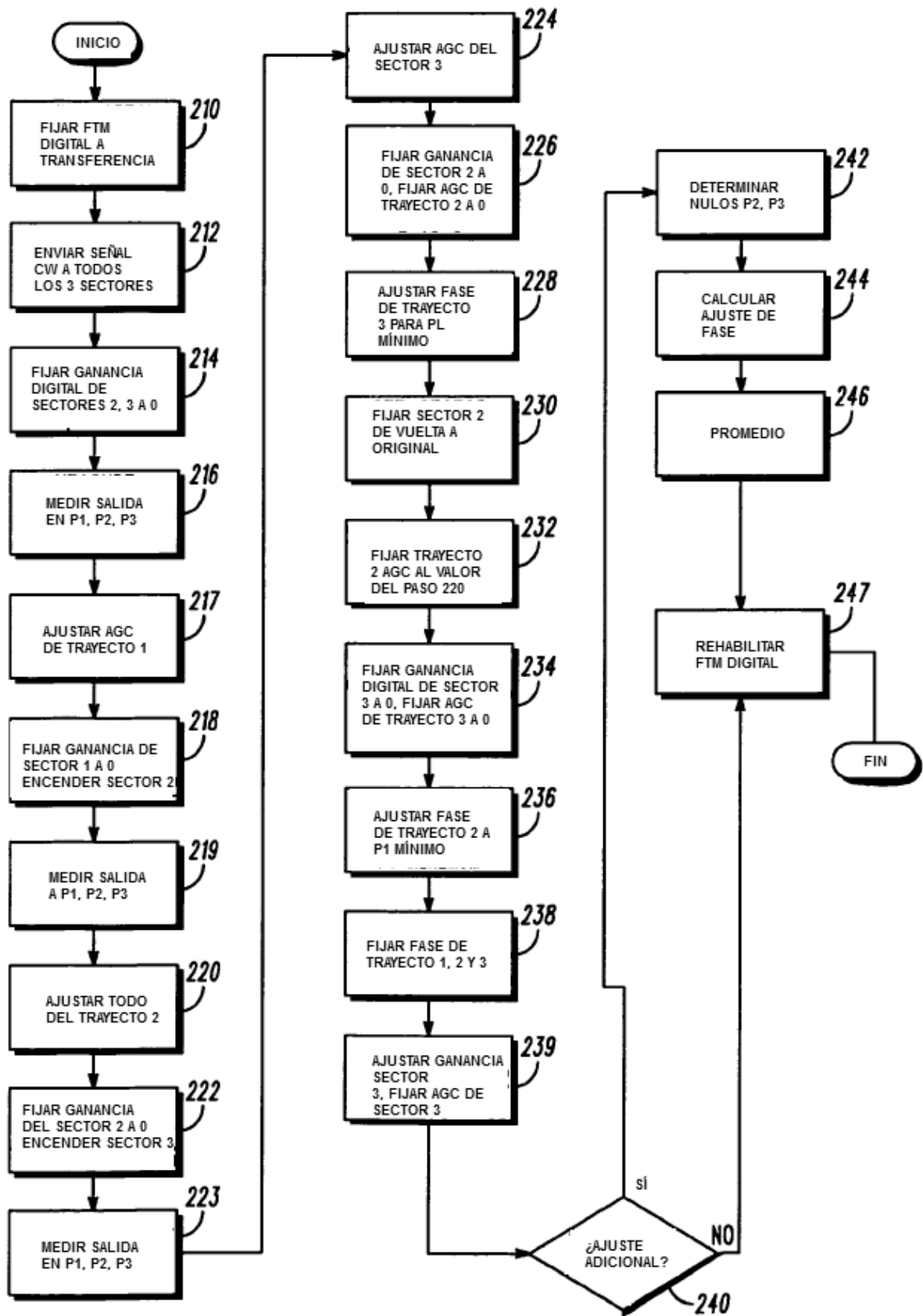


FIG. 2

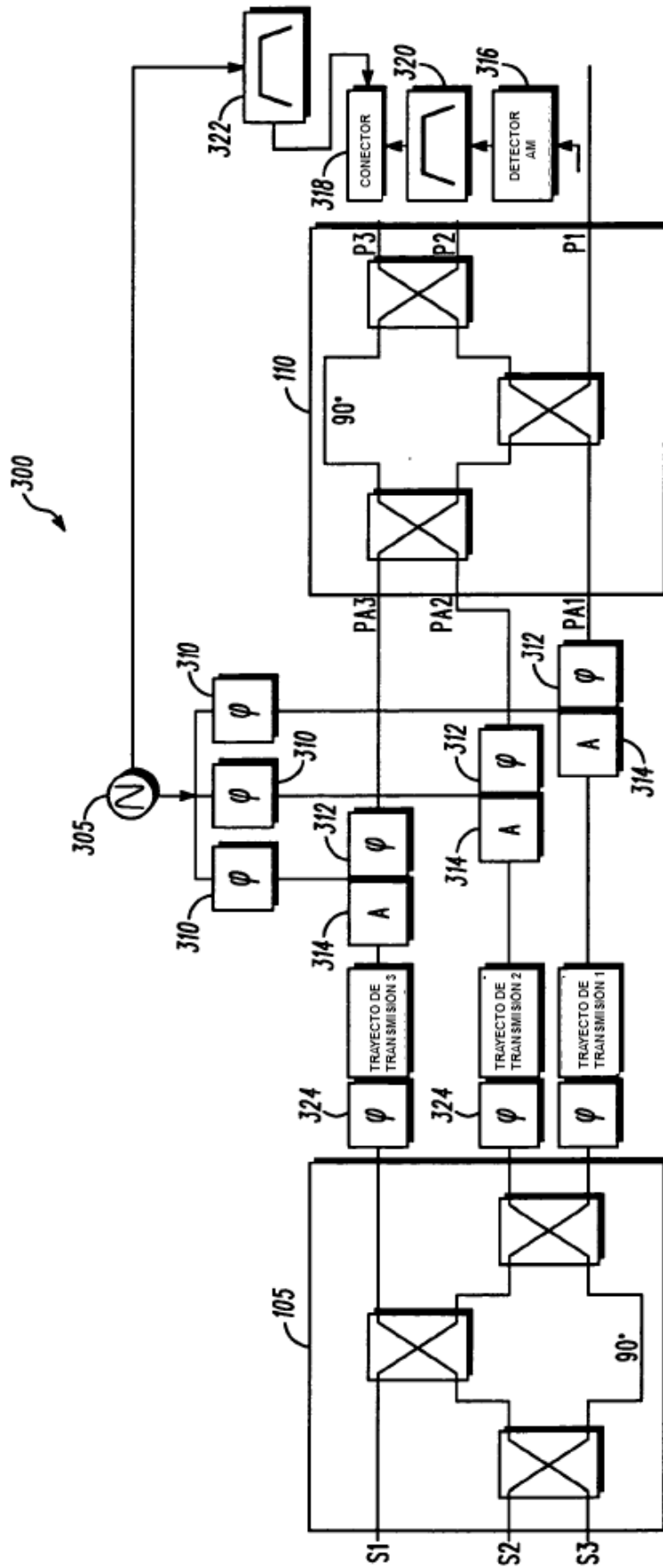


FIG. 3

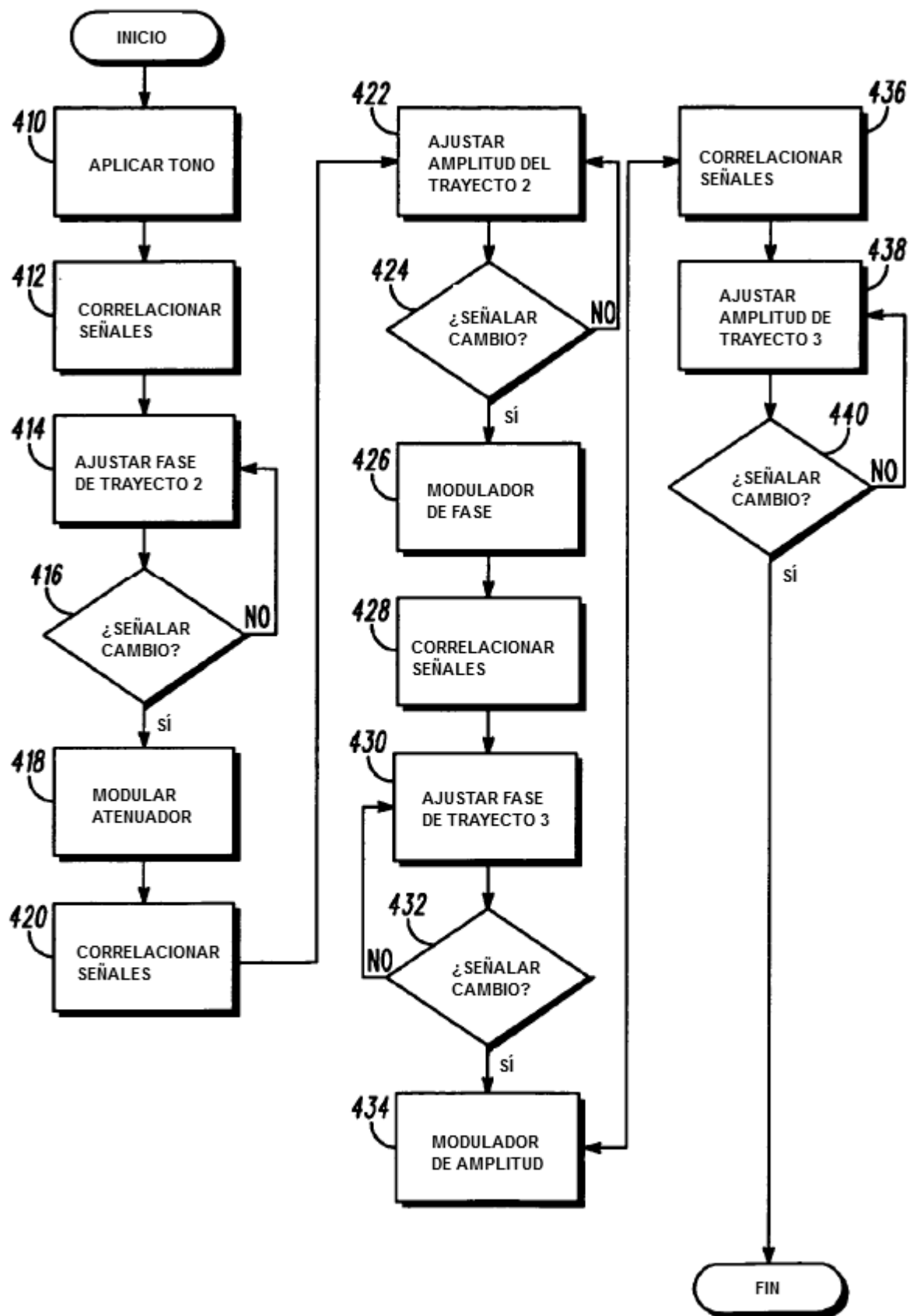


FIG. 4