

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 658**

51 Int. Cl.:

<b>H01Q 3/24</b>	(2006.01)	<b>H01Q 21/06</b>	(2006.01)
<b>H01Q 21/29</b>	(2006.01)	<b>G01S 1/66</b>	(2006.01)
<b>G01S 19/36</b>	(2010.01)		
<b>G01S 19/37</b>	(2010.01)		
<b>G01S 19/22</b>	(2010.01)		
<b>G01S 19/11</b>	(2010.01)		
<b>G01S 1/04</b>	(2006.01)		
<b>G01S 5/02</b>	(2010.01)		
<b>H01Q 3/00</b>	(2006.01)		
<b>H01Q 3/26</b>	(2006.01)		

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **21.10.2011 PCT/AU2011/001346**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **26.04.2012 WO12051669**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **21.10.2011 E 11833641 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.10.2017 EP 2630692**

54 Título: **Método y aparato para conformar un haz remoto**

30 Prioridad:

**21.10.2010 AU 2010904696**

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

**14.02.2018**

73 Titular/es:

**LOCATA CORPORATION PTY LTD (100.0%)  
111 Canberra Avenue  
Griffith, ACT 2603, AU**

72 Inventor/es:

**SMALL, DAVID**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 654 658 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 conformar un haz remoto

**Campo de la invención**

5 La presente invención está relacionada de manera general con sistemas de posicionamiento y en particular con subsistemas para recibir señales de posicionamiento.

La invención se ha desarrollado principalmente para conformar haces remotos para recibir señales de posicionamiento en entornos multitrayecto y se describirá en lo que sigue con referencia a esta aplicación. Sin embargo, se apreciará que la invención no está limitada a este campo de uso concreto.

**Antecedentes de la invención**

10 Cualquier exposición de la técnica anterior a lo largo de toda la especificación no se debería considerar de ninguna manera como una admisión de que dicha técnica anterior es ampliamente conocida o forma parte del conocimiento general común en el campo.

15 Como es conocido en la técnica, las tecnologías de posicionamiento operan generalmente midiendo el tiempo que tarda una señal en viajar desde una fuente de la señal hasta el dispositivo de recepción. En la mayoría de las aplicaciones de la técnica anterior, esta medida se obtiene comparando el instante en el cual se envía una señal con el instante en el cual se recibe la misma señal. Los sistemas de posicionamiento comunes tales como el GPS utilizan tres o más señales de este tipo y, utilizando triangulación, calculan la posición de un objeto. Dado que los cálculos de la medida son sensibles al tiempo, habitualmente se requiere una cuarta señal para garantizar que los relojes de la fuente y del receptor están correctamente sincronizados.

20 El término multitrayecto se refiere al fenómeno por el cual las señales de posicionamiento son reflejadas por otros objetos, tales como paredes y muebles. Esto es especialmente prevalente en un entorno cerrado, por ejemplo en interiores, pero es también un problema significativo en áreas edificadas, por ejemplo en ciudades. Hablando de forma simplista, las señales reflejadas tardan más tiempo en viajar desde una fuente a un receptor, afectando por lo tanto a la precisión de las medidas. Asimismo el receptor ve señales en conflicto que se originan en la misma fuente, que tienen diferente información de temporización. Algunos receptores modernos utilizan algoritmos de selección para intentar determinar la señal más apropiada a utilizar en la determinación de posición. Sin embargo, típicamente los receptores no pueden diferenciar las señales multitrayecto de las señales de posicionamiento genuinas con ningún grado elevado de precisión.

30 También son conocidos en la técnica los sistemas en fase, que consisten en varios elementos de antena que se pueden controlar individualmente para dirigir un haz. En un sistema en fase típico, las señales recibidas en cada elemento son manipuladas individualmente en fase y en ganancia, dependiendo la manipulación exacta requerida de la dirección del haz requerido. A continuación, las señales manipuladas en fase y en ganancia resultantes procedentes de cada elemento se suman para obtener la dirección deseada del haz.

35 Un dispositivo correspondiente a la parte genérica de la reivindicación 1 que está configurado para llevar a cabo el método de acuerdo con la parte genérica de la reivindicación 14 se conoce a partir del documento WO 2011/000 049 A1. Aunque el dispositivo y el método en cuestión son capaces de mitigar con éxito los efectos de multitrayecto, el hecho de que la antena del receptor comprenda una pluralidad de elementos de antena limita el tamaño hasta el cual se puede miniaturizar la antena del receptor local, y por lo tanto limita la portabilidad del receptor y en la práctica impide, por ejemplo, la incorporación del receptor en el interior de un teléfono móvil.

40 A partir del documento WO 03/007 488 A2 se conoce un receptor GPS que comprende un sistema de antenas en fase ("*phased array antenna*") y que produce un haz de recepción hacia los satélites que son las fuentes de las señales recibidas, suprimiendo de ese modo señales multitrayecto.

45 El documento EP 2 040 333 A1 describe la calibración de un sistema de antenas en fase por recepción de una señal con una señal de prueba añadida que transporta un código pseudoaleatorio transmitida por una única antena en el campo lejano.

El documento US 5 572 219 A describe un satélite con un sistema de antenas en fase que es controlado por una estación remota utilizando señales de referencia que son recibidas de forma coherente por la estación remota.

**Resumen de la invención**

50 Es el objeto de la invención proporcionar un dispositivo y un método con propiedades relativas a la supresión de multitrayecto que sean similares a las propiedades del dispositivo y del método genéricos conocidos donde, sin embargo, no sea necesario que el receptor comprenda una pluralidad de elementos de antena y por lo tanto pueda ser mucho más pequeño.

Este objeto es conseguido por los rasgos en la parte de caracterización de las reivindicaciones 1 y 14, respectivamente. Debido a su pequeño tamaño el receptor de acuerdo con la invención se puede incorporar fácilmente en el interior de dispositivos portátiles como, por ejemplo, un teléfono móvil.

**Breve descripción de los dibujos**

- 5 Se describirá ahora una realización preferida de la invención, sólo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:  
  
La Figura 1 es una vista esquemática de un sistema de antenas acoplado con un dispositivo de unidad de posicionamiento de acuerdo con un aspecto de la invención;
- 10 La Figura 2 es una vista esquemática del receptor de posicionamiento de la Figura 1 acoplado a una antena omnidireccional que muestra algunos componentes internos del receptor de acuerdo con un aspecto de la invención;  
  
La Figura 3 es una vista esquemática de un haz conformado localmente por el receptor de posicionamiento que interactúa con un haz conformado remotamente por el sistema de antenas de la Figura 1;
- La Figura 4a es un diagrama de temporización que muestra la relación entre B-slots, R-slots y el periodo de integración de acuerdo con un aspecto de la invención;
- 15 La Figura 4b es un diagrama de temporización que muestra con más detalle la relación entre B-slots, R-slots y cómo se aplican desviaciones de fase y/o de ganancia a la señal de referencia de acuerdo con un aspecto de la invención;  
  
La Figura 5 es un diagrama de flujo de los pasos involucrados para conformar haces remotamente de acuerdo con un aspecto de la invención;
- La Figura 6 es una vista esquemática de un correlador modificado de acuerdo con un aspecto de la invención; y
- 20 Las Figuras 7a y 7b son vistas esquemáticas de un sistema de dos antenas de acuerdo con un aspecto de la invención.

**Realización preferida de la invención**

*Visión General del Sistema*

25 De acuerdo con la invención, se proporciona un dispositivo y un método para conformar un haz de un sistema de antenas de transmisión en la dirección de un receptor de posicionamiento. Dado que el haz del sistema de antenas de transmisión es conformado remotamente por el receptor de posicionamiento, la ganancia recibida de la señal de posicionamiento entrante se maximiza mientras que señales procedentes de otras direcciones se atenúan, mitigando de este modo cualquier efecto indeseado de multitrayecto. Dependiendo del número de elementos en el sistema de antenas de transmisión y de su distribución física, la anchura del haz se puede hacer menor de tal manera que el receptor de posicionamiento sólo requiere una simple antena omnidireccional para conseguir una solución de posicionamiento precisa. En realizaciones adicionales, la presente invención se puede combinar con la descripción del documento WO 2011/000049 A1 para conformar haces compuestos para una precisión todavía mayor de la solución de posicionamiento.

30 Haciendo referencia a la Figura 1, se representa en ella un dispositivo 102 para conformar haces remotos entre una antena de recepción omnidireccional y un sistema 104 de antenas de transmisión que tiene una pluralidad de elementos 106 distribuidos espacialmente. Un dispositivo 108 de unidad de posicionamiento que tiene un amplificador/modulador de RF 126 está acoplado con el sistema 104 de antenas y está configurado para conmutar los elementos 106 de antena de transmisión entre estados primero y segundo en una secuencia predeterminada, donde, en el primer estado, los elementos 106 están configurados para transmitir señales de posicionamiento; y en el segundo estado los elementos 106 están inactivos.

35 Un receptor 114 de posicionamiento está acoplado, en este caso, con una antena 112 omnidireccional y está configurado para recibir la señal de posicionamiento procedente del sistema 104 de antenas de transmisión. El receptor 114 de posicionamiento tiene un procesador (no mostrado) para generar una señal de referencia, mezclar la señal de posicionamiento con una señal de referencia modificada para generar una señal mezclada y sumar la señal mezclada a lo largo de un periodo predeterminado para generar una señal acumulada, donde la señal de referencia se modifica antes de ser mezclada con dicha señal recibida de tal manera que la señal acumulada es indicativa de la dirección y la magnitud del haz del sistema 104 de antenas de transmisión.

40 En algunas realizaciones, se usan componentes/bloques lógicos discretos en un circuito utilizando mezcladores, osciladores y acumuladores para producir las señales acumuladas necesarias antes de hacerlas pasar a un receptor de posicionamiento para procesamiento posterior. Sin embargo, la realización preferida es incorporar el método de conformado de haces de la presente invención en el interior de un receptor de posicionamiento estándar, tal como el receptor 114, ya que gran parte de los circuitos requeridos para conformar haces de acuerdo con la presente

invención ya son parte de arquitectura del receptor de posicionamiento estándar en la forma del correlador, y sólo requiere mínima modificación para permitir la formación de haces simultáneos.

La Figura 2 muestra de forma esquemática el receptor 114 de posicionamiento utilizado en una red de posicionamiento típica. El receptor 114 de posicionamiento hace uso de componentes existentes que incluyen al menos un canal 202 de recepción que tiene al menos un correlador 204 que está en comunicación con el procesador 206. Cada correlador 204 incorpora un oscilador controlado numéricamente (NCO) de portadora para generar una señal de referencia. La fase y/o la ganancia de esta señal de referencia es modificada por el procesador 206 en sincronismo substancial con la secuencia de conmutación de elementos de la señal de posicionamiento recibida, creando de esta manera una señal de referencia modificada. La señal de posicionamiento recibida se mezcla posteriormente con esta señal de referencia modificada para crear una señal mezclada. Esta señal mezclada se mezcla a continuación con una señal de referencia del NCO de código, de acuerdo con el procesamiento estándar del correlador, y se acumula posteriormente a lo largo de un periodo de integración predeterminado para crear una señal acumulada. Por lo tanto, la señal acumulada resultante es indicativa de la dirección y la magnitud del haz 122 (mostrado en la Figura 1) conformado dentro del correlador 204 a partir del sistema 104 de antenas de transmisión. Al final de cada periodo de integración predeterminado los bucles de seguimiento del correlador operan de acuerdo con el funcionamiento normal del correlador, no perturbados por las manipulaciones de fase y/o de ganancia.

El haz del sistema de antenas se puede conformar remotamente de una de dos maneras. De acuerdo con una realización, el dispositivo 108 de unidad de posicionamiento está equipado con la lógica para manipular la fase y/o la ganancia de la señal transmitida directamente. En esta realización, las desviaciones de fase y/o de ganancia se aplican directamente a la señal de posicionamiento transmitida en sincronismo con la conmutación de los elementos 106 al primer estado. Por ejemplo, cuando se conmuta el primer elemento al primer estado, se calculan las desviaciones de fase y/o de ganancia aplicables y se utilizan éstas para manipular la señal de posicionamiento antes de que la señal sea transmitida por medio del primer elemento. Cuando se conmuta el segundo elemento al primer estado, se aplica el siguiente conjunto de modificaciones de fase y/o de ganancia a la señal de posicionamiento antes de que la señal sea transmitida por el segundo elemento, y así sucesivamente para el resto de los elementos. Sin embargo, aunque las modificaciones de fase y/o de ganancia son aplicadas por el dispositivo 108 de unidad de posicionamiento, es importante destacar que el haz 122 no se conforma hasta que la señal es recibida por el receptor 114 de posicionamiento y es acumulada durante un periodo de integración equivalente al tiempo en que elementos del sistema de transmisión están conmutados de acuerdo con la secuencia de conmutación predeterminada. Por lo tanto, el haz 122 es todavía, en efecto, conformado "remotamente" por el receptor 114 de posicionamiento.

Este método, sin embargo, no es apropiado para sistemas de posicionamiento porque es necesario que las fuentes de señal sean de acceso múltiple. Es decir, en una red de posicionamiento, puede haber un número ilimitado de receptores de posicionamiento configurados todos ellos para recibir señales procedentes de una fuente de señal. Al conformar un haz de transmisión hacia un receptor de posicionamiento concreto, a otros receptores de posicionamiento situados dentro de la red de posicionamiento se les deniega entonces indefinidamente el acceso a esa fuente de señal.

Sin embargo, el método preferido para conformar haces remotamente es conmutar los elementos de antena de transmisión en una secuencia de conmutación predeterminada, pero no cambiar fase y/o ganancia en el extremo de transmisión. Los cambios a la fase y/o a la ganancia se hacen en el extremo del receptor de posicionamiento manipulando de forma síncrona la señal de referencia sintetizada por el NCO de portadora en cada canal del correlador. De esta manera, todos los receptores de posicionamiento situados dentro de la red obtienen las mismas señales conmutadas, pero no modificadas, procedentes de la fuente de señal. Sin embargo, lo que se modifica es simplemente la "copia" interna del receptor de posicionamiento de la señal de posicionamiento. Esto permite que una pluralidad de receptores de posicionamiento conformen haces independientes a partir de un único transmisor, creando de esta manera un sistema de acceso múltiple. Ya que este es el método preferido de conformar haces remotamente, este es el método que se expondrá con mayor detalle en esta memoria.

#### *Modificación de la Señal de Referencia*

Después de que la señal de referencia es sintetizada por el NCO de portadora, dicha señal se modifica manipulando de forma selectiva la fase y/o la ganancia de la señal de referencia en sincronismo substancial con la recepción de la señal de posicionamiento. Específicamente, la manipulación de la fase y/o de la ganancia se consigue aplicando una desviación de fase y/o de ganancia a la señal de referencia, donde el valor de la desviación de fase y/o de ganancia se calcula en dependencia de la secuencia predeterminada en que se conmutan los elementos 106 del sistema 104 de antenas de transmisión entre los estados primero y segundo.

El sistema 104 de antenas de transmisión se asocia operativamente con el correlador 204 por medio de inserción síncrona de la respectiva desviación de fase y/o de ganancia en el circuito del correlador. El funcionamiento del correlador y de la inserción de las desviaciones de fase y/o de ganancia se describen con mayor detalle más adelante, con referencia a la Figura 6.

Haciendo referencia de nuevo a la realización de la Figura 2, el valor de la desviación de fase y/o de ganancia se determina recuperando un valor predeterminado almacenado en una base de datos 208 que es accesible por el procesador dentro del receptor de posicionamiento. Una tabla de desviaciones, tal como la tabla mostrada en el ejemplo ilustrativo proporcionado más adelante, está almacenada en la base de datos 208 y es selectivamente accesible por el procesador 206. Aunque se ilustra una base de datos almacenada de valores de desviaciones predeterminados para una distribución conocida de elementos de antena, éste no es necesariamente el método preferido. Los expertos en la técnica entenderán que en realizaciones alternativas, las desviaciones de fase y/o de ganancia son calculadas en tiempo real por el procesador 206, utilizando un modelo a priori del sistema de antenas. Es decir, utilizando la distribución conocida de posiciones de elementos de antena para calcular la fase y/o la ganancia necesarias para producir los haces requeridos.

#### *Elementos de Antena*

En las realizaciones mostradas en las diferentes figuras, se representan elementos de tipo parche en un sistema 3x3. Sin embargo, los expertos en la técnica comprenderán que en otras realizaciones se utilizan monopolos, dipolos u otros elementos de antena apropiados. Se comprenderá además que la descripción proporcionada en esta memoria aplica igualmente a elementos de antena desplegados en sistemas de antena que tienen múltiples dimensiones. De hecho, en muchas aplicaciones prácticas, los elementos de antena están distribuidos espacialmente en una forma tridimensional.

A lo largo de toda esta especificación y en las reivindicaciones, el “primer” estado se refiere a cuando un elemento está activo y el “segundo” estado se refiere a cuando un elemento está inactivo. La implementación real del estado inactivo varía dependiendo del tipo de elemento utilizado, con la atención puesta en hacer que elementos no-resonantes mitiguen los efectos de fenómenos parásitos o del acoplamiento mutuo. Por ejemplo, un elemento monopolo de  $1/4\lambda$  está conmutado a abierto en el segundo estado mientras que un elemento de tipo parche está conmutado a cerrado en el segundo estado. En algunas realizaciones, los conmutadores también proporcionan una conexión a una resistencia, por ejemplo de  $50\Omega$  en el segundo estado. Los expertos en la técnica apreciarán que en el segundo estado también son posibles las conmutaciones a otras condiciones, por ejemplo cargas reactivas.

#### *Slots de Conformado de Haz*

En la realización preferida, sólo un elemento 106 está en el primer estado en cada momento durante el periodo de integración predeterminado del receptor de posicionamiento, mientras que todos los demás elementos están en el segundo estado. Es decir, para cada haz conformado a la finalización del periodo de integración predeterminado del receptor de posicionamiento, cada elemento 106 ha transmitido al menos una vez dentro del periodo de integración. Cada elemento 106 se conmuta a un primer estado durante la duración de un periodo de sub-integración, la cual es menor que el periodo de integración predeterminado. En una realización, estos periodos de sub-integración se conocen como “slots de conformado de haz remoto” (R-slots).

La relación entre los R-slots y el periodo de integración se muestra de la mejor manera en la Figura 4a, la cual muestra R-slots 402 cada uno de los cuales tiene una longitud de  $1\ \mu\text{s}$  y el periodo de integración tiene una longitud de  $N\ \mu\text{s}$ . En esencia, la longitud del periodo de integración se divide simplemente en un número de R-slots igual al número de elementos en los sistemas de antenas. Aunque es lo preferido, se debería observar que no existe ningún requisito de que los R-slots sean de la misma longitud, o de que sólo un elemento esté conmutado al primer estado en cada momento. Por lo tanto un R-slot es simplemente un periodo de tiempo, durante el cual el receptor 114 de posicionamiento está configurado para recibir una señal de posicionamiento transmitida por cualquier elemento del sistema 104 de antenas de transmisión que esté conmutado al primer estado. El segmento de señal dentro del R-slot es manipulado por el receptor de posicionamiento modificándolo con una desviación de fase y/o de ganancia predeterminada, antes de que todos los R-slots se acumulen al final del periodo de integración para conformar un haz.

En una realización, el número mínimo de R-slots requeridos corresponde al número de elementos 106 que están distribuidos espacialmente en el sistema 104 de antenas de transmisión. Por ejemplo, en una implementación en la que el sistema de antenas sólo incluye dos elementos, el número mínimo de R-slots requeridos es dos. Cuando un elemento 106 se conmuta al primer estado, el receptor se configura para recibir la señal de posicionamiento recibida durante toda la duración del R-slot asignado.

En una realización adicional, diez elementos están distribuidos espacialmente en un sistema de antenas de transmisión y se proporcionan diez R-slots, uno para cada elemento. Utilizando un periodo de integración de  $1000\ \mu\text{s}$ , el cual es un periodo de integración típico de un receptor GPS estándar, se conmutan los elementos al primer estado durante un periodo de  $100\ \mu\text{s}$  cada uno, en una secuencia predeterminada (por ejemplo secuencialmente o de forma pseudoaleatoria). El dispositivo 108 de unidad de posicionamiento conmuta el primer elemento al primer estado y empieza a transmitir la señal de posicionamiento. Una vez que el receptor 114 de posicionamiento recibe la señal transmitida, y que se ha producido la sincronización a los R-slots transmitidos, el procesador 206 determina la desviación de fase y/o de ganancia que es necesario aplicar a la señal de referencia, la cual corresponde a la posición del primer elemento dentro del sistema 104 de antenas de transmisión y a la dirección del haz requerida por el receptor 114 de posicionamiento. A continuación se aplican las desviaciones a la señal de referencia durante toda

la duración del primer R-slot asignado. En el siguiente R-slot de 100  $\mu$ s, el dispositivo 108 de unidad de posicionamiento conmuta el segundo elemento al primer estado mientras que el primer elemento y todos los demás elementos son conmutados a sus segundos estados. De nuevo, el procesador 206 del receptor 114 de posicionamiento determina la desviación de fase y/o de ganancia correspondiente a la posición del segundo elemento dentro del sistema y a la dirección del haz requerida por el receptor de posicionamiento, y aplica esa desviación de fase y/o de ganancia durante toda la duración del segundo R-slot. En este ejemplo, el cual utiliza un esquema de conmutación secuencial, el dispositivo de unidad de posicionamiento conmuta a continuación el tercer elemento al primer estado mientras que los demás elementos están conmutados a sus segundos estados durante el tercer R-slot, y así sucesivamente para los siguientes elementos y R-slots dentro de ese periodo de integración. A la finalización del periodo de integración de 1000  $\mu$ s, los diez R-slots de 100  $\mu$ s se acumularán con las desviaciones de fase y/o de ganancia necesarias para producir el haz deseado requerido por el receptor de posicionamiento.

Se debería observar que el dispositivo 108 de unidad de posicionamiento está físicamente separado del receptor 114 de posicionamiento, y por lo tanto los elementos 106 individuales del sistema 104 de antenas de transmisión no pueden acceder directamente al receptor 114. Sin embargo, el receptor 114 de posicionamiento conoce, *a priori*, la secuencia en la cual serán conmutados los elementos 106 del sistema 104 de antenas de transmisión al primer estado, la distribución de elementos dentro del sistema de transmisión, y la orientación del sistema de transmisión. En la realización preferida, información del sistema de transmisión, que incorpora la secuencia de conmutación de los elementos de antena y la posición geográfica de cada elemento de antena individual, es emitida desde cada dispositivo de unidad de posicionamiento a todos los receptores de posicionamiento a la vista. En substancial sincronismo con el receptor 114 de posicionamiento que recibe los R-slots de la señal de posicionamiento transmitida, la fase y/o la ganancia de la señal de referencia se manipulan de la forma apropiada para conformar el haz en la dirección deseada. Asimismo, para obtener todo el beneficio del R-slot asignado, se entiende que se debe aplicar la manipulación de la fase y/o de la ganancia a la señal de referencia en toda la totalidad del R-slot asignado.

Ya que el receptor 114 de posicionamiento controla la dirección del haz conformado por el sistema 104 de antenas de transmisión, este método de conformado de haz se denomina "conformado de haz remoto", y los slots utilizados para acumular las señales de posicionamiento transmitidas se conocen como R-slots.

Además, y como se expone en el documento WO 2011/000049 A1, también es posible que el receptor 114 de posicionamiento esté configurado para conformar haces "locales" utilizando un sistema de antenas de recepción que está conectado directamente al receptor 114 de posicionamiento. Esto funciona de una manera similar al conformado de haz remoto, pero con una diferencia significativa. En el conformado de haz remoto, el receptor 114 de posicionamiento sincroniza la conmutación del R-slot de cada canal del correlador de manera independiente, dependiendo la temporización de esta sincronización de la distancia del receptor de posicionamiento a cada transmisor. En el conformado de haz local, el receptor de posicionamiento controla directamente la conmutación de los elementos en el sistema de antenas de recepción. Cuando un elemento es conmutado al primer estado, el receptor de posicionamiento manipula simultáneamente la fase y/o la ganancia de cada señal de referencia en todos los canales del correlador y, una vez mezcladas y acumuladas, se conforma un único haz de antena de recepción en cada correlador. De nuevo, el periodo de integración para conformado de haz local está dividido en slots llamados "slots de conformado de haz" o B-slots.

Por lo tanto se desprende que ambas metodologías de conformado de haz local y remoto se pueden combinar para conformar haces compuestos para proporcionar una solución de posición precisa. Esto se muestra de la mejor manera en la realización de la Figura 3, en la cual el dispositivo 108 de unidad de posicionamiento está acoplado con un sistema 104 de antenas de transmisión como se ha expuesto anteriormente. El receptor 114 de posicionamiento está también acoplado a un sistema 302 de antenas de recepción, el cual en este caso comprende elementos 304 de tipo parche configurados en una matriz 3x3 similar al sistema 104 de antenas de transmisión. El haz 122 de transmisión y el haz 308 de recepción se conforman de tal manera que cada uno de ellos sigue al otro, como se muestra, proporcionando, en esencia, un enlace de comunicación punto-a-punto entre el receptor 114 de posicionamiento y el dispositivo 108 de unidad de posicionamiento.

En esta realización, tanto los haces remotos como los haces locales son conformados en el correlador del receptor 114 de posicionamiento. Como se muestra de la mejor manera en la Figura 4a, el periodo de integración se divide tanto en B-slots 404 como en R-slots 402, donde algunos R-slots 402 pueden solapar a B-slots 404. Por lo tanto, en algunos casos, la fase y/o la ganancia de la señal de referencia se pueden modificar en conexión con el B-slot 404 activo en ese momento y en conexión con el R-slot 402 activo en ese momento para proporcionar el haz compuesto requerido. Esto se debe a que la manipulación del B-slot es disparada directamente por el receptor 114 de posicionamiento cuando un elemento en el sistema de antenas de recepción local es conmutado al primer estado mientras que la manipulación del R-slot es disparada independientemente en cada canal de acuerdo con la temporización de R-slot recibida, y en conjunto con la secuencia de conmutación predeterminada del sistema 104 de antenas de transmisión. Esta temporización se ve afectada por retrasos de propagación individuales entre cada transmisor y el receptor de posicionamiento.

El proceso de conformado de haces compuestos se muestra de la mejor manera en la realización de la Figura 4b, la cual es un diagrama de temporización para un sistema de posicionamiento hipotético que utiliza sistemas de antena de 64 elementos tanto en el lado de transmisión como en el lado de recepción. Primero, obsérvese que los R-slots

406 son únicos para un canal individual, mientras que los B-slots 408 son comunes en todos los canales. Esto se debe a que, como se ha explicado anteriormente, los R-slots son disparados independientemente en cada canal mientras que los B-slots son disparados al mismo tiempo por el receptor de posicionamiento cuando los elementos del sistema de antenas de recepción son conmutados al primer estado.

5 Haciendo referencia al sistema de antenas de transmisión, cuando el límite 410 de la secuencia de chips cambia de estado, en el punto 412, el elemento 1 de la antena de transmisión se conmuta al primer estado, y empieza a transmitir el segmento de señal de posicionamiento para conformar el siguiente haz (denotado "haz B" en la Figura 4b). En este punto, comienza el primer R-slot, y la secuencia del R-slot para este canal se sincroniza desde el punto 412 hacia adelante. Como se muestra en la Figura 4b, la desviación de fase y/o de ganancia que se aplica a la señal de referencia durante el primer R-slot para el haz B se denota  $\{B\}_1$ .

Al mismo tiempo que la secuencia R-slot, y de forma asíncrona a ella, el sistema de antenas de recepción también está conmutando B-slots. Justo antes del punto 412, el sistema de antenas de recepción está conformando un haz (denotado "haz X") y está recibiendo una señal procedente del elemento 63 del sistema de antenas de recepción; la desviación que se aplica a la señal de referencia con respecto a la señal recibida se denota  $\{X\}_{63}$ . En el punto 412, el receptor de posicionamiento actualiza el ángulo de visión del haz de transmisión remoto haciendo que pase de "haz A" a "haz B", y el ángulo de visión del haz de recepción local haciendo que pase de "haz X" a "haz Y". Esto provoca que el receptor de posicionamiento deje de aplicar la desviación de fase y/o de ganancia de transmisión remota denotada por  $\{A\}_{64}$  a la señal de referencia y que empiece a aplicar a la señal de referencia la desviación de fase y/o de ganancia denotada  $\{B\}_1$ . Al mismo tiempo, el receptor de posicionamiento deja de aplicar a la señal de referencia la desviación de fase y/o de ganancia de recepción local denotada por  $\{X\}_{63}$  y empieza a aplicar a la señal de referencia la desviación de fase y/o de ganancia denotada  $\{Y\}_{63}$  durante el resto del 63° B-slot. A continuación el receptor de posicionamiento sigue conmutando los elementos del sistema de antenas de recepción de acuerdo con la secuencia predeterminada, pero ahora está conformando haz local Y mediante la aplicación a la señal de referencia de las desviaciones de fase y/o de ganancia denotadas  $\{Y\}_n$ , y está conformando haz remoto B mediante la aplicación a la señal de referencia de las desviaciones de fase y/o de ganancia denotados  $\{B\}_n$ .

En la realización preferida, los valores de las desviaciones de fase y/o de ganancia de los R-slot y B-slot se combinan (preferiblemente, las fases se suman y las ganancias se multiplican), como se muestra en la Desviación de Fase/Ganancia Combinada RX/TX 414. A continuación se aplica a la señal de referencia el valor de desviación combinado para conformar haces compuestos entre el sistema de antenas de transmisión y el sistema de antenas de recepción como se muestra de la mejor forma en la Figura 3.

#### *Sincronización*

Para conformado de haz local, cada elemento del sistema de antenas de recepción está conectado a un respectivo conmutador, el cual a su vez alimenta a un único módulo frontal de RF que será sometido a conversión a la baja ("downconverted") y enviado al correlador. De forma general, las líneas de transmisión que conectan entre sí los elementos y los conmutadores son de igual longitud, para garantizar que las señales recibidas son coherentes en fase a través del sistema de alimentación del sistema de antenas. Sin embargo, en algunas realizaciones, se tienen en cuenta diferencias en las longitudes de la línea de transmisión y se corrigen en el momento de aplicar las desviaciones de fase y/o de ganancia.

La interconexión entre el sistema de antenas de recepción y el receptor de posicionamiento, así como el módulo frontal de RF, la electrónica implicada en el correlador y los propios conmutadores reales, provocarán inevitablemente retrasos. En una implementación, se mide que este retraso es de aproximadamente 950 ns, pero por supuesto, los expertos en la técnica apreciarán que la longitud del retraso variará dependiendo del hardware seleccionado. Por lo tanto, la operación de la manipulación de fase y/o de ganancia en el correlador no se puede producir simultáneamente con la conmutación del elemento al primer estado, ya que este retraso se debe tener en cuenta. Es decir, en esta realización la manipulación de la fase y/o de la ganancia en el correlador se debe retrasar en hasta 950 ns.

En una implementación física, el sistema de antenas de recepción contiene 64 elementos con un periodo de integración de 100  $\mu$ s. Por lo tanto, el periodo de un B-slot está en el entorno de sólo 1  $\mu$ s ó 2  $\mu$ s y, de esta manera, un retraso de casi 1  $\mu$ s es significativo y se debe tener en cuenta.

50 Por lo tanto, para conformado de haz local, los primeros B-slot del periodo de integración para cada correlador 204 del receptor 114 de posicionamiento se actualizan simultáneamente y se disparan para que empiecen después de tener en cuenta este retraso de 950 ns.

Sin embargo, para conformado de haz remoto, cada correlador empieza de forma asíncrona ya que cada correlador se actualiza de forma individual y se dispara basándose en cuándo se recibe la señal de posicionamiento. Es decir, el proceso de sincronización requerido para conformado de haz remoto es notablemente diferente a la sincronización requerida para conformado de haz local.

El dispositivo 108 de unidad de posicionamiento conmuta al primer estado un elemento, el cual empieza entonces a transmitir la señal de posicionamiento. El receptor de posicionamiento se debe sincronizar de modo que manipule la fase y/o la ganancia de la señal de referencia cuando el elemento 106 está conmutado al primer estado, teniendo en cuenta retrasos en la propagación y en el receptor antes de que la señal se reciba en el correlador. Además, existe un retraso de la transmisión que aparece entre el instante en que se genera la señal de posicionamiento y el instante en que se transmite dicha señal a través de la antena, el cual es introducido principalmente por el modulador/amplificador de RF 126. En la práctica, este retraso de la transmisión es similar a aquel en el que se incurre en el receptor y suele ser de aproximadamente 950 ns.

En la realización preferida, la secuencia de chips del generador de código pseudoaleatorio (PRN) del dispositivo de unidad de posicionamiento se utiliza como un cuasi-temporizador para disparar la secuencia de R-slots. Este método tiene el beneficio adicional de anular los efectos de los retrasos de la propagación y del receptor, pero los retrasos del transmisor todavía se deben tener en cuenta.

Para esta realización, se asumió que el receptor 114 de posicionamiento conoce, *a priori*, la secuencia de conmutación del sistema 104 de antenas de transmisión, el tipo de sistema 104 de antenas que está acoplado al dispositivo 108 de unidad de posicionamiento, así como la posición y la orientación del sistema 104 de antenas. Por lo tanto esta información proporciona al receptor 114 de posicionamiento las coordenadas geográficas precisas de cada elemento de antena individual.

En un dispositivo de unidad de posicionamiento, el código PRN es una secuencia binaria aleatoria pero finita, la cual es única para cada dispositivo de unidad de posicionamiento y, en esta realización, tiene una longitud de 1023 chips. Es decir, el código PRN se repite 1023 chips para un dispositivo 108 de unidad de posicionamiento dado. Dado que el receptor de posicionamiento sabe que la señal de posicionamiento recibida tendrá una longitud de 1023 chips, puede definir duraciones de R-slot con referencia a un periodo de chip.

Por ejemplo, si el sistema de antenas de transmisión consiste en 50 elementos, y la longitud de secuencia del código PRN es de 1023 chips, entonces un R-slot, en esta realización, se define como un periodo de tiempo dentro del periodo de integración equivalente a 20 chips (redondeado hacia abajo al entero más cercano). Además, los elementos 106 están configurados para conmutar estados, en una secuencia predeterminada, en sincronismo con un chip límite de un R-slot.

Por ejemplo, asúmase que los elementos 106 están configurados para conmutar en una secuencia de conmutación secuencial que empieza por el elemento 1 y que el chip 1 del código PRN está configurado para ser el comienzo del primer R-slot. Cuando el chip 1 del siguiente periodo de integración cambia de estado, el dispositivo 108 de unidad de posicionamiento conmuta el elemento 1 al primer estado y comienza la transmisión de la señal de posicionamiento. De forma similar, cuando el chip 21° cambia de estado comienza el segundo R-slot y el dispositivo 108 de unidad de posicionamiento conmuta el elemento 2 al primer estado al mismo tiempo que conmuta el elemento 1 y los otros elementos al segundo estado. En el chip 41° comienza el tercer R-slot y el elemento 3 conmuta al primer estado, y así sucesivamente para todo el resto de los elementos.

Como se explica con mayor detalle más adelante, una vez que el receptor 114 de posicionamiento recibe la señal de posicionamiento, correlaciona la secuencia de código PRN recibida contra una secuencia de código PRN generada internamente, alineando de esta manera la secuencia de código generada internamente con la secuencia PRN recibida. Por lo tanto, el receptor 114 de posicionamiento también está configurado para "contar" los chips en la secuencia de código para determinar el chip límite que dispara el siguiente R-slot.

Conociendo el R-slot en ese momento, y el elemento asociado en el sistema 104 de antenas de transmisión que está conmutado al primer estado, el receptor 114 de posicionamiento puede calcular entonces el valor de desviación de fase y/o de ganancia apropiado a aplicar a la señal de referencia para obtener la dirección deseada en la cual apuntar el haz 122 al final del periodo de integración.

#### Metodología de Conformado de Haz

Los pasos seguidos para conformar haces utilizando el dispositivo descrito en esta memoria se representan gráficamente en el diagrama de flujo de la Figura 5. A continuación se proporciona una descripción de los pasos realizados.

a) En el paso 502, se selecciona uno de los elementos distribuidos espacialmente en el sistema de antenas de transmisión.

b) En el paso 504, el elemento seleccionado en el paso 502 se conmuta al primer estado.

c) En el paso 506, el elemento conmutado al primer estado en el paso 504 comienza la transmisión de la señal de posicionamiento en un R-slot predeterminado.

d) En el paso 508, se genera en el correlador una señal de referencia interna, basada en la secuencia de código PRN conocida que se va a recibir, para mezclado con la señal de posicionamiento entrante.



e) En el paso 510, se aplica una desviación predeterminada a la señal de referencia, en sincronización substancial con la señal de posicionamiento R-slot predeterminada recibida en ese momento, para crear una señal de referencia modificada.

5 f) En el paso 512, la señal de referencia modificada se mezcla con la señal de posicionamiento recibida para crear una señal mezclada.

g) En el paso 514, la señal mezclada se acumula en los acumuladores para crear una señal acumulada.

h) En el paso 516, el elemento seleccionado se conmuta al segundo estado, el siguiente elemento se conmuta al primer estado en el siguiente R-slot y el proceso empieza de nuevo a partir del paso 502.

10 i) En el paso 518, después de acumular todos los R-slots juntos al final del periodo de integración, se conforma en los acumuladores un haz basado en el valor de todas las señales R-slot.

j) En el paso 520, se actualizan la portadora y los bucles de enganche de código utilizando las señales R-slot acumuladas.

### *Funcionamiento del Correlador*

15 Un receptor de posición GPS utiliza típicamente un bloque lógico llamado correlador para correlacionar una señal de posicionamiento entrante con señales de referencia generadas internamente. Haciendo referencia a la Figura 6, en el correlador 204, una señal de posicionamiento entrante se mezcla con dos señales de referencia generadas internamente. La primera señal de referencia es una señal de referencia portadora que es generada por el NCO de portadora 608. El mezclado de la señal de referencia portadora con la señal de posicionamiento entrante genera una  
20 señal de error que representa una diferencia de fase y de frecuencia entre la señal de referencia portadora y la señal entrante. La segunda señal de referencia es una señal de referencia de código que, en esta realización, es generado por el NCO de código 616. Una vez que la señal de posicionamiento entrante se ha mezclado con la señal de referencia portadora, la señal de posicionamiento entrante se mezcla con la señal de referencia de código, lo cual genera una señal de error que representa el retraso temporal entre la señal de referencia de código y la señal de posicionamiento entrante.

25 Por simplicidad, la Figura 6 sólo muestra un único canal de recepción de un receptor de posicionamiento. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán que los receptores modernos típicamente incluyen más de un único canal de recepción, incluyendo típicamente cada canal más de un correlador.

30 En la Figura 6, la señal de posicionamiento entrante se recibe en la entrada 602 y se extrae de ella el componente de portadora mezclando, en los mezcladores 604 y 606, la señal entrante con una señal portadora de referencia para producir datos muestreados en-fase (*I*) y en cuadratura de fase (*Q*). La señal portadora de referencia se sintetiza en el NCO de portadora 608 y las funciones de mapeo discretas de seno y de coseno 610 y 612 respectivamente. Este proceso de descomposición produce señales *I* y *Q* como se muestra. Durante el funcionamiento, el NCO de portadora es controlado por el bucle 614 de enganche de la portadora. El objetivo del bucle de enganche de la portadora es mantener en cero, o lo más cerca posible de cero, el error de fase entre la  
35 señal de referencia generada por el NCO de portadora y la señal posicional entrante. Cuando el error de fase es cero, se dice que las señales están “enganchadas en fase” y las señales *I* están en un máximo mientras que las señales *Q* son casi cero. Esta operación también se denomina operación “bucle de enganche de fase” (PLL).

40 Las señales *I* y *Q* se correlacionan entonces con una señal de código de referencia que, en esta realización, se sintetiza en el NCO de código 616. Por simplicidad, en esta realización sólo se sintetiza una señal de código de referencia. Sin embargo, los expertos en la técnica reconocerán que en la mayoría de los receptores de posicionamiento, se sintetiza más de una señal de código de referencia. Por ejemplo, en una aplicación, se sintetizan tres señales de código de referencia – señales adelantada, alineada y retrasada – y se correlacionan respectivamente por separado con las señales *I* y *Q*.

45 El correlador 204 mezcla una señal de referencia de código sintetizada internamente con las señales *I* y *Q* entrantes en los mezcladores 614 y 620. Durante el funcionamiento, el NCO de código 616 es controlado por el bucle 626 de enganche de código. El objetivo del bucle de enganche de código es mantener en cero, o lo más cerca posible de cero, el error temporal entre la señal de referencia de código sintetizada internamente y la señal de posicionamiento entrante. Cuando el error temporal es cero, se dice que las señales están “enganchadas en código”. Esta operación también se denomina operación “bucle de enganche de retardo” (DLL).

50 Es decir, el funcionamiento del bucle 626 de enganche de código es similar al del bucle 614 de enganche de portadora. Cuando la fase de código de la señal de referencia está completamente alineada con la fase de código de la señal de posicionamiento entrante, se alcanza la máxima correlación.

55 Las señales mezcladas resultantes se integran a continuación en los acumuladores 622 y 624 a lo largo de un periodo de integración, proporcionando señales *I<sub>p</sub>* y *Q<sub>p</sub>*, a las cuales accede posteriormente el procesador 206 para realizar un seguimiento del funcionamiento del bucle.

El periodo de integración se refiere a la longitud de tiempo a lo largo de la cual se acumula la señal recibida, y tradicionalmente se determina basándose en una longitud de ruido de código pseudoaleatorio del satélite o basándose en múltiplos de dicha longitud. En GPS, este periodo de código es de 1 ms, y de esta forma el periodo de integración en el receptor a menudo se establece también en 1 ms o más.

##### 5 *Desviaciones de Fase y/o de Ganancia*

En una realización preferida, las desviaciones de fase y/o de ganancia para manipular la fase y/o la ganancia de la señal de posicionamiento transmitida se insertan en el punto 628, después de que la señal de referencia de portadora sea sintetizada por el NCO de portadora 608 y antes de que la señal de referencia de portadora sintetizada se mezcle con el componente de portadora de la señal de posicionamiento entrante, completando el bucle 614 de enganche de portadora. En esta realización preferida las desviaciones de fase se suman con la señal de referencia de portadora sintetizada, y las desviaciones de ganancia se multiplican con la señal de referencia de portadora sintetizada. La manipulación de la señal de posicionamiento entrante se consigue modificando la señal de referencia de portadora sintetizada dentro del periodo de integración del correlador, no interfiriendo por lo tanto con el funcionamiento normal del NCO de portadora 608 o con el bucle 614 de enganche de portadora. La señal de referencia modificada se mezcla a continuación con la señal de posicionamiento entrante de la manera habitual, y la señal mezclada se integra en el acumulador a lo largo del periodo de integración para crear una señal acumulada.

Como saben los expertos en la técnica, la integración de una forma de onda es simplemente la suma de muestras de esa forma de onda a lo largo de un periodo de tiempo dado, en este caso, el periodo de integración. Por lo tanto, la integración de la señal mezclada resultante (que se produce como resultado del mezclado de la señal entrante y la señal de referencia) es simplemente la suma de muestras de esa señal a lo largo de un periodo de tiempo – el cual en una de las realizaciones descritas anteriormente es el periodo de integración de 1 ms.

En una realización, la señal de posicionamiento se recibe a una frecuencia de 75 MHz y las muestras se mezclan a continuación con una señal de referencia modificada, la cual también se sintetiza a 75 MHz. Por consiguiente, para un sistema hipotético en el cual el periodo de integración es de 1 ms compuesto por 10 R-slots, cada R-slot tiene 100  $\mu$ s de duración y por lo tanto contiene 7.500 muestras de la señal de posicionamiento entrante. Cada una de estas 7.500 muestras se mezcla secuencialmente con una señal de referencia modificada para conformar una señal mezclada. La señal de referencia modificada está basada en una desviación de fase y/o de ganancia aplicada a una señal de referencia, siendo generada la señal de referencia por el NCO de portadora del correlador.

Específicamente, para cada bloque de 7.500 muestras de la señal de posicionamiento entrante, las cuales están sincronizadas con elementos de antena que están en el primer estado, la señal de referencia se modifica aplicando una desviación de fase y/o de ganancia a la salida del NCO de portadora. Esta salida modificada se multiplica (se mezcla) a continuación con las muestras de la señal de posicionamiento entrante. Estas señales mezcladas se hacen pasar a continuación a través de los mezcladores NCO de código, de acuerdo con el funcionamiento normal del correlador, y se suman a continuación en los acumuladores para conformar una señal acumulada. Por lo tanto a lo largo de todo el periodo de integración de 1 ms, se suman y se almacenan en los acumuladores 75.000 muestras, que incorporan diez bloques R-slot de 7.500 muestras modificadas cada uno. Dicho de otra manera, estos diez R-slots contienen 7.500 muestras modificadas, cada una de las cuales se suma con las otras en el proceso de acumulación, y las 75.000 muestras acumuladas al final del periodo de integración son por lo tanto representativas del haz 122 deseado. Como se muestra en la Figura 6, el haz deseado está apuntado en la dirección de la antena 112 omnidireccional que está acoplada con el receptor 114 de posicionamiento.

Una vez que las manipulaciones de fase y/o de ganancia se aplican correctamente a las señales de referencia y se mezclan con las señales recibidas procedentes de los respectivos elementos, se combina entonces en el acumulador la señal mezclada resultante (el proceso de suma) para crear una señal acumulada, conformando el haz deseado en el correlador. Esta señal acumulada se procesa a continuación en el correlador de acuerdo con el funcionamiento normal del PLL como se ha expuesto anteriormente. La señal de referencia de portadora sintetizada por el NCO de portadora 608 no cambia durante el periodo de integración, sino que sólo es actualizada por el bucle 614 de enganche de portadora al final de cada periodo de integración. Por lo tanto, las modificaciones de fase y/o de ganancia a la señal de referencia dentro del periodo de integración se aplican contra un valor de NCO de portadora 608 común, y no pueden ser detectadas por el PLL o el DLL. El PLL y el DLL operan de la forma normal, ignorantes de las manipulaciones que estén teniendo lugar.

Por medio de las realizaciones descritas, el uso de un correlador convencional es adaptable para controlar la dirección y la anchura de un único haz por canal del correlador, permitiendo de ese modo que se conformen múltiples haces simultáneos. El número de haces que se pueden conformar es igual al número de canales del correlador disponibles. Esto se debe a que el correlador ya contiene lógica para mezclar e integrar señales – ésta simplemente se adapta para un uso distinto al de correlación.

Aunque las realizaciones descritas anteriormente aplican desviaciones tanto a la ganancia como a la fase en el punto 628 en el circuito del correlador, en otras realizaciones, se proporcionan multiplicadores adicionales para aplicar desviaciones de ganancia en otras partes del circuito. Por ejemplo, se pueden añadir multiplicadores en los trayectos En Fase y En Cuadratura de Fase entre los mezcladores NCO de portadora y los mezcladores NCO de

código para proporcionar manipulación de la ganancia. De manera similar, también se pueden aplicar desviaciones de fase en otras partes del circuito del correlador. Por ejemplo, se pueden añadir desviaciones de fase a la salida del NCO de código.

5 En la realización preferida, las desviaciones de fase y/o de ganancia para conformar el haz 122 de transmisión (de la Figura 3) en cualquier dirección dada se calculan en hardware como y cuando sea necesario. El procesador 206 del receptor de posicionamiento determina la dirección del haz requerido, y calcula las desviaciones de fase y/o de ganancia correctas para cada elemento en cada R-slot a lo largo del periodo de integración para conformar el haz en la dirección deseada, e inserta las desviaciones necesarias en el punto 628 de tal manera que el haz se conforma en la dirección del receptor 114 de posicionamiento. Como también se ha observado, la obtención y la inserción de las desviaciones de fase y/o de ganancia para el haz de transmisión deben ser substancialmente sincrónicas con la recepción de los R-slots para que la fase y/o la ganancia se manipule correctamente a lo largo del periodo de integración.

15 De forma similar, se calculan también las desviaciones de fase y/o de ganancia para conformar el haz 308 de recepción local (de la Figura 3) en cualquier dirección dada. El procesador 206 determina la dirección del haz 122 de transmisión, calcula las desviaciones de fase y/o de ganancia correctas para cada elemento del sistema 302 de antenas de recepción (de la Figura 3) en cada B-slot a lo largo del periodo de integración para conformar el haz 308 de recepción en la dirección correspondiente al haz 122 de transmisión, e inserta las desviaciones necesarias en el punto 628 de tal manera que los haces son conformados en la dirección apropiada. La obtención y la inserción de las desviaciones de fase y/o de ganancia para el haz 308 de recepción deben ser substancialmente sincrónicas con la conmutación de los respectivos elementos 304 del sistema de antenas local al primer estado para que la fase y/o la ganancia se manipule correctamente a lo largo del periodo de integración.

20 En otras realizaciones, las desviaciones de fase y/o de ganancia para conformar tanto el haz 122 de transmisión remoto como el haz 308 de recepción local en cualquier dirección dada están predeterminadas, y están almacenadas en la base de datos 208 (de la Figura 2) y son accesibles por el procesador 206. El formato de los datos de desviación puede adoptar muchas formas, como por ejemplo en una tabla de desviaciones. El procesador 206 determina la dirección de los haces requeridos, accede a la base de datos 208 para obtener las desviaciones de fase y/o de ganancia correctas para cada elemento a lo largo del periodo de integración para conformar los haces en las direcciones deseadas, e inserta las desviaciones necesarias en el punto 628 de tal manera que los haces se conforman en la dirección apropiada.

25 El número de elementos que contiene el sistema de antenas es un criterio para conformar haces estrechos. Otros criterios, igualmente importantes, incluyen la velocidad del cálculo de las desviaciones de fase y/o de ganancia y la separación física de los elementos. Por ejemplo, en realizaciones que tengan 60 elementos, cada dirección en la cual se debe conformar un haz debe tener 60 desviaciones de ganancia y 60 desviaciones de fase, las cuales en esta realización se calculan en tiempo real en hardware.

30 La separación física de los elementos también es importante para crear una diferencia de fase entre los elementos. Efectivamente, la separación física de los elementos permite que una señal de posicionamiento se pueda transmitir con fases inherentemente diferentes. Una separación de media longitud de onda entre elementos proporciona máxima puesta en fase con mínimos lóbulos de difracción. La manipulación de esas fases, por ejemplo por mezclado con una señal de referencia modificada como se ha indicado anteriormente, permite que se conforme un haz en una dirección deseada.

35 En una realización particularmente preferida, los elementos 106 están distribuidos espacialmente en una configuración que es de más de dos dimensiones de tal manera que el dispositivo puede conformar haces en más de dos dimensiones. En gran medida, las direcciones en las cuales se puede conformar posiblemente un haz dependen de los elementos utilizados. Por ejemplo, un sistema plano que consista en elementos de tipo parche será capaz de conformar haces semiesféricamente y un sistema plano que consista en monopolos será capaz de conformar haces dentro de un plano.

#### *Ángulo de Llegada vs Ángulo de Transmisión*

40 Tradicionalmente, las soluciones de ángulo de llegada funcionan por estimación del ángulo de una señal que llega a una estación base con respecto a una dirección de referencia, tal como el norte geográfico. Una pluralidad de elementos de recepción están distribuidos espacialmente en la estación base y se realizan comparaciones de fase para determinar un ángulo de llegada de una señal transmitida desde un terminal de usuario. Si están disponibles varias de dichas estaciones base, la posición del terminal de usuario puede ser calculada por la red de estaciones base, utilizando intersección de ángulos.

45 Sin embargo, esta técnica sólo permite a la red realizar el cálculo de la posición, no al terminal de usuario. El terminal de usuario no es consciente de su propia posición.

55 Sin embargo la presente invención supera esta limitación, y hace que el receptor de posición pueda calcular su propia posición utilizando lo que, para los objetivos de esta exposición, se denomina "ángulo de transmisión". Conceptualmente, el ángulo en el cual se transmite una señal de posicionamiento desde un dispositivo de unidad de

posicionamiento, si es conocido, se puede utilizar de una manera similar al ángulo de llegada para calcular la posición del receptor de posicionamiento. Sin embargo, dado que una señal de posicionamiento se emite típicamente de modo que múltiples receptores de posicionamiento puedan acceder a la señal y calcular sus posiciones respectivas, no es posible calcular un "ángulo de transmisión".

5 Sin embargo, en la presente invención es posible que el receptor de posicionamiento conforme un haz desde la fuente de transmisión dirigido en el propio receptor de posicionamiento. Por lo tanto, con la orientación del sistema de transmisión conocida a priori, se puede determinar un ángulo de transmisión a partir de cada fuente de transmisión. El receptor de posición utiliza posteriormente una pluralidad de fuentes de señal distribuidas geográficamente para calcular una posición utilizando intersección de ángulos. Es más, en una realización, el receptor de posicionamiento está equipado sólo con una simple antena omnidireccional. En dicha realización, para el receptor de posicionamiento es imposible calcular su posición utilizando métodos angulares estándar tales como el ángulo de llegada. En lugar de esto, debe confiar en el ángulo del haz procedente de la fuente de transmisión.

*Una Realización Ilustrativa*

15 Con fines ilustrativos, se describirá ahora la invención utilizando el sistema de antenas más simple - un sistema que tiene sólo dos elementos como se muestra en las Figuras 7a y 7b. Sin embargo, los expertos en la técnica serían capaces de adaptar las enseñanzas de esta memoria a sistemas de antenas que tengan muchos más elementos distribuidos espacialmente en formas multidimensionales sin capacidad inventiva adicional.

20 En esta realización ilustrativa, los elementos 702 y 704 son monopolos de un cuarto de longitud de onda. Los dos elementos están colocados separados espacialmente entre sí media longitud de onda en posiciones geográficas conocidas y cada elemento transmite señales coherentes en fase. Cuando las señales transmitidas por los dos elementos se suman la una a la otra, los respectivos patrones de ganancia omnidireccionales de los elementos se combinan de tal manera que, desde una vista topográfica en dos dimensiones de los elementos, se conforma un patrón de haz con figura de 8, como se muestra en la Figura 7a. En esta configuración, una señal de posicionamiento saliente procedente de la dirección transversal de los elementos 702 y 704 está en fase, y por lo tanto se suma constructivamente, mientras que señales procedentes de la dirección longitudinal de los elementos están fuera de fase, y por lo tanto se cancelan.

*Manipulación de Fase*

30 En la presente invención, es posible hacer que la figura de 8 gire 90° de modo que la ganancia máxima esté apuntando en la dirección longitudinal, como se muestra en la Figura 7b. Esto se consigue manipulando la fase y/o la ganancia del elemento 702 y del elemento 704 dentro de un periodo de integración de un receptor de posición. El elemento 702 y el elemento 704 están conectados cada uno a un conmutador, de modo que cada uno de los dos elementos puede ser conmutado entre estados primero y segundo por el dispositivo de unidad de posicionamiento y el periodo de integración a lo largo del cual se produce la suma de la señal se divide en dos R-slots.

35 Dado que la separación de fase entre los elementos 702 y 704 es conocida, la fase de uno de los elementos se puede manipular para que ondas transmitidas desde la dirección longitudinal se sumen constructivamente en vez de destructivamente. En este caso, debido a que los elementos están separados media longitud de onda, la manipulación de fase requerida en el elemento 704 es 180°. Las manipulaciones de fase requeridas para cada dirección se calculan de forma similar para construir una tabla de desviaciones. Por simplicidad, la desviación de ganancia se establece en 1 y la dirección en la cual se puede dirigir el haz está limitada a la dirección transversal o a la dirección longitudinal. A continuación se proporciona una tabla de desviaciones de ejemplo que incorpora estas limitaciones.

Dirección	Transversal		Longitudinal	
	702	704	702	704
Elemento	702	704	702	704
Fase	0°	0°	0°	180°
Ganancia	1	1	1	1

45 Para conformar un haz en la dirección longitudinal, los elementos 702 y 704 se conmutan al primer estado en una secuencia predeterminada. En primer lugar, al final de la transmisión, el elemento 702 se conmuta al primer estado y empieza a transmitir una señal de posicionamiento. Cuando la señal procedente del elemento 702 se recibe en el extremo del receptor, comienza el primer R-slot y la desviación de fase se mantiene en 0° al mismo tiempo que se va acumulando en el acumulador – no es necesaria ninguna manipulación porque este elemento ya está en 0°. A continuación, el elemento 704 tiene una fase recibida de 180° con respecto al elemento 702 en la dirección longitudinal, y se desea que la fase de la señal de posicionamiento se sume constructivamente con el elemento 704 en esta dirección. Por lo tanto, cuando la señal de posicionamiento es recibida por el receptor de posicionamiento en el segundo R-slot, a la señal recibida procedente del elemento 704 se le debe añadir una desviación de fase de 180°, para que la señal transmitida desde el elemento 704 se vuelva coherente en fase con el elemento 702. Los dos

R-slots se suman en el proceso de acumulación y el valor acumulado al final del periodo de integración es por lo tanto representativo del haz longitudinal.

Los expertos en la técnica comprenderán que en la presente invención, el haz con figura de 8 se puede conformar en cualquier dirección, dependiendo de la complejidad de la tabla de desviaciones.

5 Para ambos elementos en este ejemplo simple, una desviación de ganancia de 1 (ganancia unidad) se multiplica con la señal de posicionamiento entrante y por lo tanto no modifica el haz conformado. Desviaciones de ganancia apropiadas permiten modificación de la forma del haz, permitiendo de esta forma la mitigación de lóbulos de difracción, lo cual es bien conocido en la técnica de sistemas en fase y no es un sujeto de la presente invención.

10 Como se ha indicado anteriormente, la manipulación de fase se debe aplicar de forma substancialmente síncrona a la recepción de la señal de posicionamiento procedente del elemento que está siendo conmutado al primer estado; si no se hace así el patrón de ganancia del haz no se conformará correctamente.

15 De acuerdo con realizaciones de la presente invención, una señal de posicionamiento comienza la transmisión desde el primer elemento. Después de la captación de esta señal de posicionamiento por parte del receptor de posicionamiento, un NCO de portadora situado dentro del correlador del receptor de posicionamiento sintetiza una señal de referencia que es substancialmente similar a la señal de posicionamiento.

20 El receptor de posicionamiento determina que está en la dirección longitudinal con respecto al dispositivo de unidad de posicionamiento, y por lo tanto se toma la decisión de conformar un haz en esa dirección. El procesador del receptor calcula y determina que no se requiere ninguna desviación para el primer R-slot durante el periodo de integración, que corresponde al elemento 702. De manera similar, el procesador determina que se requiere una desviación de  $180^\circ$ , o de  $1/2\lambda$ , durante el segundo R-slot, que corresponde al elemento 704. Después de aplicar cada desviación al NCO de portadora para crear una señal de referencia modificada, la señal de posicionamiento entrante y la señal de referencia modificada se mezclan en un mezclador y se acumulan en el acumulador, de acuerdo con el funcionamiento normal de un correlador.

25 La señal de posicionamiento recibida se descompone en sus componentes en fase y en cuadratura de fase, mezclando la señal de posicionamiento recibida con una señal de referencia de portadora que es sintetizada por el NCO de portadora 608 y las funciones de mapeo seno y coseno discretas 610 y 612, como se muestra en la Figura 6. Sin embargo, antes de que la señal de referencia modificada se mezcle con la señal de posicionamiento recibida, el procesador determina que el receptor de posicionamiento está en la dirección longitudinal del dispositivo de unidad de posicionamiento. Para el primer R-slot, el cual corresponde al instante en que el receptor de posicionamiento recibe la señal de posicionamiento procedente del elemento 702, el procesador calcula que no se requiere una desviación y por tanto no son necesarias modificaciones a la señal de referencia. Por lo tanto, se permite que la acumulación se realice de acuerdo con el funcionamiento normal del correlador. Es decir, la señal de referencia no modificada se mezcla con la señal de posicionamiento recibida en los mezcladores 604 y 606 para crear una señal mezclada, a continuación se mezcla con la señal de referencia de código, y posteriormente se acumula en los acumuladores 622 y 624.

35 Para el segundo R-slot, el procesador calcula que se requiere una desviación de fase de  $180^\circ$ . La desviación se aplica al valor de fase de la señal de referencia de portadora de ese momento para crear una señal de referencia modificada cuando comienza el segundo R-slot y se recibe la señal de posicionamiento procedente del elemento 704. La desviación de fase se aplica de manera continua al valor del NCO de portadora durante toda la duración del R-slot. La señal de referencia modificada se mezcla con la señal de posicionamiento recibida para crear una señal mezclada, se mezcla a continuación con la señal de referencia de código, y posteriormente se acumula con el valor del primer R-slot en los acumuladores 622 y 624 para crear una señal acumulada. Por lo tanto los dos R-slots se suman en el proceso de acumulación y el valor acumulado al final del periodo de integración es por lo tanto representativo del haz longitudinal.

45 Obsérvese que la señal de referencia de portadora sintetizada por el NCO de portadora 608 no cambia durante el periodo de integración, sino que sólo es actualizada por el bucle 614 de enganche de portadora al final del periodo de integración.

50 En las realizaciones expuestas en esta memoria, la señal acumulada se crea en el acumulador a lo largo de toda la duración del periodo de integración. Sin embargo, en otras realizaciones, cada R-slot se acumula en su propio acumulador individual, correspondiendo el número mínimo de acumuladores al número mínimo de R-slots requeridos. En estas realizaciones, la señal acumulada se obtiene combinando las señales en los acumuladores individuales.

55 En las realizaciones expuestas, sólo un elemento puede estar en el primer estado en cualquier instante dentro del periodo de integración. Por lo tanto, cuando el elemento 704 se conmuta al primer estado, el elemento 702 se conmuta simultáneamente al segundo estado.

Después de atravesar el bucle 626 de enganche de código, la señal mezclada se integra en los acumuladores 622 y 624, creando una señal acumulada. Dado que la manipulación a las señales se produce en serie, la integración de la

señal mezclada es, en efecto, la suma de un número infinito de señales modificadas a lo largo del periodo de integración. Por lo tanto, la señal acumulada es representativa de un nuevo haz conformado en la dirección deseada.

#### *Ventajas, Aplicaciones y Uso*

5 Como se ha descrito anteriormente, el sistema de antenas y el circuito de conmutación están acoplados al dispositivo de unidad de posicionamiento, al mismo tiempo que un receptor de posicionamiento separado físicamente realiza la solución PVT requerida para determinar la posición del receptor. Dado que la secuencia en que los elementos del sistema de antenas de transmisión se conmutan al primer estado está predeterminada, el tipo y la orientación del sistema de antenas de transmisión son conocidos, y se puede determinar la posición del receptor de posicionamiento, los haces conformados en cada canal del correlador se pueden dirigir hacia el receptor de posicionamiento para maximizar la ganancia de la señal entrante recibida por el receptor de posicionamiento al mismo tiempo que se atenúan señales procedentes de otras direcciones, mitigando por lo tanto los efectos de multitrayecto.

15 Las tecnologías de posicionamiento actuales, como por ejemplo el GPS, funcionan bien en entornos que tienen acceso directo a tres o cuatro señales de posicionamiento. Sin embargo, los sistemas existentes no son tan útiles en entornos cerrados debido a la prevalencia de multitrayecto.

Una solución para restringir multitrayecto es por medio de la formación de haces utilizando un sistema de antenas. Como se expone en el documento PCT/AU2010/000839, un sistema de antenas se acopla con el receptor de posicionamiento para conformar un haz para recibir una señal de posicionamiento que se transmite desde el dispositivo de unidad de posicionamiento por medio de una simple antena omnidireccional.

20 Esta especificación describe dos topologías de red de posicionamiento adicionales:

- 1) utilizar un sistema de antenas acoplado con un dispositivo de unidad de posicionamiento para conformar un haz remoto que apunta a un receptor de posicionamiento, el cual recibe la señal utilizando una simple antena omnidireccional; y
- 25 2) utilizar sistemas de antenas acoplados tanto al dispositivo de unidad de posicionamiento como al receptor de posicionamiento para producir un haz "compuesto" como se muestra en la Figura 3.

En algunas realizaciones, estas dos topologías adicionales se combinan para proporcionar un sistema de posicionamiento escalable. Por ejemplo, cuando el receptor de posicionamiento se debe integrar dentro de un dispositivo portátil, como por ejemplo un teléfono celular o móvil, puede hacer uso de una simple antena omnidireccional, siempre que el dispositivo de unidad de posicionamiento esté acoplado con un sistema de antenas configurado para conformar haces de acuerdo con la presente invención. Cuando se requiere una solución de posicionamiento más precisa o en entornos en los que el dispositivo de unidad de posicionamiento no está equipado con un sistema de antenas apropiado, se puede configurar un sistema de antenas externo como un añadido al dispositivo portátil para aplicaciones de posicionamiento. Dichos sistemas de antenas externos se pueden fabricar con tamaños diferentes dependiendo de la precisión de la solución de posicionamiento requerida y considerando el tamaño y el tipo de sistema de antenas acoplado con los dispositivos de unidad de posicionamiento en la red de posicionamiento.

La estrechez del haz es proporcional al número de elementos y, por lo tanto, al tamaño físico del sistema de antena. Por lo tanto, de esto se desprende que si el sistema de antenas acoplado con el dispositivo de unidad de posicionamiento es grande, entonces el sistema de antenas acoplado con el receptor de posicionamiento puede ser proporcionalmente más pequeño y viceversa.

Aunque se ha descrito la invención con referencia a ejemplos específicos, los expertos en la técnica apreciarán que la invención se puede implementar de muchas otras formas.

En las reivindicaciones proporcionadas más adelante y en la descripción de esta memoria, cualquiera de los términos "que comprende", "compuesto por", o "el cual comprende" es un término abierto que significa que incluye al menos los elementos/rasgos que siguen al término, pero sin excluir otros. De esta manera, el término "que comprende", cuando se utiliza en las reivindicaciones, no se debería interpretar como limitativo a los medios o elementos o pasos listados después de él. Por ejemplo, el alcance de la expresión "un dispositivo que comprende A y B" no debería estar limitado a dispositivos que consisten sólo en elementos A y B. Cualquiera de los términos "incluyendo", "el cual incluye", o "que incluye" tal como se usan en esta memoria es también un término abierto que también significa que incluye al menos los elementos/rasgos que siguen al término, pero sin excluir a otros. De esta manera, "que incluye" es sinónimo de "que comprende" y significa lo mismo.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo para conformar un haz (122) desde un sistema (104) de antenas, en un receptor (114) físicamente separado, incluyendo el dispositivo:  
un sistema (104) de antenas que tiene una pluralidad de elementos (106) de antena distribuidos espacialmente;
- 5 un dispositivo (108) de unidad de posicionamiento acoplado con dicho sistema (104) de antenas; y  
un receptor (114) configurado para recibir una señal de posicionamiento procedente de dicho sistema (104) de antenas, teniendo dicho receptor (114) un procesador (206) para generar una señal de referencia, mezclar la señal de posicionamiento recibida con la señal de referencia para generar una señal mezclada y sumar la señal mezclada a lo largo de un periodo de integración predeterminado para generar una señal acumulada;
- 10 caracterizado por que  
dicho dispositivo (108) de unidad de posicionamiento está configurado para conmutar los citados elementos (106) de antena entre estados primero y segundo en una secuencia de conmutación predeterminada en la cual, en dicho primer estado, dichos elementos (106) están configurados para transmitir la señal de posicionamiento; y
- 15 en el cual la citada señal de referencia se modifica, en sincronización substancial con la recepción de la señal de posicionamiento procedente de los elementos (106) de antena que son conmutados a dicho primer estado, antes de ser mezclada con dicha señal de posicionamiento recibida de tal manera que dicha señal acumulada es indicativa de la dirección y la magnitud del haz (122) requerido por el receptor (114).
- 20 2. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual dicho receptor (114) incluye al menos un canal (202) de recepción que tiene un correlador (204), donde dicho correlador (204) está configurado para manipular de forma selectiva la fase y/o la ganancia de dicha señal de referencia en sincronización substancial con la recepción de la señal de posicionamiento procedente de los elementos (106) de antena que son conmutados a dicho primer estado.
- 25 3. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 2, en el cual las manipulaciones de fase y/o de ganancia se seleccionan utilizando una distribución conocida de dichos elementos (106) de antena en dicho sistema (104) de antenas.
4. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 3, en el cual las manipulaciones de fase y/o de ganancia se seleccionan utilizando una orientación conocida de dicho sistema (104) de antenas.
5. Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el cual dicha señal de posicionamiento incluye un código pseudoaleatorio que tiene una secuencia de chips única, utilizándose dicha secuencia de chips única para proporcionar la citada sincronización substancial.
- 30 6. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 5, en el cual la conmutación de cada citado elemento (106) de antena a dicho primer estado está alineada con un límite (410) de chip dentro de dicha secuencia de chips única.
7. Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el cual dicho periodo de integración predeterminado es igual o mayor que la duración de dicha secuencia de conmutación predeterminada.
- 35 8. Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el cual dicho dispositivo está configurado para tener en cuenta un retraso de transmisión que aparece entre la generación de dicha señal de posicionamiento y la transmisión de dicha señal de posicionamiento por medio de dichos elementos (106) de antena.
9. Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en el cual la manipulación de dicha fase y/o de dicha ganancia se consigue aplicando respectivamente una desviación de fase y/o de ganancia a dicha señal de referencia, donde el valor de dicha desviación de fase y/o de ganancia se calcula en dependencia de dicha secuencia de conmutación predeterminada.
- 40 10. Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en el cual el citado correlador (204) incluye un oscilador (608) controlado numéricamente de portadora y dicha señal de referencia se sintetiza en dicho NCO de portadora (608).
- 45 11. Un dispositivo de acuerdo con la reivindicación 9, en el cual el valor de dicha desviación de fase y/o de ganancia es calculado por dicho procesador (206) en tiempo real, o es calculado con antelación y almacenado en una base de datos (208) que está disponible para su recuperación por dicho procesador (206).
- 50 12. Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual en dicho primer estado los citados elementos (106) de antena están activos, y en dicho segundo estado los citados elementos (106) de antena están inactivos y/o configurados para ser no-resonantes de tal manera que se mejoran los efectos de acoplamiento mutuo.

13. Un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el cual dicho receptor (114) incluye múltiples canales (202) de recepción, donde cada canal (202) de recepción es adaptable para conformar al menos un haz (122).
- 5 14. Un método para para conformar un haz (122) desde un sistema (104) de antena, en un receptor (114) físicamente separado, incluyendo el método los pasos de:
- transmitir, desde el sistema (104) de antenas, una señal de posicionamiento;
- recibir, en un receptor (114), la señal de posicionamiento;
- generar, en un correlador (204) del receptor (114), una señal de referencia para correlación con la señal de posicionamiento recibida;
- 10 mezclar dicha señal de posicionamiento recibida con dicha señal de referencia para crear una señal mezclada; y acumular dicha señal mezclada a lo largo de un periodo de integración para crear una señal acumulada; caracterizado por
- 15 conmutar, en un dispositivo (108) de unidad de posicionamiento, elementos (106) de antena distribuidos espacialmente de dicho sistema (104) de antena desde un segundo estado a un primer estado en una secuencia de conmutación predeterminada, donde, en dicho primer estado, los citados elementos (106) de antena están configurados para transmitir la señal de posicionamiento; y
- 20 antes del paso de mezclado, aplicar, en sincronización substancial con la recepción de la señal de posicionamiento procedente de los elementos (106) de antena que son conmutados a dicho primer estado, una desviación predeterminada a dicha señal de referencia para crear una señal de referencia modificada; donde dicha señal acumulada es indicativa de la dirección y la magnitud del haz (122) requerido por el receptor (114).
15. Un método de acuerdo con la reivindicación 14, en el cual el paso de aplicar una desviación predeterminada a dicha señal de referencia comprende manipulación selectiva de la fase y/o de la ganancia de dicha señal de referencia en sincronización substancial con la recepción de la señal de posicionamiento procedente de los elementos (106) de antena que son conmutados a dicho primer estado.
- 25 16. Un método de acuerdo con la reivindicación 15, en el cual las manipulaciones de fase y/o de ganancia se seleccionan utilizando una distribución conocida de los citados elementos (106) de antena de dicho sistema (104) de antenas.
17. Un método de acuerdo con la reivindicación 16, en el cual las manipulaciones de fase y/o de ganancia se seleccionan utilizando una orientación conocida de dicho sistema (104) de antenas.
- 30 18. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 a 17, en el cual la citada señal de posicionamiento incluye un código pseudoaleatorio que tiene una secuencia de chips única, siendo proporcionada dicha sincronización substancial por dicha secuencia de chips única.
19. Un método de acuerdo con la reivindicación 18, en el cual la conmutación de cada citado elemento (106) de antena a dicho primer estado está alineada a un límite (410) de chip dentro de dicha secuencia de chips única.
- 35 20. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 a 19, en el cual dicho periodo de integración es igual o mayor que la duración de dicha secuencia de conmutación predeterminada.
21. Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 a 20, que comprende además el paso de tener en cuenta un retraso de la transmisión que aparece entre la generación de dicha señal de posicionamiento y la transmisión de dicha señal de posicionamiento a través de dichos elementos (106) de antena.
- 40 22. Un método de acuerdo con la reivindicación 15, en el cual la manipulación de dicha fase y/o de dicha ganancia se consigue aplicando respectivamente una desviación de fase y/o de ganancia a dicha señal de referencia, donde el valor de dicha desviación de fase y/o de ganancia se calcula en dependencia de dicha secuencia de conmutación predeterminada.



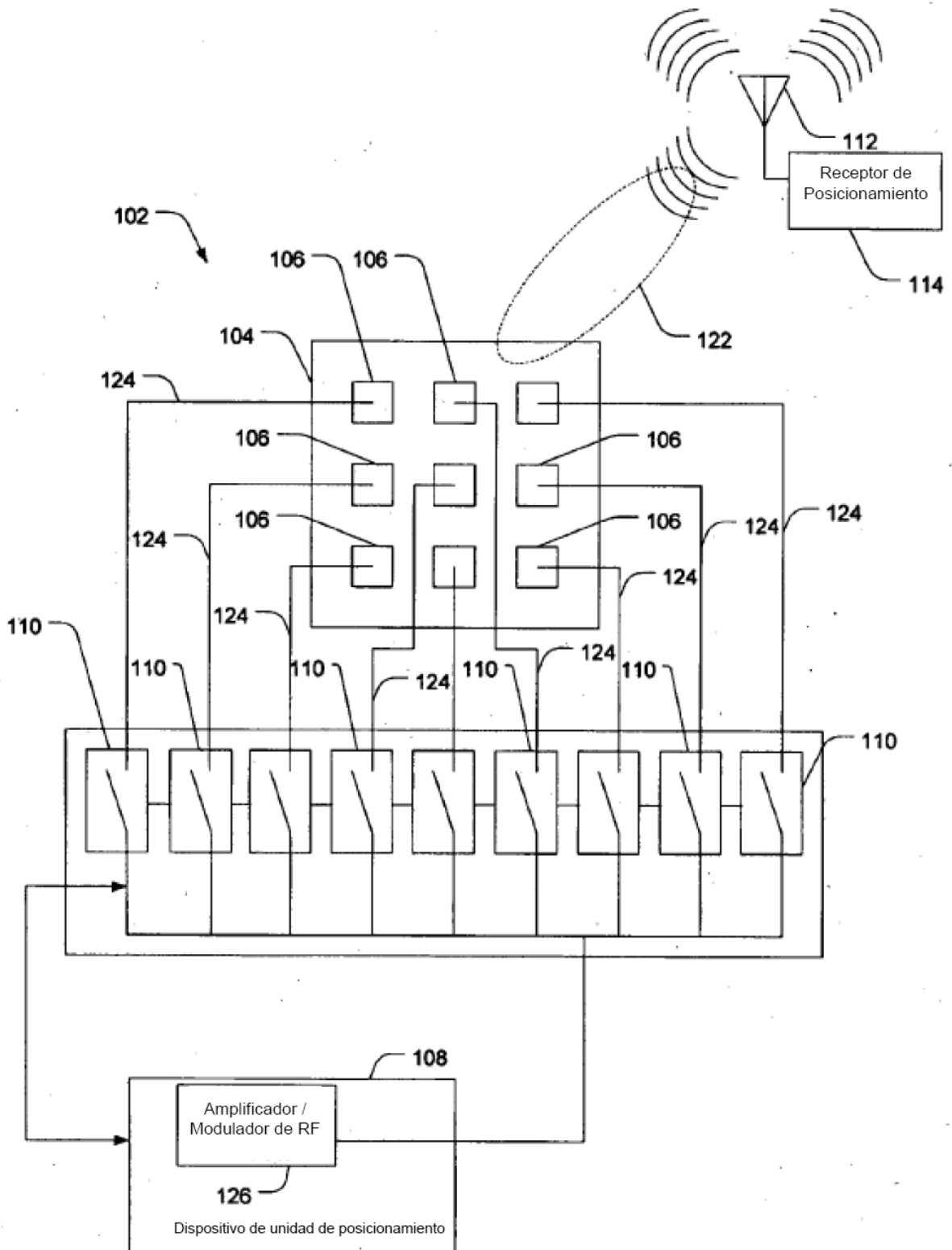


Figura 1

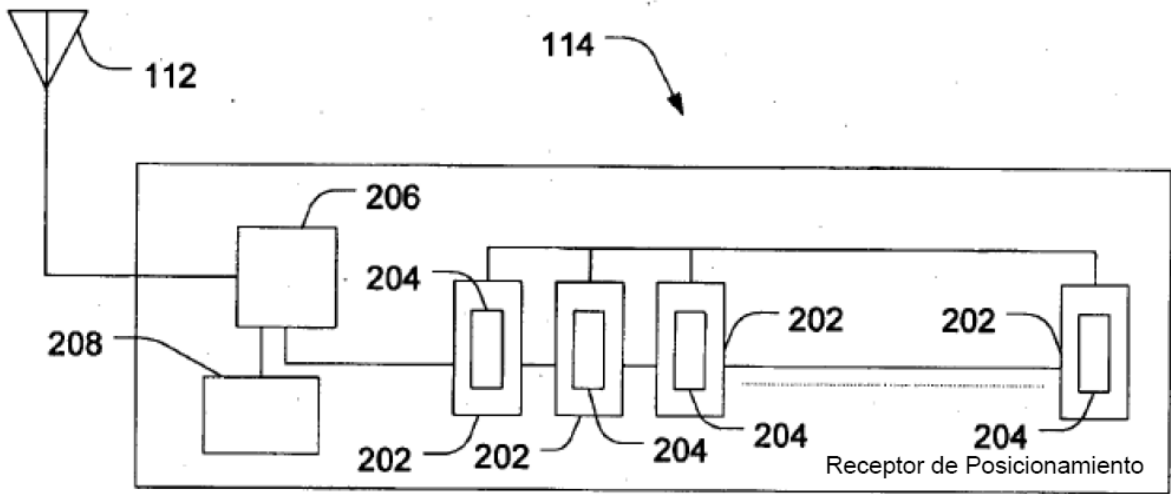


Figura 2  
Figura 2

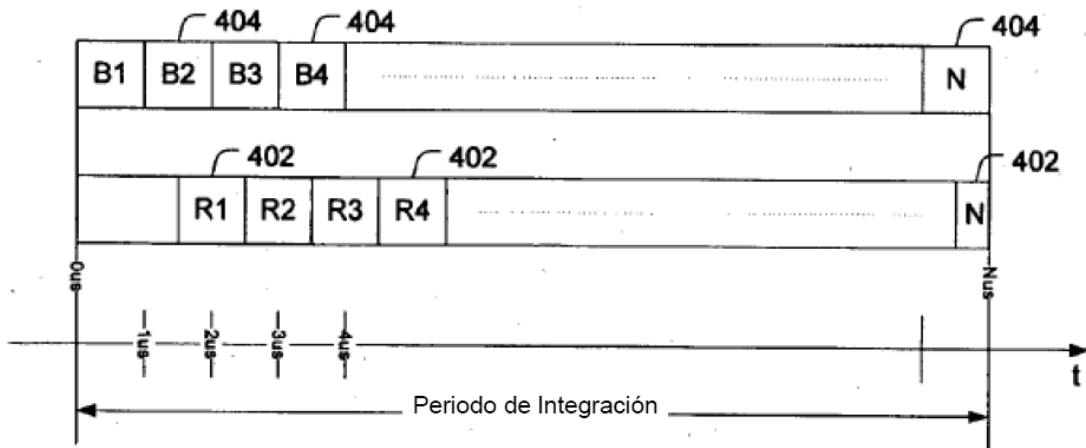


Figura 4a

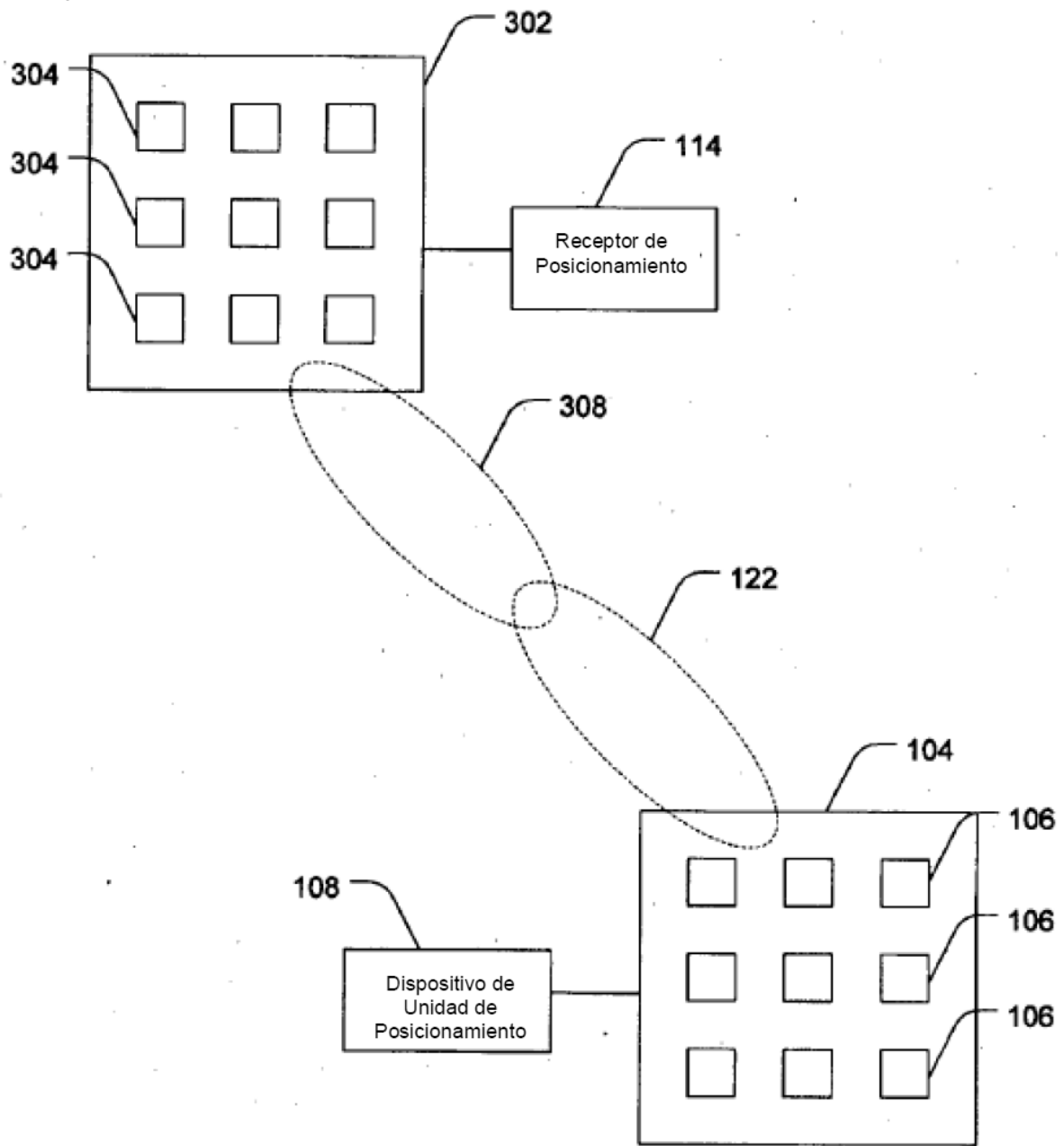
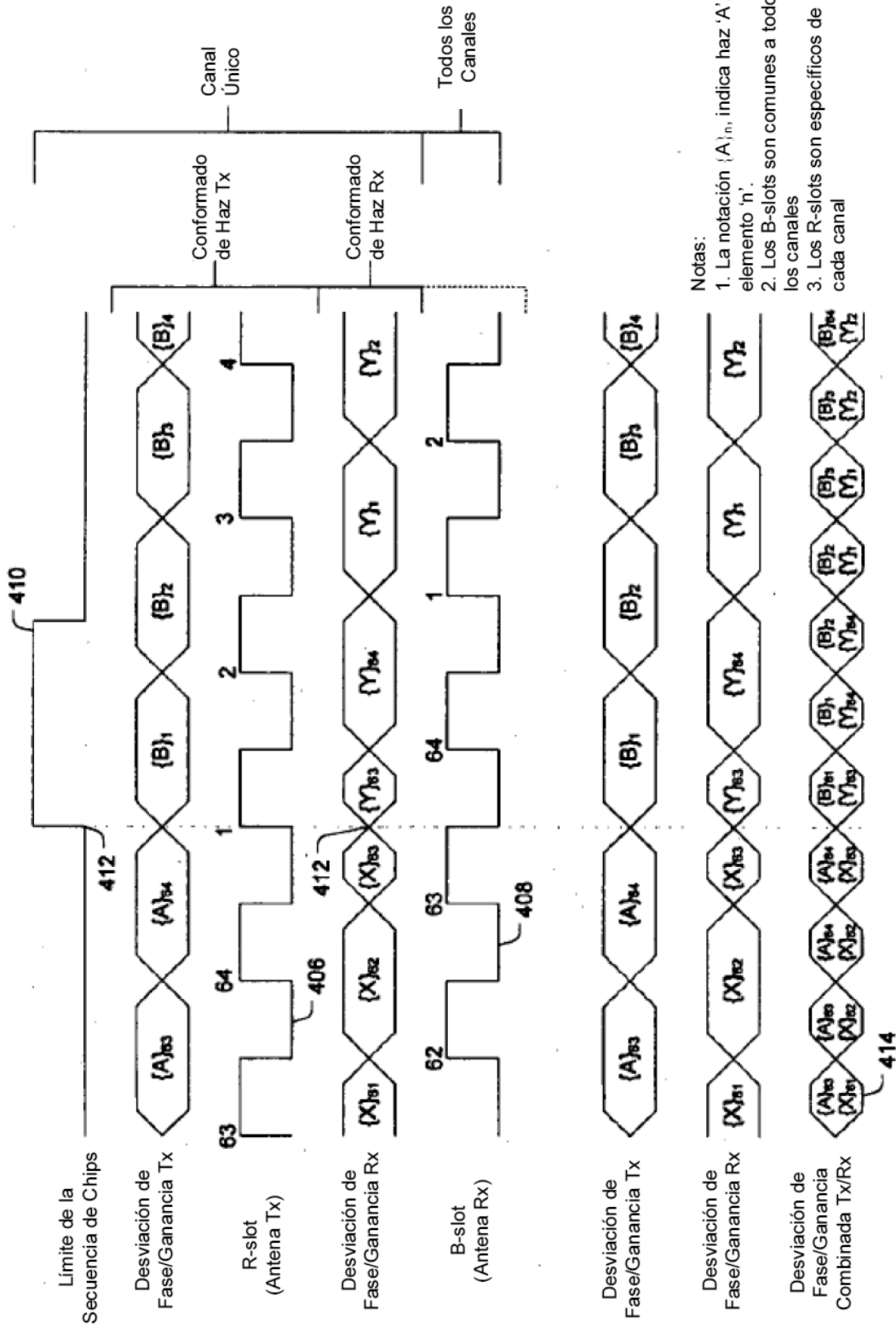


Figura 3



- Notas:
1. La notación  $(A)_n$ , indica haz 'A', elemento 'n'.
  2. Los B-slots son comunes a todos los canales
  3. Los R-slots son específicos de cada canal

Figura 4b

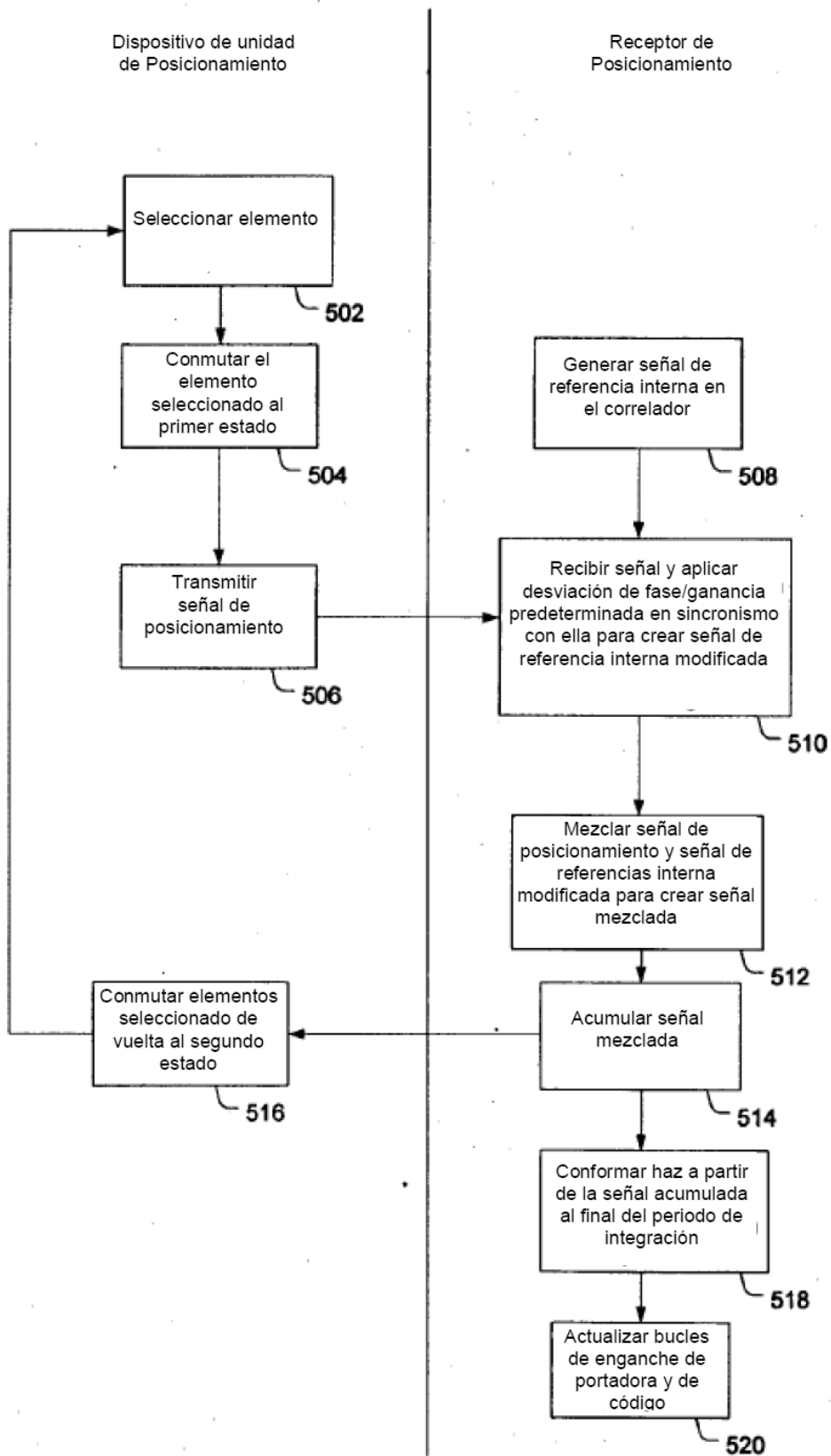


Figura 5

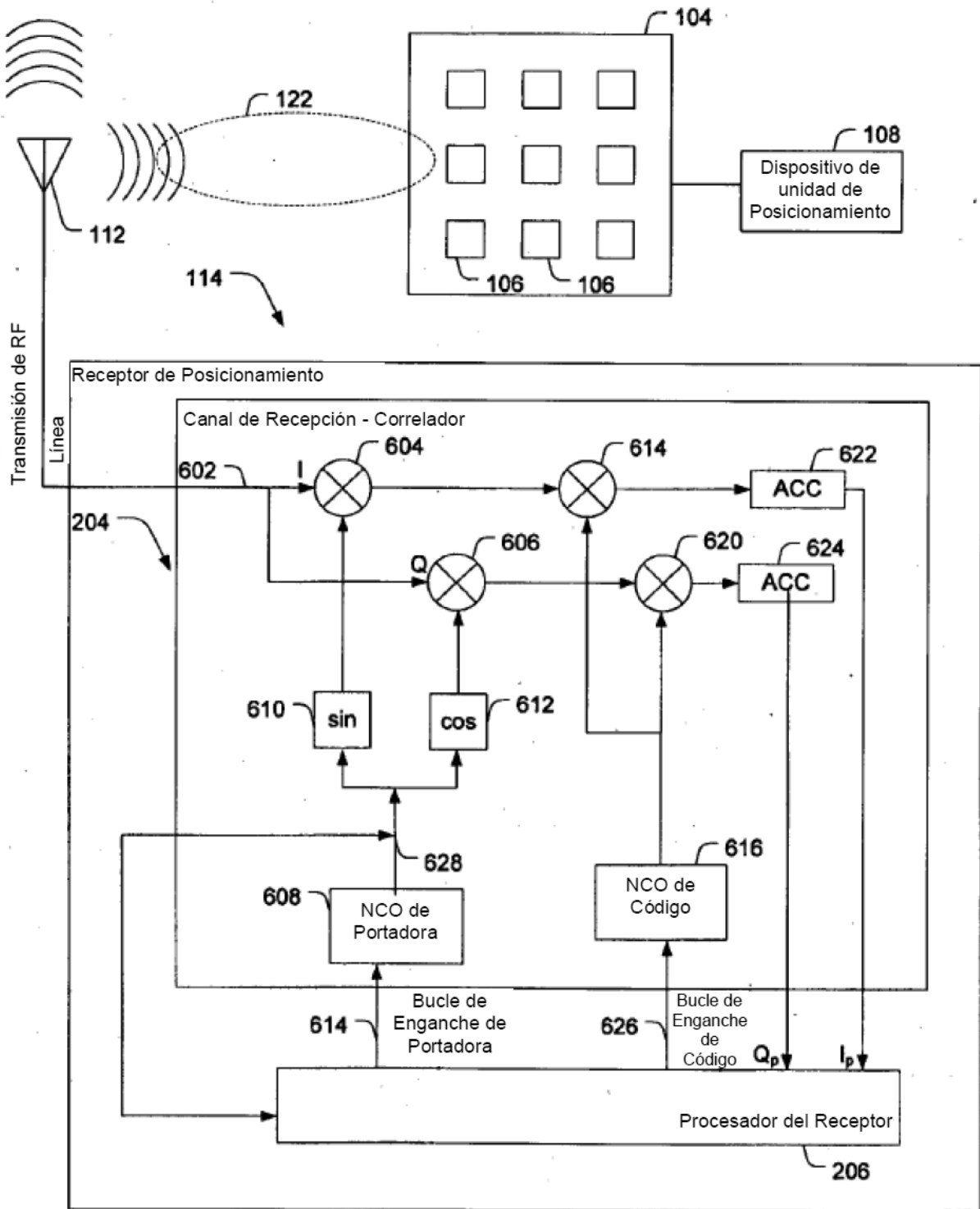


Figura 6

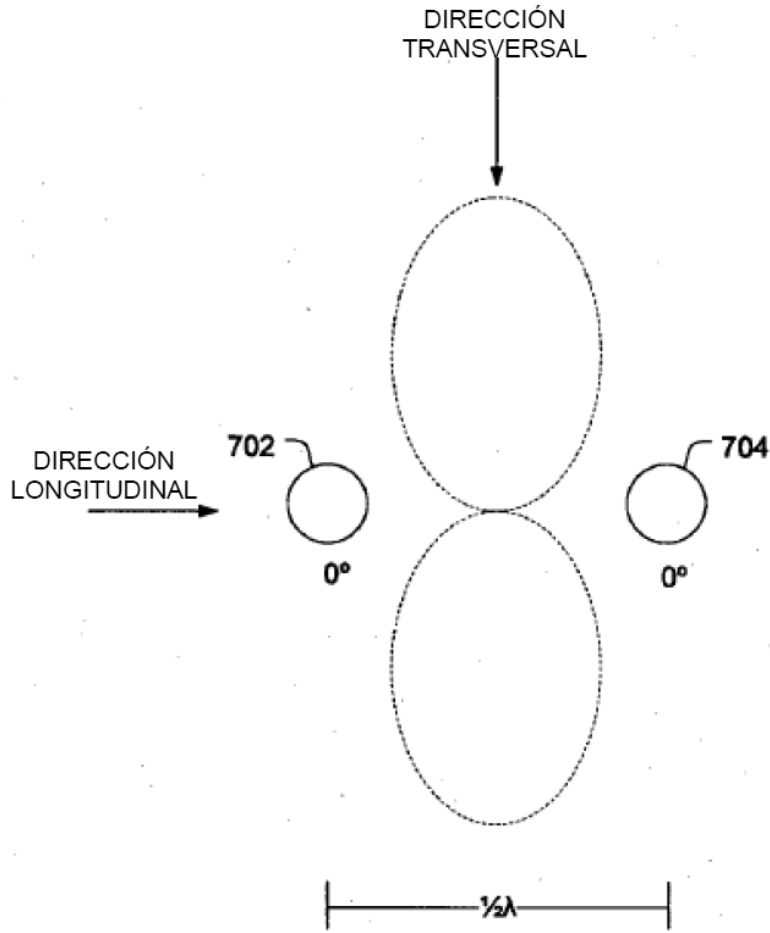


Figura 7a

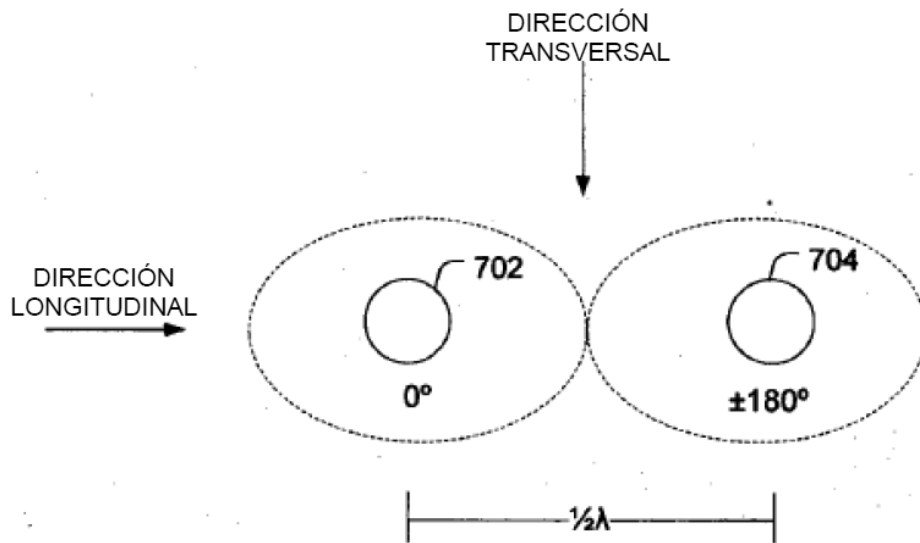


Figura 7b