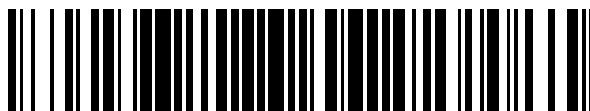


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 390 495**

51 Int. Cl.:  
**G01S 13/76** (2006.01)  
**H04W 64/00** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07760866 .9**  
96 Fecha de presentación: **18.04.2007**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2020126**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.02.2009**

54 Título: **Medición de distancias verificada**

30 Prioridad:  
**18.04.2006 US 793189 P**  
**16.04.2007 US 735867**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**13.11.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**13.11.2012**

73 Titular/es:  
**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**  
**ATTN: INTERNATIONAL IP ADMINISTRATION**  
**5775 MOREHOUSE DRIVE**  
**SAN DIEGO, CALIFORNIA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:  
**JULIAN, DAVID JONATHAN;**  
**EKBAL, AMAL y**  
**LEE, CHONG U.**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 390 495 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**

Medición de distancias verificada

**Antecedentes**

**Campo**

5 La presente solicitud se refiere en general a medición de distancias, y también a la verificación de la medición de distancias.

**Antecedentes**

10 La medición de distancias consiste en determinar la distancia entre dos posiciones. En un escenario típico, un dispositivo tal como un telémetro mide una distancia desde el telémetro a otro objeto. Una dispositivo de medición de distancias puede emplear una variedad de tecnologías, tales como láser, radar, sonar, y varias formas de señalización de radiofrecuencia ("RF"). Por conveniencia, el término medición de distancias se indicará aquí simplemente como medición.

15 La medición se puede utilizar en un sistema de comunicación mediante el uso de señalización de RF. Por ejemplo, en un sistema de comunicación inalámbrica un dispositivo de medición puede determinar la cantidad de tiempo que tarda una señal en viajar desde el dispositivo de medición a otro dispositivo, la cantidad de tiempo que tarda una señal en viajar desde el otro dispositivo al dispositivo de medición, o ambos. El dispositivo de medición a continuación puede calcular la distancia entre los dispositivos basados en cualquiera de estos tiempos y la velocidad de propagación conocida de las señales de radiofrecuencia (por ejemplo, la velocidad de la luz).

20 La publicación de la patente US No. 2004/0000986 A1 describe un sistema de identificación para la verificación de una autorización de acceso a un objeto, en particular un vehículo a motor. El sistema comprende una unidad de envío y recepción dispuesta en el lado del objeto que transmite una secuencia de señales de interrogación a un codificador móvil. El codificador móvil genera una señal de respuesta mediante el envío de nuevo de la secuencia recibida en forma cifrada y modulada. Una unidad de evaluación en el lado del objeto descifra la señal de respuesta y la compara con la secuencia de señales de interrogación respecto a un desplazamiento de la frecuencia. Si la secuencia se ha autenticado, la unidad de evaluación determina la distancia entre el codificador y el objeto. El sistema no determina la distancia entre el codificador y el objeto a menos que la señal de respuesta se autentique primero.

30 La patente US No. 6,614,387 B1 describe un sistema de medición de proximidad que comprende un interrogador para generar una señal de interrogación codificada con un código de firma de referencia. El sistema también incluye un transpondedor para recibir la señal de interrogación, y demodularla para extraer su código de firma. El transpondedor entonces la vuelve a modular después de un período de retardo para proporcionar una señal de respuesta. El interrogador recibe la señal de respuesta, la demodula para extraer su código de firma, y luego correlaciona el código con el código de la firma de referencia para determinar la correlación mutua de los mismos. El interrogador incorpora un ordenador para controlar una dirección de exploración de una antena y para medir el tiempo de retardo entre la emisión de la señal de interrogación y la recepción de la señal de respuesta correspondiente. El ordenador calcula la distancia y la dirección relativa del transpondedor a partir de la dirección de exploración y el tiempo de retardo. El sistema no determina la distancia entre el codificador y el objeto a menos que la señal de respuesta se autentique primero.

40 Algunos sistemas emplean un mecanismo de intercambio de mensajes de dos vías para medir la distancia relativa entre dos dispositivos. Por ejemplo, un primer dispositivo puede enviar un paquete de medición a segundo dispositivo. El segundo dispositivo puede entonces enviar un paquete de respuesta de vuelta al primer dispositivo, mediante el cual el paquete de respuesta indica la cantidad de tiempo que le tomó al segundo dispositivo para transmitir el paquete de respuesta después de recibir el paquete de medición (es decir, el tiempo de respuesta del segundo dispositivo). El primer dispositivo puede entonces utilizar este tiempo de respuesta para determinar el tiempo de propagación real de los paquetes. Aquí, el primer dispositivo calcula el tiempo total de ida y vuelta como la cantidad de tiempo que transcurre desde el momento en que se transmite el paquete de medición hasta el momento en que recibió el paquete de respuesta. El primer dispositivo puede entonces determinar el tiempo real de propagación restando el tiempo de respuesta del tiempo total de ida y vuelta.

50 En la práctica, esta forma de medición de intercambio de mensajes de dos vías es susceptible de verse comprometido por el segundo dispositivo. Por ejemplo, el segundo dispositivo puede enviar información falsa al primer dispositivo en el paquete de respuesta para hacer que parezca en el primer dispositivo que el segundo dispositivo está más cerca de lo que realmente está. Por ejemplo, el segundo dispositivo puede informar que recibió el paquete de medición desde el primer dispositivo antes de que realmente lo hiciera, y también informar que transmitió el paquete de respuesta en un momento posterior al que realmente lo hizo.

55 Un enfoque para abordar este problema es autenticar el segundo dispositivo al primer dispositivo usando un intercambio de claves pública/privada y un servidor de autenticación. Una vez autenticado, el primer dispositivo

puede entonces confiar en la información reportada por el segundo dispositivo. En la práctica, sin embargo, la autenticación de la medición también puede ser necesaria para dispositivos en los que no se puede confiar de esta manera. En consecuencia, existe una necesidad de técnicas de medición más fiables.

### **Sumario**

5 Un resumen de los aspectos de muestra de la descripción se realiza a continuación. Por conveniencia, uno o más aspectos de la descripción pueden ser denominados aquí simplemente como "algunos aspectos".

La divulgación se refiere en algunos aspectos a técnicas de medición. Por ejemplo, las técnicas de medición se pueden emplear para verificar o determinar una distancia entre dos dispositivos de comunicación inalámbricos.

10 La divulgación también se refiere en algunos aspectos a la medición verificada. Por ejemplo, la medición verificada se puede utilizar para determinar si la distancia entre dos dispositivos es válida o está dentro de un intervalo permisible. La medición verificada también puede utilizarse para verificar la exactitud de una distancia determinada entre dos dispositivos. Aquí, la medición verificada se puede utilizar para asegurar que la distancia entre un dispositivo de medición y un dispositivo de respuesta es menor o igual a una distancia dada.

15 En algunos aspectos, una distancia puede verificarse en función de si un dispositivo (por ejemplo, un dispositivo de respuesta) es capaz de realizar una acción determinada. Aquí, la acción puede definirse de tal manera que el dispositivo sólo puede realizar la acción (por ejemplo, generar un resultado particular) si el dispositivo se encuentra dentro de un cierto intervalo de otro dispositivo (por ejemplo, un dispositivo de medición). Por ejemplo, en un sistema que emplea una medición de intercambio de mensajes de dos vías, un dispositivo de respuesta puede (por ejemplo, puede estar obligado) transmitir una señal de respuesta a una señal de medición recibida dentro de un período de tiempo definido (por ejemplo, un tiempo de respuesta definido). Aquí, el tiempo de respuesta definido puede ser definido para ser relativamente insignificante respecto al tiempo de propagación verdadero de ida y vuelta asociado con una distancia medida esperada. El dispositivo de medición a continuación puede verificar la distancia entre los dispositivos mediante la determinación de si el tiempo total de ida y vuelta medido es menor o igual al tiempo de ida y vuelta esperado más el tiempo de respuesta definido. De esta manera, la distancia que el dispositivo de falsificación puede falsificar está limitada por el tiempo de respuesta definido.

25 En algunos aspectos una señal de medición puede comprender una secuencia pseudo-aleatoria, aleatoria, o determinista. Por ejemplo, una señal de medición puede comprender una secuencia de pulsos donde cada pulso tiene un valor seleccionado al azar. En este caso, una señal de respuesta adecuada de un dispositivo de respuesta se corresponde a la secuencia de la señal de medición.

30 En algunos aspectos, un dispositivo de respuesta genera una señal de respuesta mediante una operación en una señal de medición de acuerdo con una función que se basa en un esquema de respuesta de señal conocido. Por ejemplo, el dispositivo de respuesta puede utilizar la función para operar sobre la información representada por (por ejemplo, enviada) la señal de medición. El dispositivo de respuesta a continuación transmite la información procesada a un dispositivo de medición que tiene conocimiento del esquema de respuesta de la señal, y por lo tanto, la función. El dispositivo de medición, por lo tanto, puede verificar que la información que recibe del dispositivo de respuesta ha sido procesada correctamente utilizando la función, y que no se ha falsificado de ninguna manera.

40 En algunos aspectos, un dispositivo de medición determina la posibilidad (por ejemplo, una probabilidad) de que el dispositivo de respuesta fue operado adecuadamente sobre una señal de medición que el dispositivo de medición envió al dispositivo de respuesta. Por ejemplo, el dispositivo de medición puede emplear un análisis estadístico para procesar la señal de respuesta recibida desde el dispositivo de respuesta para obtener un nivel de confianza en cuanto a si el dispositivo de respuesta realmente está respondiendo a la señal de medición o está tratando de falsificar una respuesta a la señal de medición.

### **Breve descripción de los dibujos**

45 Estas y otras características, aspectos y ventajas de la divulgación se comprenderán más completamente cuando se consideren en relación con la siguiente descripción detallada, las reivindicaciones adjuntas y los dibujos que se acompañan, en los que:

La figura 1 es un diagrama de bloques simplificado de varios aspectos de muestra de un sistema de comunicación adaptado para proporcionar una medición verificada;

50 La figura 2 es un diagrama de flujo de varios aspectos de muestra de las operaciones que se pueden realizar para proporcionar una medición verificada;

La figura 3 es un diagrama simplificado que ilustra un aspecto de muestra de la transmisión y el procesamiento de señales;

La figura 4 es un diagrama simplificado que ilustra un aspecto de la muestra de una función operativa en las señales;

La figura 5 es un diagrama de flujo de varios aspectos de muestra de las operaciones que se pueden realizar en conjunción con la medición verificada;

La figura 6 es un diagrama de flujo de varios aspectos de muestra de las operaciones que se pueden realizar en conjunción con la medición verificada; y

- 5 La figura 7 es un diagrama de bloques simplificado de varios aspectos de muestra de un sistema de comunicación adaptado para proporcionar una medición verificada.

De acuerdo con la práctica común, diversas características ilustradas en los dibujos no pueden ser dibujadas a escala. En consecuencia, las dimensiones de las diversas características pueden ampliarse o reducirse arbitrariamente para mayor claridad. Además, algunos de los dibujos pueden simplificarse por motivos de claridad.

- 10 Así, los dibujos pueden no representar todos los componentes de un aparato dado (por ejemplo, el dispositivo) o el procedimiento. Finalmente, números de referencia similares se pueden utilizar para indicar características similares en toda la memoria y en las figuras.

### **Descripción detallada**

- 15 Varios aspectos de la descripción se describen a continuación. Debe ser evidente que las enseñanzas de este documento pueden incluirse en una amplia variedad de formas y que cualquier estructura específica, función, o ambos que se describe aquí es meramente representativa. Sobre la base de las enseñanzas en este documento, los expertos en la técnica deben apreciar que una un aspecto aquí descrito puede implementarse independientemente de otros aspectos y que dos o más de estos aspectos se pueden combinar de varias maneras. Por ejemplo, puede implementarse un aparato o un procedimiento puede ponerse en práctica utilizando cualquier número de los
- 20 aspectos aquí expuestos. Además, dicho aparato puede implementarse o este procedimiento puede ponerse en práctica utilizando otra estructura, funcionalidad, o estructura y funcionalidad además de o diferente de uno o más de los aspectos aquí expuestos. Por ejemplo, algunos aspectos pueden implicar la verificación de una distancia determinada basándose en las características de una pluralidad de señales, mientras que otros aspectos pueden implicar la verificación de una distancia determinada basándose en las características de una pluralidad de señales y determinar si al menos una señal se recibe dentro de un período de tiempo definido.
- 25

- La figura 1 ilustra ciertos aspectos de un sistema de comunicación 100 que incluye un dispositivo 102 y un dispositivo 104 que realizan diversas operaciones relativas a la verificación de una distancia entre los dispositivos 102 y 104. En algunos aspectos, la verificación de una distancia se refiere a las señales de procesamiento para determinar si las características de esas señales sirven para verificar una relación de distancia determinada entre los dispositivos 102 y 104. En algunos aspectos, la verificación de una distancia se refiere a la determinación de una distancia entre los dispositivos 102 y 104 y verificar esa distancia determinada. Tal como se ilustra en la figura 1, los dispositivos 102 y 104 pueden comunicarse entre sí a través de un enlace de comunicación inalámbrica 106.
- 30

- Los dispositivos 102 y 104 en el ejemplo de la figura 1 se representan en forma simplificada para enfatizar ciertos componentes que pueden proporcionar la funcionalidad relativa a determinar la distancia y el procesamiento asociado. Por ejemplo, el dispositivo 102 puede comprender un dispositivo que realiza las operaciones de medición, mientras que el dispositivo 104 puede comprender un dispositivo que responde a las operaciones relacionadas con la medición. Así, el dispositivo 102 está representado para enfatizar los componentes que se pueden emplear en un dispositivo que determina en última instancia una o más distancias entre los dispositivos 102 y 104 y realiza una o más operaciones basadas en dicha determinación. A la inversa, el dispositivo 104 se representa para enfatizar los componentes que se pueden emplear en un dispositivo que puede realizar las operaciones en conjunción con la distancia para determinar las operaciones del dispositivo 102. Se debe apreciar que un dispositivo dado puede incorporar la funcionalidad representada para el dispositivo 102, la funcionalidad representada para el dispositivo 104, o alguna combinación de las mismas, así como otras funcionalidades.
- 35
- 40

- Operaciones de muestra del sistema 100 se describirán con más detalle en conjunción con el diagrama de flujo de la figura 2. Por conveniencia, las operaciones de la figura 2 (o cualesquiera otras operaciones descritas en este documento) pueden describirse como que son realizadas por componentes específicos, por ejemplo, los dispositivos 102 y 104). Se debe apreciar, sin embargo, que estas operaciones pueden realizarse por otros componentes y se pueden realizar utilizando un número diferente de componentes. También debe apreciarse que una o más de las operaciones descritas en este documento pueden no emplearse en una aplicación dada.
- 45

- Tal como se representa por el bloque 202 en la figura 2, un dispositivo de medición tal como el dispositivo 102 puede opcionalmente determinar una distancia entre el dispositivo de medición y un dispositivo de respuesta, tal como el dispositivo 104. La operación de determinación de la distancia se puede realizar utilizando diversas técnicas de medición, tales como, por ejemplo, un esquema de tiempo de llegada, un esquema de medición de intercambio de mensajes de dos vías, o algún esquema adecuado.
- 50

- En el ejemplo de la figura 1, el dispositivo 102 puede incluir un componente determinante de la distancia 108 que está adaptado para realizar diversas funciones relativas a la determinación de uno o más parámetros relacionados con la distancia, tales como una distancia relativa entre los dispositivos 102 y 104. En algunas implementaciones, el determinante de la distancia 108 puede utilizar o cooperar con uno o más de otros componentes (por ejemplo, un
- 55

transceptor 140) para determinar la distancia.

El dispositivo de medición puede verificar una distancia entre los dispositivos 102 y 104 en un intento de determinar si la distancia entre dos dispositivos es válida o está dentro de un intervalo permisible. En algunos aspectos, esto puede implicar la verificación de una distancia determinada (por ejemplo, asegurándose de que una distancia determinada es correcta). Aquí, el dispositivo de medición puede realizar operaciones adecuadas para garantizar que el dispositivo de respuesta o algún otro dispositivo no han comprometido el funcionamiento del dispositivo de medición.

En algunos aspectos, el dispositivo de medición puede verificar una distancia haciendo que el dispositivo de respuesta adopte alguna acción que genere un resultado que es alcanzable sólo si el dispositivo de respuesta está como máximo a una distancia dada desde el dispositivo de medición. Un ejemplo de esta operación implica una operación de intercambio de mensajes de dos vías, donde la verificación de la distancia se basa en el dispositivo de respuesta que transmite una señal de respuesta dentro de un período de tiempo definido después de que recibe una señal apropiada desde el dispositivo de medición.

La figura 3 ilustra, de una manera simplificada, una operación de muestra de intercambio de mensajes de dos vías. En el tiempo T0, un dispositivo de medición transmite una señal 302 a un dispositivo de respuesta tal como se representa mediante una línea 304. La señal llega al dispositivo de respuesta en el tiempo T1 tal como se representa mediante la señal 306. Así, el tiempo de propagación de la señal transmitida desde el dispositivo de medición al dispositivo de respuesta está representado por un intervalo de tiempo 308.

Entre el tiempo T1 y el tiempo T2, el dispositivo de respuesta procesa la señal recibida 306. Este tiempo de procesamiento está representado por un intervalo de tiempo 310.

En el tiempo T2, el dispositivo de respuesta transmite una señal procesada 312 al dispositivo de medición tal como se representa mediante una línea 314. Esta señal llega al dispositivo de medición en el tiempo T3, tal como se representa mediante la señal 316. Así, el tiempo de propagación de la señal transmitida desde el dispositivo de respuesta al dispositivo de medición está representado por un intervalo de tiempo 318.

El tiempo total entre la transmisión del pulso 302 y la recepción del pulso 316 está representado por un período de tiempo 320. Tal como se describirá en más detalle a continuación, el dispositivo de medición puede verificar una distancia sobre la base de un tiempo de ida y vuelta, representado por el período de tiempo 320 y el conocimiento de un período de tiempo definido asociado con el período de tiempo 310, donde el período de tiempo definido está adecuadamente restringido. Se debe apreciar que los períodos de tiempo mencionados anteriormente (por ejemplo, tiempo de ida y vuelta) pueden definirse de varias maneras. Por ejemplo, un tiempo de inicio de un período de tiempo dado puede definirse por un tiempo (por ejemplo, un tiempo de inicio, un tiempo medio, un tiempo final, o un tiempo de cruce por cero, etc.) asociado con un pulso, un símbolo, un mensaje, o algún otro tipo de señal, o el tiempo de inicio se puede definir en alguna otra manera adecuada. De manera similar, un tiempo final de un período de tiempo dado puede definirse por un tiempo (por ejemplo, un tiempo de inicio, un tiempo medio, un tiempo final, o un tiempo de cruce por cero, etc.) asociado con un pulso, un símbolo, un mensaje, o algún otro tipo de señal, o el tiempo final se puede definir en alguna otra manera adecuada.

En referencia de nuevo a la figura 2, tal como se representa por el bloque 204, el dispositivo de medición genera una señal de medición en conjunción con la verificación de la distancia entre el dispositivo 102 y 104. En el ejemplo de la figura 1, esta señal puede generarse inicialmente por un generador de señal 110. En algunos aspectos, la señal de medición puede estar basada en una secuencia aleatoria, pseudo-aleatoria, o determinista. En consecuencia, el dispositivo 102 puede incluir también un generador de secuencias 112. Aquí, se debe apreciar que el uso de una secuencia que no se conoce en el dispositivo de respuesta de antemano puede hacer más difícil que el dispositivo de respuesta falsifique su distancia desde el dispositivo de medición.

Tal como se representa mediante el bloque 206, el dispositivo de medición transmite la señal de medición al dispositivo de respuesta. Para este fin, el transceptor (por ejemplo, un transceptor de banda ultra ancha) 140 incluye un componente de transmisor 114 y un componente receptor 116. De manera similar, el dispositivo 104 incluye un transceptor 118 que tiene un componente receptor 120 y un componente transmisor 122.

Tal como se representa por el bloque 208, el dispositivo de respuesta procesa la señal de medición que fue recibida desde el dispositivo de medición. Por ejemplo, el dispositivo de respuesta puede utilizar una función conocida de ambos dispositivos para operar en la señal recibida. En algunas implementaciones, esto puede implicar la codificación de la información recibida, de modo que la señal de respuesta a transmitirse por el segundo dispositivo se distingue a partir de una reflexión de la señal original de medición. En algunos aspectos, la función conocida puede utilizar u operar de otra manera en una secuencia conocida o alguna otra información. Esta información puede generarse en diversas formas incluyendo, por ejemplo, una manera aleatoria, pseudo-aleatoria, o determinista.

En algunas implementaciones, la información se genera en base a claves criptográficas que poseen los dispositivos de medición y de respuesta. Por ejemplo, los dispositivos pueden intercambiar las claves durante un proceso de emparejado que implica un intercambio de claves Diffie-Hellman o algún otro procedimiento adecuado. Mediante el

uso de una secuencia generada a partir de dicha clave o claves, las operaciones de verificación basadas en la distancia aquí descritas pueden proporcionar también un mecanismo para la autenticación de cualquier clave que se intercambié con el mismo dispositivo para el cual la distancia fue verificada.

5 En referencia de nuevo a la figura 1, el dispositivo 104 puede incluir un generador de señal 124 que procesa la señal de medición recibida para generar una señal de respuesta. Tal como se describió anteriormente, el dispositivo de respuesta puede realizar las operaciones del bloque 208 dentro de un período de tiempo definido antes de transmitir la señal procesada en el dispositivo de medición en el bloque 210. En consecuencia, el dispositivo 104 puede incluir un componente de temporizador 126 que puede facilitar o hacer cumplir esta restricción de tiempo.

10 La figura 4 ilustra, de una manera simplificada, una función de muestra y una secuencia de muestra que se pueden aplicar a una secuencia de señal recibida. En este ejemplo, el dispositivo de medición transmite una primera señal 402A de una secuencia al dispositivo de respuesta. La señal 402A está asociada con un valor de cero. Un componente de la función 404A del dispositivo de respuesta implementa una función conocida para operar en la señal 402A en conjunción con un primer valor 406A de una secuencia conocida para los dispositivos de medición y de respuesta. El componente de función 404A genera una salida (que tiene un valor de cero en este ejemplo) en base a la señal 402A y el valor 406A. El dispositivo de respuesta, a continuación, genera una señal correspondiente a la salida del componente de función 404A y transmite la señal al dispositivo de medición, tal como se representa por el pulso 408A.

15 En este ejemplo, la función 404A comprende una función XOR. Se debe apreciar, sin embargo, que una variedad de otros tipos de funciones se puede emplear de acuerdo con las presentes enseñanzas. Por ejemplo, se puede utilizar una función variable en el tiempo, por lo que el resultado de la función es una función del tiempo y los valores de la entrada o entradas.

20 Las operaciones anteriores entonces se pueden repetir para las señales posteriores 402B, 402C, y 402D de la secuencia desde el dispositivo de medición y los valores posteriores 406B y 406C, y 406D de la secuencia conocida. Por conveniencia, la figura 4 ilustra las operaciones posteriores tal como se realizan por los componentes de función 404B, 404C y 404D. Se debe apreciar, sin embargo, que en algunas implementaciones estas operaciones pueden realizarse por un componente de función común.

25 En referencia de nuevo a las operaciones de la figura 2, tal como se representa por el bloque 210, el dispositivo de respuesta transmite una señal de respuesta procesada apropiadamente al dispositivo de medición. Tal como se describirá en más detalle a continuación, el dispositivo de respuesta transmite la señal de respuesta dentro de un período de tiempo definido después de que se reciba la señal de medición (por ejemplo, un tiempo de respuesta definido). En el ejemplo de la figura 1, esta transmisión puede realizarse a través del componente transmisor 122 del dispositivo 104 y el componente receptor 116 del dispositivo 102.

30 Tal como se representa por el bloque 212, el dispositivo de medición puede verificar la distancia entre los dispositivos 102 y 104 sobre la base de las características de la señal procesada recibida y la señal de medición. Por ejemplo, el dispositivo de medición puede determinar si la señal recibida procesada fue recibida dentro de un período de tiempo definido después de la transmisión de la señal de medición en el bloque 206 (por ejemplo, un tiempo de ida y vuelta total). Además, el dispositivo de medición puede realizar un análisis estadístico o alguna otra operación adecuada para determinar si el dispositivo de respuesta operado en la señal de medición usando la secuencia conocida. Para llevar a cabo estas y otras operaciones relacionadas, el dispositivo 102 en la figura 1 puede incluir un verificador de la distancia 128 que incluye un módulo de esquema de respuesta de señales 130, un analizador estadístico 132, así como otros componentes tales como el componente temporizador 134.

35 En algunos aspectos, la verificación de una distancia entre los dispositivos 102 y 104 puede implicar la determinación de si la distancia es permisible o es válida. Como un ejemplo del primer escenario, el verificador de la distancia 128 puede verificar que la distancia está dentro de un intervalo definido que se considera aceptable para la realización de una operación u operaciones asociadas. Como un ejemplo de este último escenario, el verificador de la distancia 128 puede determinar si la información que está siendo utilizada para comprobar la distancia ha sido comprometida de alguna manera o es poco fiable por alguna otra razón.

40 En algunos aspectos, la verificación una distancia entre los dispositivos 102 y 104 puede implicar el procesamiento de la señal recibida procesada para obtener información relativa a esta distancia. Por ejemplo, el verificador de la distancia 128 puede determinar si la señal procesada fue recibida por el dispositivo 102 dentro de un intervalo de tiempo definido después de la transmisión de la señal de medición en el bloque 206. En este caso, como que los tiempos de propagación de las señales son efectivamente conocidos, y se hace una suposición sobre el tiempo de respuesta del dispositivo 104, este tiempo de ida y vuelta se puede utilizar para verificar que los dispositivos 102 y 104 se encuentran dentro de un intervalo determinado. Alternativamente, el verificador de la distancia puede utilizar la información del tiempo de ida y vuelta para calcular una estimación (por ejemplo, teniendo en cuenta el tiempo de respuesta) de la distancia real entre el dispositivo 102 y 104.

45 En algunos aspectos, la verificación de una distancia entre los dispositivos 102 y 104 puede implicar verificar la exactitud de una distancia determinada previamente. Aquí, el distancia entre los dispositivos 102 y 104 puede

determinarse de alguna manera (por ejemplo, tal como se ha descrito anteriormente en relación con el bloque 202). Las operaciones de bloque 212 pueden entonces ser utilizadas para verificar esta distancia. Por ejemplo, las operaciones del bloque 212 pueden ser utilizadas para determinar un límite superior en el que la distancia determinada debe caer para una verificación adecuada. En otras palabras, la distancia determinada se verifica si la distancia determinada cae por debajo de ese límite superior.

Tal como se representa mediante el bloque 214, en el caso de que el dispositivo de medición verifique que la distancia entre dos dispositivos es válida o está dentro de un intervalo permitido (por ejemplo, que una determinada distancia es precisa), el dispositivo de medición puede tomar una o más acciones basadas en la distancia verificada. Por ejemplo, una o más de las operaciones puede activarse (por ejemplo, invocarse), desactivarse (por ejemplo, terminarse), o realizarse (por ejemplo, modificada en la funcionalidad) basado en la distancia. Para este fin, el dispositivo 102 de la figura 1 puede incluir un componente de procesador de operaciones 136 que está adaptado para realizar una o más operaciones basadas en, por ejemplo, si el dispositivo de respuesta está dentro de un intervalo dado del dispositivo de medición. Si se cumple esta condición, el dispositivo de medición puede realizar diversas tareas que incluyen, por ejemplo, autenticar el dispositivo de respuesta al dispositivo de medición o realizar una o más operaciones para permitir que el dispositivo de respuesta acceda a ciertos servicios proporcionados por el dispositivo de medición. Estos servicios pueden incluir, por ejemplo, la conexión a una red, el acceso a un servicio de pago por visión, una transacción financiera, y el acceso a multimedia. Aquí, multimedia puede incluir, por ejemplo, al menos uno del grupo que consiste en datos, audio, video e imágenes.

Se debe apreciar que las operaciones de la figura 2 no son sino una muestra de las operaciones que pueden realizarse de acuerdo con las presentes enseñanzas. Por ejemplo, un dispositivo de medición puede utilizar una variedad de técnicas para realizar las operaciones de determinación de la distancia. Además, diversas técnicas se pueden emplear para verificar una o más distancias. Además, un dispositivo de medición puede emplear diversas formas de señalización. Por ejemplo, diferentes tipos de esquemas de modulación pueden ser empleados en el caso de que las señales se modulen. Además, la señalización puede representar diferentes tipos de información. Respecto a las operaciones del dispositivo de respuesta, diversos tipos de funciones conocidas pueden ser empleadas para operar sobre las señales recibidas y las funciones pueden adaptarse para utilizar secuencias conocidas u otra información que tiene una variedad de formas. Además, el dispositivo de medición puede utilizar una variedad de técnicas para verificar que una señal apropiada se recibió desde el dispositivo de respuesta.

Detalles adicionales de un ejemplo de una operación de verificación de la distancia que emplea un esquema de intercambio de mensajes de dos vías se describirá en relación con los diagramas de flujo de las figuras 5 y 6. La figura 5 se refiere a las operaciones que se pueden realizar, por ejemplo, mediante un primer dispositivo, tal como el dispositivo 102. La figura 6 se refiere a operaciones que pueden realizarse, por ejemplo, mediante un segundo dispositivo, tal como el dispositivo 104. Tal como se señaló anteriormente, se debe apreciar que los ejemplos de las figuras 5 y 6 se proporcionan para fines de ilustración y que las presentes enseñanzas pueden ser empleadas en otros tipos de sistemas que utilizan diferentes combinaciones de componentes y operaciones.

En algunos aspectos, una operación de verificación de la distancia puede emplear uno o más parámetros definidos. Por ejemplo, un tiempo de respuesta puede definirse en relación con una cantidad máxima de tiempo dentro del cual el segundo dispositivo (por ejemplo, un dispositivo de respuesta) debe responder a una señal que fue recibida desde el primer dispositivo (por ejemplo, un dispositivo de medición). Mediante el uso de dicho sistema de temporización, el primer dispositivo puede protegerse eficazmente de cualquier intento por parte del segundo dispositivo o algún otro dispositivo para comprometer una operación de determinación de la distancia que se basa en un intercambio de mensajes entre el primer y segundo dispositivos. Por ejemplo, el primer dispositivo puede calcular un tiempo de ida y vuelta o un tiempo de ida entre el primer y segundo dispositivos mediante la transmisión de una señal de medición al segundo dispositivo y teniendo el segundo dispositivo que transmitir una señal de respuesta que indica el tiempo de respuesta del segundo dispositivo. Aquí, el tiempo de respuesta del segundo dispositivo se refiere al período de tiempo desde el momento en el que el segundo dispositivo recibe la señal de medición y el tiempo en el que el segundo dispositivo transmite la señal de respuesta.

Suponiendo que el segundo dispositivo informa de un tiempo de respuesta correcto, el primer dispositivo puede calcular el tiempo de propagación de la señal real entre el primer y segundo dispositivos, restando el tiempo de respuesta del total del tiempo de ida y vuelta. Aquí, el tiempo total de ida y vuelta puede ser la cantidad de tiempo que ha transcurrido desde el momento en el primer dispositivo transmite la señal de medición y el tiempo en que se recibió la señal de respuesta. Sin embargo, en el caso de que el segundo dispositivo no informe de un tiempo de respuesta correcto, cualquier determinación relacionada con la distancia sobre la base de este tiempo de respuesta puede ser inexacta.

Tal como se describirá en más detalle más adelante, mediante el uso de un tiempo de respuesta definido para el segundo dispositivo, una determinación de la distancia sustancialmente exacta puede hacerse incluso si el segundo dispositivo informa de un tiempo de respuesta falso. Por ejemplo, el tiempo de respuesta definido puede ser definido para estar dentro de un margen de error aceptable para un determinado intervalo de distancias medidas. En consecuencia, cualquier intento por parte del segundo dispositivo de informar de un período de tiempo de respuesta falso puede tener poco efecto en la distancia determinada. Por otra parte, el primer dispositivo puede rechazar (por ejemplo, ignorar) cualquier tiempo de respuesta informado que exceda del tiempo de respuesta definido. Como un

ejemplo, un período de tiempo de 1 nanosegundo aproximadamente puede equipararse a una distancia de propagación de la señal en el orden de 1 pie. Por lo tanto, si el tiempo de respuesta definido se define como 1 nanosegundo, cualquier intento del segundo dispositivo para falsificar su tiempo de respuesta causará, a lo sumo, un error en la orden de 30,48 centímetros en la distancia determinada. Aquí, cualquier tiempo de respuesta superior a un nanosegundo al reportado puede ser ignorado por el primer dispositivo. Para mayor seguridad, el tiempo de respuesta supuesto puede ser definido como de cero segundos para garantizar que el dispositivo que está siendo autenticado (por ejemplo, el segundo dispositivo) está dentro de un intervalo prescrito. Aquí, como que el tiempo de respuesta real será distinto de cero, el segundo dispositivo en realidad estará más cerca que el intervalo prescrito.

Además, en el caso de que el tiempo de respuesta proporcionado por el segundo dispositivo no sea de confianza, el primer dispositivo simplemente puede utilizar el tiempo total medido de ida y vuelta y un tiempo de respuesta supuesto para determinar la distancia entre el primer y segundo dispositivos. En otras palabras, el primer dispositivo no necesita basarse en la información de entrega proporcionada por el segundo dispositivo. Esta implementación puede emplearse cuando cualquier error asociado al uso de un tiempo de respuesta supuesto (en oposición al tiempo de inversión real) está dentro de un intervalo aceptable de tolerancia. Como un ejemplo, un período de tiempo de 10 nanosegundos puede equipararse aproximadamente a una distancia de propagación de la señal del orden de 10 pies. Por lo tanto, suponiendo que el tiempo de respuesta es de 5 nanosegundos cuando el período de tiempo de respuesta definido es de 10 nanosegundos, el error asociado con la medición de la distancia será como máximo del orden de cinco pies.

En algunos aspectos, el primer dispositivo puede usar el tiempo de respuesta definido para verificar una distancia determinada entre los dispositivos que se proporciona de alguna otra forma (por ejemplo, mediante algún otro mecanismo de medición). Por ejemplo, una indicación secundaria de la distancia entre el primer y segundo dispositivos puede obtenerse mediante la determinación de si el tiempo de ida y vuelta total medido es, dentro de un grado de tolerancia, menor o igual al tiempo de ida y vuelta verdadero esperado más el tiempo de respuesta definido (o el tiempo de respuesta informado si es de confianza). Aquí, el tiempo de ida y vuelta verdadero esperado corresponde a la distancia inicial determinada entre los dispositivos (por ejemplo, determinada por algún otro mecanismo de medición). Tal como se describió anteriormente, alguna medida de error puede estar asociada con el uso del tiempo de respuesta definido en el caso de que el tiempo de respuesta proporcionado por el segundo dispositivo no sea de confianza. Así, la distancia inicial determinada puede verificarse si la indicación secundaria de la distancia no excede de la distancia inicial determinada en una cierta cantidad umbral.

Varios valores pueden ser asignados a los períodos de tiempo definidos descritos anteriormente. En algunos aspectos, el valor de un período de tiempo definido puede relacionarse con un intervalo de distancias asociadas con una distancia prevista entre el primer y segundo dispositivos. Por ejemplo, si los dispositivos funcionan en una red de área corporal que tiene un intervalo del orden de 10 metros, el tiempo total de ida y vuelta puede ser del orden de un tiempo de propagación típico asociado con ese intervalo (por ejemplo, del orden de 30 nanosegundos). De manera similar, si los dispositivos operan en una red de área personal que tiene un intervalo del orden de 30 metros, el tiempo total de ida y vuelta puede estar relacionado con ese intervalo (por ejemplo, del orden de 100 nanosegundos). Se debe apreciar que otros tiempos de ida y vuelta pueden estar definidos por otras redes y/o pueden basarse en otros criterios.

El tiempo de respuesta puede definirse de una manera similar. Por ejemplo, si los dispositivos funcionan en una red de área corporal que tiene un intervalo del orden de 10 metros, un tiempo de respuesta aceptable puede relacionarse con el tiempo de propagación típico asociado con ese intervalo (por ejemplo, menos de 30 nanosegundos). Además, el tiempo de respuesta puede relacionarse con algún error de distancia aceptable dentro de ese intervalo. Por ejemplo, si el error de distancia aceptable es de un metro (por ejemplo, 10% de error), el tiempo de respuesta puede definirse para ser del orden de 2 ó 3 nanosegundos. De manera similar, si los dispositivos operan en una red de área personal que tiene un intervalo del orden de 30 metros de altura, el tiempo de respuesta puede estar relacionado con ese intervalo (por ejemplo, menos de 100 nanosegundos, o 10 nanosegundos): Se debe apreciar que otros tiempos de respuesta pueden definirse por otras redes y/o pueden basarse en otros criterios.

En algunos aspectos, puede definirse un esquema de respuesta de la señal mediante el cual el régimen de respuesta de la señal será utilizado por el segundo dispositivo para operar sobre la información recibida desde el primer dispositivo. Por ejemplo, el esquema de respuesta de la señal puede referirse a la aplicación de una función conocida a la información recibida. La información (por ejemplo, una secuencia) que se utiliza en conjunción con el esquema de respuesta de la señal también se puede definir. En algunos aspectos, esta información se puede definir para generarse de forma aleatoria, pseudo-aleatoria, determinista. En algunos aspectos, la información puede definirse en base a una o más claves criptográficas. Por ejemplo, la información puede ser una función de una o más claves criptográficas conocidas (por ejemplo, mantenidas por) el primer dispositivo, el segundo dispositivo, o ambos.

Tal como se describirá con más detalle más adelante, mediante el uso de un esquema de señal de respuesta conocido, el primer dispositivo puede verificar que el segundo dispositivo operada correctamente sobre la información recibida desde el primer dispositivo. Por ejemplo, el segundo dispositivo podría intentar comprometer la distancia para determinar el funcionamiento del primer dispositivo mediante la transmisión de una señal de respuesta falsa al primer dispositivo en un punto anterior en el tiempo. Aquí, como la señal de respuesta falsa sería



recibida antes que una señal de respuesta genuina, el primer dispositivo podría ser engañado para determinar que el segundo dispositivo está más cerca del primer dispositivo de lo que realmente está.

5 El uso de un esquema de señal de respuesta conocida, sin embargo, puede hacer que sea más difícil para el segundo dispositivo falsificar la señal de respuesta. Por ejemplo, la información (por ejemplo, una secuencia) transmitida desde el primer dispositivo al segundo dispositivo puede no ser conocida por el segundo dispositivo. Para comprometer la operación de determinación de la distancia, sin embargo, un segundo dispositivo debe transmitir una señal de respuesta falsa en un punto en el tiempo que es anterior al punto en el tiempo en el que el segundo dispositivo podría transmitir una señal de respuesta genuina. En consecuencia, para falsificar la señal de respuesta, el segundo dispositivo tendría que adivinar correctamente el contenido de la información transmitida por el primer dispositivo. En consecuencia, se pueden hacer previsiones para transmitir la información que sea más difícil de falsificar y se pueden hacer previsiones para determinar si el segundo dispositivo está tratando de falsificar esta información. Estas y otras operaciones se describirán ahora con más detalle en conjunción con las operaciones de muestra de las figuras 5 y 6.

15 Tal como se representa mediante el bloque 502 en la figura 5 y el bloque 602 en la figura 6, el primer y segundo dispositivos pueden obtener los parámetros definidos anteriormente u otros parámetros de alguna manera adecuada. En algunas implementaciones, estos parámetros se pueden proporcionar al primer dispositivo y/o al segundo dispositivo (por ejemplo, mediante otro dispositivo). En algunas implementaciones, estos parámetros pueden ser generados mediante uno o más del primer y segundo dispositivos. Por ejemplo, el primer dispositivo puede definir (por ejemplo, seleccionar) los parámetros y proporcionar los parámetros al segundo dispositivo. En algunas implementaciones, estos parámetros pueden programarse en el primer y segundo dispositivos de una manera relativamente estática (por ejemplo, cuando el primer y segundo dispositivos son fabricados o llevados inicialmente en servicio).

25 Con referencia ahora a las operaciones de la figura 5, en el bloque 504 la distancia entre el primer y segundo dispositivos opcionalmente puede determinarse usando un esquema apropiado que oscila tal como se describió anteriormente. Varias técnicas se pueden emplear para medir la distancia incluyendo, por ejemplo, el tiempo de llegada de las mediciones, que varían en dos vías, técnicas de intercambio de mensajes de dos vías y las mediciones de potencia recibidas. En el ejemplo de la figura 1, el determinador de la distancia 108 puede emplear los circuitos correspondientes (por ejemplo, un circuito de láser, óptica, un circuito de medición de la potencia de la señal, circuitos de RF, y circuitos de procesamiento de señales asociados) para medir la distancia utilizando una o más de estas técnicas. En algunas implementaciones, uno o más componentes para determinar la distancia pueden implementarse en un dispositivo de comunicación inalámbrica (por ejemplo, el transceptor 140). Por ejemplo, una implementación que utiliza señales de RF para determinar la distancia puede utilizar el transceptor 140 para recibir y/o transmitir señales relacionadas con la medición (por ejemplo, impulsos de banda ultra-ancha).

35 Tal como se representa mediante el bloque 506, en algunos aspectos, una determinación puede realizarse de si la distancia determinada en el bloque 504 se encuentra dentro de un intervalo aceptable. Por ejemplo, el propósito de la operación de determinación de la distancia puede ser el de determinar si alguna acción se debe tomar en base a si el segundo dispositivo está lo suficientemente cerca del primer dispositivo. En este caso, si la distancia determinada no se encuentra dentro de un intervalo aceptable, puede que no haya necesidad de verificar (por ejemplo, autenticar) la distancia determinada, ya que la acción en cuestión no se puede realizar de todos modos. Para este fin, el determinador de la distancia 108 de la figura 1 puede incluir un comparador 138 que compara la distancia determinada con uno o más valores de umbral que pueden mantenerse en el dispositivo 102 (por ejemplo, almacenados en una memoria de datos). El determinador de la distancia 108 puede así proporcionar una indicación de si la distancia determinada es mayor que una distancia umbral, a menor que una distancia umbral, igual que una distancia umbral, o con uno o más intervalos de distancias definidos por dos o más distancias umbrales. En el caso de que la distancia determinada esté dentro de un intervalo de valores deseado (por ejemplo, menos de un umbral, etc.), el primer dispositivo puede comenzar las operaciones para verificar la distancia determinada.

50 Tal como se representa mediante el bloque 508, el primer dispositivo genera un primer conjunto de por lo menos una primera señal que se utiliza para verificar la distancia entre los dispositivos. En general, el conjunto de señales representa algún tipo de información que puede ser utilizada para verificar que el segundo dispositivo ha procesado este conjunto de señales. Para este fin, el conjunto de señales puede comprender una sola señal, varias señales, un grupo de señales, una secuencia de señales, o alguna otra combinación de señales.

55 En algunos aspectos, el conjunto de señales puede definirse de una manera que hace que sea más difícil para el segundo dispositivo adivinar la información representada por el conjunto de señales. Por ejemplo, el conjunto de señales puede generarse de una manera determinista que no es conocida por el segundo dispositivo. Alternativamente, el conjunto de señales puede generarse de manera aleatoria o pseudoaleatoria. Así, en algunos aspectos, el conjunto de señales puede estar basado en, o comprende, una secuencia aleatoria, una secuencia pseudoaleatoria, o una secuencia determinista.

60 En algunos aspectos, el conjunto de señales puede modularse de alguna manera. Por ejemplo, el primer dispositivo puede variar una o más características asociadas con el conjunto de señales incluyendo, por ejemplo, el tiempo, la frecuencia, la fase y la amplitud. Tal como se describió anteriormente, estas características pueden variar de una

manera aleatoria, de forma pseudoaleatoria, o de una manera determinista.

5 Varios esquemas de modulación se pueden emplear para proporcionar un conjunto de señales moduladas. Por ejemplo, en algunos aspectos, un esquema de modulación puede emplear teclas de desplazamiento de fase, teclas de encendido/apagado, tecla de cambio de frecuencia, o teclas de desplazamiento de tiempo. Así, una señal de entrada dada (por ejemplo, una corriente de pulsos de banda ultra ancha) se puede modular usando uno de estos esquemas basados en, por ejemplo, una secuencia aleatoria, pseudoaleatoria, o determinista, u otra información.

10 El primer dispositivo incluye diversos componentes para poner en práctica estas y otras operaciones asociadas con la generación del conjunto de señales. Haciendo referencia al ejemplo de la figura 1, el generador de secuencias 112 del dispositivo 102 se puede adaptar para generar una secuencia aleatoria, una secuencia pseudoaleatoria, o una secuencia determinista. Además, el generador de señales 110 se puede adaptar para generar inicialmente el conjunto de señales. El generador de señales 110 también puede incluir un modulador 142 adaptado para modular una o más señales para generar el conjunto de señales.

15 Con referencia de nuevo a la figura 5, tal como se representa mediante el bloque 510, el primer dispositivo transmite el primer conjunto de al menos una primera señal (es decir, el primer conjunto de señales) al segundo dispositivo. En el ejemplo de la figura 1, el transmisor 114 transmite el primer conjunto de señales sobre el enlace inalámbrico 106. En algunos aspectos, el primer dispositivo mantiene un registro de la cantidad de tiempo que transcurre entre la transmisión del primer conjunto de por lo menos una primera señal y la recepción de una señal de respuesta desde el segundo dispositivo (por ejemplo, tiempo de ida y vuelta total de la señal). En el ejemplo de la figura 1, el componente temporizador 134 se puede adaptar para iniciar una operación de temporización bajo la transmisión del primer conjunto de señales.

20 Con referencia ahora a las operaciones de muestra del segundo dispositivo representado en la figura 6, en el bloque 604 el segundo dispositivo recibe el primer conjunto de por lo menos una primera señal (es decir, el primer conjunto de señales) desde el primer dispositivo. En el ejemplo de la figura 1, el primer conjunto de señales se recibe a través del receptor 120. Tal como se describió anteriormente, la señal recibida puede modularse y puede referirse a una secuencia o algún otro tipo de información.

25 En algunos aspectos, el segundo dispositivo puede ser necesario para transmitir una señal de respuesta dentro de un período de tiempo de respuesta definido después de la recepción del primer conjunto de señales. Por ejemplo, en el caso de que el segundo dispositivo no transmita una señal de respuesta en el tiempo de respuesta definido, el primer dispositivo puede terminar o ignorar los resultados de cualesquiera operaciones de determinación de la distancia relacionadas con las asociadas con la señal de respuesta. En consecuencia, el segundo dispositivo puede estar configurado para realizar sus funciones de una manera que intenta asegurar que se cumple el período de tiempo de respuesta definido. Por ejemplo, otras operaciones (por ejemplo, transmisiones) del segundo dispositivo pueden ser suspendidas hasta que se envía la señal de respuesta. Para este fin, tal como se representa por el bloque 606, el segundo dispositivo puede definir el tiempo de recepción de la señal establecido en el bloque 604 como una primera vez. Por ejemplo, la recepción de una señal especificada desde el primer conjunto de señales puede definirse como una primera vez (por ejemplo, primer punto en el tiempo). El segundo dispositivo puede entonces utilizar esta primera vez para determinar una segunda vez cuando la señal de respuesta necesita ser transmitida. Por ejemplo, la transmisión de una señal especificada desde un segundo conjunto de señales puede definirse como una segunda vez (por ejemplo, segundo punto en el tiempo). En el ejemplo de la figura 1, el componente del temporizador 126 puede proporcionar una funcionalidad relacionada con estas y cualesquiera otras operaciones de temporización.

30 Tal como se representa mediante el bloque 608, el segundo dispositivo genera la señal de respuesta en la forma de un segundo conjunto de al menos una segunda señal. Este segundo conjunto de señales puede comprender una sola señal, varias señales, un grupo de señales, una secuencia de señales, o alguna otra combinación de señales. En el ejemplo de la figura 1, el segundo conjunto de señales se genera mediante el generador de señales 124.

35 En algunos aspectos, el segundo dispositivo genera el segundo conjunto de señales mediante la aplicación de una función a los datos representados por el primer conjunto de señales de acuerdo con un esquema de respuesta de la señal que se conoce para el primer y segundo dispositivos. Por ejemplo, el segundo dispositivo 104 en la figura 1 de puede procesar (por ejemplo, demodular) el primer conjunto de señales para obtener la información (por ejemplo, la secuencia) generada por el primer dispositivo 102. El generador de señales 124 puede entonces operar sobre la información derivada para generar el segundo conjunto de señales basada en el esquema de respuesta de la señal. Tal como se describirá en más detalle más adelante, el uso de una función conocida para generar el segundo conjunto de señales proporciona un mecanismo para el primer dispositivo para, bajo el análisis del segundo conjunto de señales, verificar que el segundo dispositivo operó en el primer conjunto de señales.

40 El esquema de respuesta de la señal y la función asociada pueden adoptar cualquier forma adecuada para lograr estos y otros objetivos similares. Por ejemplo, en algunos aspectos, la función implica alterar (por ejemplo, determinar) si una señal o no (por ejemplo, un pulso) se va a transmitir. En algunos aspectos, la función consiste en alterar una fase de una señal de una manera conocida. En el ejemplo de la figura 1, un módulo de esquema de respuesta de la señal 144 puede proporcionar una funcionalidad para procesar el primer conjunto de señales para

generar el segundo conjunto de señales.

5 En algunos aspectos, un esquema de respuesta de la señal puede implicar operar sobre información, además del primer conjunto de señales. Esta información puede incluir, por ejemplo, una secuencia definida, un conjunto conocido de ajustes de fase, o alguna otra información adecuada que se conoce en el primer y segundo dispositivos. Esta información (por ejemplo, una secuencia definida 146) puede almacenarse en una memoria de datos.

10 En algunos aspectos, el módulo de esquema de respuesta de la señal 144 puede comprender un módulo de función 148 adaptado para funcionar en el primer conjunto de señales (por ejemplo, en los datos representados por el primer conjunto de señales) y la información que se conoce en el primer y segundo dispositivos para generar el segundo conjunto de señales. En algunos aspectos, la función proporcionada por el módulo de función 148 puede comprender una operación XOR (por ejemplo, tal como se describe en conjunción con la figura 4). Se debe apreciar, sin embargo, que el módulo de función 148 puede implementar otros tipos de funciones.

15 Tal como se representa mediante el bloque 610, el segundo dispositivo transmite el segundo conjunto de señales al primer dispositivo. Por ejemplo, el generador de señales 124 puede generar un conjunto de señales (por ejemplo, una o más señales) que se modulan de acuerdo con los resultados del esquema de respuesta de la señal. El transmisor 122 transmite entonces el conjunto de señales moduladas en el enlace de comunicación 106.

20 Tal como se describió anteriormente, el segundo dispositivo puede transmitir el segundo conjunto de señales en un segundo tiempo que está dentro de un período de tiempo definido después de la primera vez (por ejemplo, dentro del tiempo de retorno definido). Como un ejemplo, si el período de tiempo definido es de 10 microsegundos, la segunda vez puede ser cualquier punto en el tiempo después de la primera vez hasta, pero sin exceder, 10 microsegundos después de la primera vez. Así, el segundo dispositivo puede transmitir la segunda señal 2 nanosegundos después de la primera vez, 10 nanosegundos después de la primera vez, 1 microsegundo después de la primera vez, y así sucesivamente.

25 Con referencia de nuevo a la figura 5, el primer dispositivo recibe el segundo conjunto de señales en el bloque 512. En el ejemplo de la figura 1, el segundo conjunto de señales puede recibirse en el receptor 116 a través del enlace de comunicación 106.

30 Tal como se representa mediante el bloque 514, el primer dispositivo (por ejemplo, el verificador de distancia 128 de la figura 1) verifica la distancia entre los dispositivos basados en características del primer conjunto de señales y el segundo conjunto de señales. Aquí, la verificación de la distancia puede implicar una variedad de operaciones. Por ejemplo, la verificación puede estar relacionada con la verificación de la distancia real, verificando que la distancia está dentro de un determinado intervalo de valores de distancias potenciales, verificando si la distancia es consistente con otra indicación relacionada con la distancia, o verificando otros aspectos relacionados con una o más operaciones de determinación de la distancia. En algunos aspectos, la verificación de una distancia se refiere al procesamiento de señales para generar una indicación relativa a la distancia entre el primer y segundo dispositivos, y al uso de la indicación para corroborar (por ejemplo, verificar la exactitud de) una distancia determinada. En algunos aspectos, esta operación se refiere al procesamiento de las señales recibidas (por ejemplo, recibidas en conjunción con una operación relacionada con la determinación de la distancia) en un intento de comprobar que las señales recibidas se procesaron correctamente mediante el segundo dispositivo, en lugar de ser el resultado de un intento mediante el segundo dispositivo de falsificar su distancia desde el primer dispositivo. Varios aspectos de estas operaciones determinadas de verificación de la distancia se describirán en relación con los bloques 516 y 518.

40 Tal como se representa mediante el bloque 516, el segundo dispositivo determina si el segundo conjunto de señales es recibido con un período de tiempo definido después de la transmisión del primer conjunto de señales. En el ejemplo de la figura 1, el verificador de la distancia 128 puede cooperar con el temporizador 134 para determinar la cantidad de tiempo que transcurre entre la transmisión del primer conjunto de señales y la recepción del segundo conjunto de señales (por ejemplo, el tiempo total de ida y vuelta medido).

45 En algunos aspectos, el período de tiempo definido del bloque 516 puede comprender un período de tiempo asociado con una distancia máxima aceptable entre el primer y segundo dispositivos. Aquí, si el tiempo total de ida y vuelta medido es superior al período de tiempo definido, el segundo dispositivo se puede considerar que está demasiado lejos del primer dispositivo. En contraste, si el tiempo total de ida y vuelta medido se encuentra dentro del período de tiempo definido, el primer y segundo dispositivos pueden considerarse con un intervalo aceptable entre sí.

50 Alternativamente, en algunos aspectos, el período de tiempo definido en el bloque 516 puede estar asociado con una distancia previamente determinada. Por ejemplo, el período de tiempo definido puede ser un período de tiempo que se esperaba para el tiempo total de ida y vuelta en vista de la distancia previamente determinada. En este caso, si el tiempo total de ida y vuelta medido supera el período de tiempo definido (por ejemplo, incluyendo algún intervalo de tolerancia), el primer dispositivo puede determinar que la distancia (por ejemplo, una distancia determinada previamente) no está verificada. En contraste, en el caso de el tiempo total de ida y vuelta medido esté dentro (menor o igual a) del período de tiempo definido, el primer dispositivo puede determinar que la distancia está verificada.

Sobre la base de la(s) determinación(es) anterior(es), cualquiera de las operaciones que iban a realizarse sobre la base de una distancia aceptable entre el primer y segundo dispositivos puede verse afectada de una manera apropiada. Por ejemplo, una operación puede ser o puede no invocarse, una operación puede ser o puede no terminarse, o una operación puede verse afectada de alguna otra manera.

5 Tal como se representa mediante el bloque 518, el primer dispositivo puede determinar si el segundo conjunto de señales corresponde a un resultado esperado de un esquema de respuesta de señal definido que se aplica al primer conjunto de señales, y opcionalmente a una secuencia definida. Para este fin, el dispositivo 102 de la figura 1 puede incluir un módulo de esquema de señal de respuesta 130 que puede realizar operaciones similares en el módulo de esquema de señal de respuesta 144 del dispositivo 104. En algunos aspectos, las operaciones del bloque 518 se refieren a la verificación que el segundo dispositivo realizó en el primer conjunto de señales en el bloque 608 descrito anteriormente. Para este fin, el primer dispositivo (por ejemplo, un módulo de función 150) puede aplicar la función conocida al primer conjunto de señales y la información conocida, tal como una secuencia 152 definida (por ejemplo, almacenada en una memoria de datos). El módulo de esquema de respuesta de la señal 130 puede comparar entonces los resultados de esta operación con el segundo conjunto de señales. Basado en los resultados de esta comparación, puede hacerse una determinación si el segundo dispositivo ha realizado la operación correcta o si el segundo dispositivo se ha falseado (por ejemplo, intento de adivinar) el resultado esperado en un intento de comprometer la operación de determinación de la distancia del primer dispositivo.

Además, dado que los conjuntos de señales pueden transmitirse a través de un medio de comunicación relativamente ruidoso o con pérdidas (por ejemplo, el enlace 106), se pueden hacer previsiones para analizar el segundo conjunto de señales recibidas de una manera que tiene en cuenta posibles errores en la señal recibida causados por el medio de comunicación. Por ejemplo, el segundo dispositivo puede transmitir una secuencia (por ejemplo, en base a una secuencia del primer dispositivo) que es suficientemente larga para permitir que el primer dispositivo analice correctamente la secuencia recibida, incluso si hay errores en la secuencia recibida.

En algunos aspectos, el primer dispositivo puede analizar la información recibida para determinar si el segundo dispositivo en realidad operaba sobre la información enviada por el primer dispositivo o adivinaba aleatoriamente la información enviada por el primer dispositivo. Por ejemplo, este proceso puede implicar la realización de una prueba de hipótesis estadística entre el resultado esperado de la función y la información realmente recibida desde el segundo dispositivo (por ejemplo, los datos derivados del segundo conjunto de señales). El primer dispositivo puede entonces generar un intervalo de confianza relacionado con la probabilidad de si el segundo dispositivo realmente procesó la información o hizo una conjetura.

En algunos aspectos, el primer dispositivo puede emplear análisis estadístico (por ejemplo, a través del analizador estadístico 132) para determinar si la información recibida es estadísticamente correcta. Este proceso puede implicar, por ejemplo, decidir entre una hipótesis de que el segundo dispositivo en realidad operaba sobre la información enviada por el primer dispositivo y la hipótesis de que el segundo dispositivo adivinaba aleatoriamente la información enviada por el primer dispositivo. Por ejemplo, el analizador estadístico 132 puede generar secuencias binomiales relativas a estas hipótesis y comparar las hipótesis con uno o más umbrales. En algunas implementaciones, el analizador estadístico 132 emplea una prueba estadística entre un proceso aleatorio de Bernoulli (0,5) y un proceso aleatorio con una probabilidad menor del 0,5 sobre la base de los índices de error del canal (por ejemplo, el enlace de comunicación inalámbrica). Mediante el uso de estas u otras técnicas, el analizador estadístico 132 puede hacer una determinación de si el número de bits recibidos correctamente es mayor que un umbral.

El primer dispositivo tomará la acción apropiada basada en los resultados de la verificación del segundo conjunto de señales. Por ejemplo, si se determina que el segundo dispositivo adivinó, la operación de determinación de la distancia actual puede ser abortada y comenzada una nueva operación de determinación de la distancia. Además, tal como se ha descrito anteriormente, una o más operaciones basadas en las distancias (por ejemplo, asociadas con el procesador de operaciones 136) pueden ser o puede no ser invocadas, pueden ser o pueden no ser terminadas, o pueden verse afectadas de alguna otra manera, dependiendo de los resultados de la verificación.

Con lo anterior en mente, se tratará brevemente una operación de verificación de medición de muestra que se puede emplear en un sistema tal como un sistema basado en impulso (por ejemplo, un sistema de banda ultra ancha). En esencia, esta operación implica un primer nodo que realiza un procedimiento de medición tradicional con un segundo nodo para determinar una distancia  $D$  entre los dos dispositivos. El nodo primero verifica entonces la distancia al segundo nodo requiriendo que el segundo nodo realice acciones que sólo podrían hacerse si el segundo nodo está como máximo a una distancia  $D$  desde el primer nodo. Inicialmente, en un intervalo dado (por ejemplo,  $X$  nanosegundos), el primer nodo determina de manera aleatoria si se debe transmitir un pulso sobre un medio de comunicación dado. Al mismo tiempo, el segundo nodo escanea el medio de comunicación para determinar si ha recibido un pulso desde el primer nodo. En el caso de que el segundo nodo haya recibido un pulso, el segundo nodo transmite un pulso al primer nodo dentro de un período de tiempo definido (por ejemplo,  $T$  nanosegundos). En el caso de que el segundo nodo no haya recibido un pulso, el segundo dispositivo no transmite un pulso al primer nodo. En algunas implementaciones, el segundo nodo puede codificar los pulsos recibidos de acuerdo con una secuencia pseudo-aleatoria o basada en otros criterios. Por ejemplo, dependiendo del valor actual de la secuencia, el segundo nodo puede o puede no transmitir un pulso en respuesta a un pulso recibido, o el segundo nodo puede o

puede no transmitir un pulso cuando no recibe un pulso.

El primer nodo también escanea el canal para determinar si ha recibido algún pulso desde el segundo nodo. Si es así, el primer nodo mide el retardo entre el momento en el que el primer nodo transmite un pulso y el momento en el que el primer nodo recibió el pulso desde el segundo nodo. Además, el primer nodo mide una correlación entre los pulsos transmitidos y los pulsos recibidos. El primer nodo puede entonces generar una estimación conservadora de la distancia entre los dos nodos tomando el retardo medido y dividiendo por que la velocidad de la luz. El primer dispositivo compara entonces la correlación con un intervalo de confianza en un intento de determinar si el segundo nodo realmente procesó el patrón que el primer nodo transmitió o si el nodo segundo intentó adivinar al azar el patrón. En algunos aspectos, el acuerdo del número, en un primer orden, puede ser sustancialmente mayor del 50%. En el caso de pasar la comprobación de la correlación, el primer nodo puede verificar que el segundo nodo está dentro de distancia D del primer nodo.

Las enseñanzas de este documento pueden incorporarse en (por ejemplo, implementadas dentro o realizadas por) varios tipos de dispositivos. Por ejemplo, uno o más aspectos aquí enseñados pueden incorporarse en un teléfono (por ejemplo, un teléfono celular), un asistente de datos personales ("PDA"), un dispositivo de entretenimiento (por ejemplo, un dispositivo de música o de vídeo), unos auriculares (por ejemplo, cascos, un auricular, etc.), un micrófono, un dispositivo médico (por ejemplo, un sensor biométrico, un monitor de ritmo cardíaco, un podómetro, un dispositivo de electrocardiogramas, etc.), un dispositivo I/O de usuario (por ejemplo, un reloj, un mando a distancia, un interruptor, un teclado, un ratón, etc.), un monitor de presión de neumáticos, un dispositivo de entretenimiento, un dispositivo de punto de venta, un ordenador, un dispositivo de punto de venta, un audífono, un decodificador, o algún otro dispositivo adecuado con capacidades inalámbricas de señalización. Además, estos dispositivos pueden tener diferentes requisitos de potencia y de datos. En algunos aspectos, las enseñanzas del presente documento pueden adaptarse para su uso en aplicaciones de baja potencia (por ejemplo, mediante el uso de un esquema de pulsos basado en la señalización y modos del ciclo de bajo trabajo) y pueden soportar una variedad de velocidades de datos, incluyendo velocidades de datos relativamente altas (por ejemplo, mediante el uso de pulsos de gran ancho de banda).

Los dispositivos 102 y 104 aquí descritos u otros dispositivos adecuados pueden soportar o utilizar de alguna manera diferentes enlaces de comunicaciones inalámbricas y topologías de redes inalámbricas. Por ejemplo, en algunos aspectos, los dispositivos 102 y 104 pueden comprender o formar parte de una red de área corporal o una red de área personal. Además, en algunos aspectos, los dispositivos 102 y 104 pueden comprender o formar parte de una red de área local o una red de área extensa. Los dispositivos 102 y 104 también puede soportar o utilizar uno o más de una variedad de protocolos de comunicación inalámbrica o estándares que incluyen, por ejemplo, CDMA, WiMAX, Wi-Fi, y otras tecnologías inalámbricas. En consecuencia, los dispositivos 102 y 104 pueden incluir componentes adecuados (por ejemplo, interfaces de aire) para establecer uno o más enlaces de comunicación que utilizan diferentes tecnologías inalámbricas.

Cualquiera de los dispositivos 102 y 104 pueden incluir varios componentes que realizan funciones de bases en las señales transmitidas o recibidas a través del enlace de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, un auricular puede incluir un transductor adaptado para proporcionar una salida audible basada en una señal recibida mediante un receptor. Un reloj puede incluir una pantalla adaptada para proporcionar una salida visual basada en una señal recibida a través de un receptor. Un dispositivo médico puede incluir un sensor adaptado para generar datos detectados para ser transmitidos a través de un transmisor.

En algunos aspectos, los dispositivos 102 y 104 u otros dispositivos adecuados pueden comunicarse a través o formar una red de banda ultra ancha. Por ejemplo, la comunicación se puede lograr mediante el uso de pulsos de banda ultra ancha que tienen una longitud relativamente corta (por ejemplo, del orden de unos pocos nanosegundos en algunas implementaciones) y un ancho de banda relativamente ancho. La señalización ultra ancha de puede ser especialmente adecuada para las operaciones de medición en implementaciones que emplean pulsos relativamente estrechos. En algunos aspectos, cada pulso de banda ultra ancha puede tener un ancho de banda fraccional del orden aproximado del 20% o más y/o un ancho de banda del orden de aproximadamente 500 MHz o más. La red de banda ultra ancha puede adoptar diversas formas que incluyen, por ejemplo, una red de área corporal o una red de área personal.

Los componentes descritos en este documento pueden implementarse en una variedad de formas. Haciendo referencia a la figura 7, en un sistema 700 que incorpora un aparato 702 y un aparato 704, cada aparato se representa como una serie de bloques funcionales interrelacionados que pueden representar las funciones ejecutadas mediante, por ejemplo un procesador, software, alguna combinación de los mismos, o aplicado de otra manera tal como se enseña aquí. Tal como se muestra en la figura 7, el aparato 702 puede incluir uno o más módulos 706, 708, 710, 712, 714, 716 y 718 que pueden realizar una o más de las funciones descritas anteriormente en relación con varias figuras. Además, el aparato 704 puede incluir uno o más módulos 720, 722, 724 y 726 que pueden realizar una o más de las funciones descritas anteriormente en relación con varias figuras. Por ejemplo, un procesador para comparar 706 puede proporcionar una funcionalidad relacionada con la comparación, tal como se enseña aquí y puede corresponder a, por ejemplo, el componente 138 que se describió anteriormente. Un procesador para determinar la distancia 708 puede proporcionar una funcionalidad relacionada con la determinación de la distancia, tal como se enseña aquí y puede corresponder a, por ejemplo, el componente 108 que se describió

anteriormente. Un procesador para variar 710 puede proporcionar una funcionalidad relacionada con la generación y el procesamiento de la señal, tal como se enseña aquí y puede corresponder a, por ejemplo, el componente 110 que se describió anteriormente. Un procesador para generar una secuencia definida 712 puede proporcionar una funcionalidad relacionada con la generación de secuencias, tal como se enseña aquí y puede corresponder, por ejemplo, al componente 112 que se describió anteriormente. Un procesador para transmitir 714 puede proporcionar varias funcionalidades relativas a la transmisión de información a otro dispositivo, tal como se enseña aquí y puede corresponder a, por ejemplo, el componente 114 que se describió anteriormente. Un procesador para recibir 716 puede proporcionar varias funcionalidades relativas a la recepción de información desde otro dispositivo, tal como se enseña aquí y pueden corresponder a, por ejemplo, el componente 116 que se describió anteriormente. Un procesador de determinación 718 puede proporcionar una funcionalidad relacionada con la verificación de la distancia y/o la señal tal como se enseña aquí y puede corresponder a, por ejemplo, el componente 128 que se describió anteriormente. Un procesador para recibir 720 puede proporcionar varias funcionalidades relativas a la recepción de información desde otro dispositivo tal como se enseña aquí y pueden corresponder a, por ejemplo, el componente 120 que se describió anteriormente. Un procesador para transmitir 722 puede proporcionar varias funcionalidades relativas a la información que se transmite a otro dispositivo tal como se enseña aquí y pueden corresponder a, por ejemplo, el componente 122 que se describió anteriormente. Un procesador para generar la(s) señal(es) 724 puede proporcionar una funcionalidad relacionada con la generación de señales tal como se enseña aquí y puede corresponder a, por ejemplo, el componente 124 que se describió anteriormente. Un procesador para generar secuencias definidas 726 puede proporcionar una funcionalidad relacionada con la generación de secuencias tal como se enseña aquí y puede corresponder a, por ejemplo, el componente 124 que se describió anteriormente.

Tal como se indicó anteriormente, la figura 7 ilustra que, en algunos aspectos, estos componentes pueden aplicarse a través de componentes de procesador apropiados. Estos componentes de procesador pueden, en algunos aspectos, ser implementados, al menos en parte, utilizando la estructura tal como se enseña aquí. En algunos aspectos, un procesador puede adaptarse para aplicar una porción o la totalidad de la funcionalidad de uno o más de estos componentes. En algunos aspectos, uno o más de los componentes representados por cajas en líneas de puntos son opcionales.

En algunos aspectos, el aparato 702 o el aparato 704 pueden comprender un circuito integrado. Así, el circuito integrado puede comprender uno o más procesadores que proporcionan la funcionalidad de los componentes de procesador ilustrados en la figura 7. Por ejemplo, en algunos aspectos, un único procesador puede implementar la funcionalidad de los componentes de procesador ilustrados, mientras que en otros aspectos, más de un procesador puede implementar la funcionalidad de los componentes de procesador ilustrados. Además, en algunos aspectos, el circuito integrado puede comprender otros tipos de componentes que implementan algunas o todas las funcionalidades de los componentes de procesador ilustrados.

Además, los componentes y las funciones representadas mediante la figura 7, así como otros componentes y funciones aquí descritas, pueden implementarse utilizando cualesquiera medios adecuados. Estos medios también pueden ser aplicados, al menos en parte, utilizando la estructura correspondiente tal como se enseña aquí. Por ejemplo, en algunos aspectos, los medios para comparar puede comprender un comparador, los medios para determinar la distancia pueden comprender un determinador de distancias, los medios para variar pueden comprender un generador de señales, los medios para generar secuencias definidas pueden comprender un generador de secuencias, los medios para transmitir pueden comprender un transmisor, los medios para recibir pueden comprender un receptor, los medios para determinar puede comprender un verificador de distancias, los medios para generar señal(es) pueden comprender un generador de señales, y los medios para generar secuencias definidas pueden comprender un generador de señales. Uno o más de estos medios también pueden implementarse de acuerdo con uno o más de los componentes de procesador de la figura 7.

Los expertos en la técnica comprenderán que la información y las señales pueden representarse mediante cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos, y chips que pueden ser referenciados a lo largo de la descripción anterior pueden representarse por las tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas, o cualquier combinación de los mismos.

Los expertos apreciarán también que los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos, procesadores, medios, circuitos, y las etapas del algoritmo descritos en relación con los aspectos descritos en este documento pueden implementarse como hardware electrónico (por ejemplo, una implementación digital, una aplicación analógica, o una combinación de las dos, que pueden diseñarse utilizando codificación de la fuente o alguna otra técnica), varias formas de código de programa o diseño que incorporan instrucciones (que pueden ser denominadas aquí, por conveniencia, como "software" o un "módulo de software"), o combinaciones de los mismos. Para ilustrar claramente esta capacidad de intercambio de hardware y software, varios componentes ilustrativos, bloques, módulos, circuitos, y etapas se han descrito anteriormente en general en términos de su funcionalidad. Si dicha funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y de las restricciones de diseño impuestas al sistema global. Los técnicos expertos podrán implementar la funcionalidad descrita de diversas maneras para cada aplicación particular, pero estas decisiones de ejecución no deben interpretarse como que provocar una apartarse del ámbito de la presente divulgación.

5 Los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos, y circuitos descritos en relación con los aspectos aquí descritos pueden implementarse dentro o realizarse mediante un circuito integrado ("IC"), un terminal de acceso, o un punto de acceso. El IC puede comprender un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una matriz de puertas de campo programable (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o transistor lógico, componentes de hardware discretos, componentes eléctricos, componentes ópticos, componentes mecánicos, o cualquier combinación de los mismos diseñados para realizar las funciones aquí descritas, y puede ejecutar códigos o instrucciones que residen dentro del CI, fuera del CI, o ambos. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero  
 10 alternativamente, el procesador puede ser cualquier procesador convencional, controlador, microcontrolador, o máquina de estado. Un procesador también puede ser implementado como una combinación de dispositivos de computación, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en conjunción con un núcleo DSP, o cualquier configuración de este tipo.

15 Se entiende que cualquier orden específico o jerarquía de etapas en cualquier proceso descrito es un ejemplo de un enfoque de muestra. En base a las preferencias de diseño, se entiende que el orden específico o jerarquía de etapas en los procesos pueden reordenarse mientras se permanezca dentro del alcance de la presente descripción. Las reivindicaciones de procedimiento adjuntas presentan elementos de las diversas etapas en un orden de muestra, y no pretenden limitarse al orden específico o jerarquía presentada.

20 Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con los aspectos aquí descritos pueden incorporarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador, o en una combinación de los dos. Un módulo de software (por ejemplo, que incluye instrucciones ejecutables y datos relacionados) y otros datos puede residir en una memoria de datos, tal como memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, EPROM, EEPROM, registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, o cualquier otra forma de medios de almacenamiento legible por ordenador conocidos en la técnica. Un medio de almacenamiento de muestra puede acoplarse a una máquina tal como, por ejemplo, un ordenador/procesador (que puede denominarse  
 25 aquí, por conveniencia, como un "procesador") tal que el procesador puede leer información (por ejemplo, código) y desde escribir información en el medio de almacenamiento. Un medio de almacenamiento de muestra puede ser integral al procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en el equipo del usuario. Además, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en el equipo del usuario. Además, en algunos aspectos, cualquier producto de programa de ordenador puede comprender un medio legible por ordenador que comprende los códigos relacionados con uno o más de los aspectos de la descripción. En algunos aspectos, un producto de programa de ordenador puede comprender materiales de envasado.

35 La descripción anterior de los aspectos descritos se proporciona para permitir a cualquier persona experta en la técnica realizar o utilizar la presente descripción. Diversas modificaciones a estos aspectos serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica, y los principios genéricos aquí definidos se pueden aplicar a otros aspectos sin apartarse del alcance de la descripción. Así, la presente descripción no pretende limitarse a los aspectos que se muestran aquí, pero debe concederse el ámbito más amplio consistente con los principios y características novedosas aquí descritas.

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento operativo en un primer dispositivo (102) para verificar una distancia, que comprende:

determinar una distancia entre el primer dispositivo (102) y un segundo dispositivo (104);  
 5 transmitir un primer conjunto de al menos una primera señal (302) al segundo dispositivo (104), incluyendo el primer conjunto de al menos una señal (302) una secuencia definida desconocida para el segundo dispositivo (104);  
 recibir un segundo conjunto de al menos una segunda señal (316) transmitida por el segundo dispositivo (104) en respuesta al primer conjunto de por lo menos una primera señal (302), estando generado el segundo conjunto de al menos una segunda señal (316) aplicando una función (404) a la secuencia  
 10 definida de la primera serie de por lo menos una primera señal (302);  
 determinar, basándose en las características del primer conjunto de por lo menos una primera señal (302) y el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316), si la distancia entre el primer dispositivo (102) y el segundo dispositivo (104) es válida o admisible; y  
 15 verificar la distancia haciendo que el segundo dispositivo (104) tome una o más acciones, en respuesta a la determinación de la distancia, para generar un resultado que sólo es posible si el segundo dispositivo (104) está alejado como máximo una distancia predeterminada.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la determinación comprende determinar si el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316) se recibe dentro de un período de tiempo definido después de la transmisión del primer conjunto de por lo menos una primera señal (302).

3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el primer conjunto de por lo menos una primera señal (302) es diferente del segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316).

4. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que la determinación comprende determinar si el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316) corresponde a la función (404) aplicada al primer conjunto de por lo menos una primera señal (302).

5. Aparato (102) para verificar una distancia, que comprende:

medios para determinar una distancia entre el aparato (102) y un dispositivo (104);  
 medios para transmitir un primer conjunto de por lo menos una primera señal (302) al dispositivo (104),  
 incluyendo el primer conjunto de por lo menos una señal (302) una secuencia definida desconocida para el  
 30 dispositivo (104);  
 medios para recibir un segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316) transmitida por el dispositivo (104) en respuesta al primer conjunto de por lo menos una primera señal (302), generándose el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316) mediante la aplicación de una función (404) a la secuencia definida del primer conjunto de por lo menos una primera señal (302);  
 35 medios para determinar, en base a las características del primer conjunto de por lo menos una primera señal (302) y del segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316), si la distancia entre el aparato (102) y el dispositivo (104) es válida o admisible; y  
 medios para verificar la distancia haciendo que el dispositivo (104) tome una o más acciones, en respuesta a la determinación de la distancia, para generar un resultado que sólo es posible si el dispositivo (104) está alejado como máximo una distancia predeterminada.

6. Medio legible por ordenador que comprende instrucciones operativas en un primer dispositivo (102) para verificar la distancia a un segundo dispositivo (104), que al ser ejecutado mediante un procesador hace que el procesador:

determine la distancia entre el primer dispositivo (102) y el segundo dispositivo (104);  
 transmita un primer conjunto de por lo menos una primera señal (302) al segundo dispositivo (104),  
 incluyendo el primer conjunto de por lo menos una señal (302) una secuencia definida desconocida al  
 45 segundo dispositivo (104);  
 reciba un segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316) transmitida por el segundo dispositivo (104) en respuesta al primer conjunto de por lo menos una primera señal (302), habiéndose generado el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316) aplicando un función (404) a la secuencia definida del primer conjunto de por lo menos una primera señal (302)  
 50 determine, basándose en las características del primer conjunto de por lo menos una primera señal (302) y el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316), si la distancia entre el primer dispositivo (102) y el segundo dispositivo (104) es válida o admisible; y  
 verifique la distancia haciendo que el segundo dispositivo (104) tome una o más acciones, en respuesta a la determinación de la distancia, para generar un resultado que sólo es posible si el segundo dispositivo (104) está alejado como máximo una distancia predeterminada.  
 55

7. Aparato (102) según la reivindicación 5, en el que el aparato (102) es un auricular para el procesamiento de señales, comprendiendo además el auricular un transductor adaptado para proporcionar una salida audible basada en una señal recibida a través de los medios para recibir el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal



(316).

8. Aparato (102) según la reivindicación 5, en el que el aparato (102) es un reloj para el procesamiento de señales, comprendiendo además el reloj una pantalla adaptada para proporcionar una salida visual basada en una señal recibida a través de los medios para la recepción del segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (316).

5 9. Aparato (102) según la reivindicación 5, en el que el aparato (102) es un dispositivo médico para el procesamiento de señales, comprendiendo además el dispositivo médico un sensor adaptado para generar datos detectados que se transmiten a través de los medios para la transmisión del primer conjunto de por lo menos una primera señal (302).

10. Procedimiento de respuesta a una señal, que comprende:

10 recibir un primer conjunto de por lo menos una primera señal (306) que incluye una secuencia definida en un segundo dispositivo (104) desde un primer dispositivo (102), en el que el primer conjunto de por lo menos una primera señal (306) se recibe en un primer tiempo (T1);  
 15 generar un segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (312) mediante la aplicación de una función (404) a la secuencia definida, basada en un esquema de respuesta de la señal conocido al primer dispositivo (102) y al segundo dispositivo (104), en el que el primer conjunto de por lo menos una primera señal (306) es diferente del segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (312); y  
 20 transmitir el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (312) al primer dispositivo (102) en un segundo tiempo (T2) que está dentro de un período de tiempo definido después del primer tiempo (T1) para hacer que una distancia medida entre el primer dispositivo (102) y el segundo dispositivo (104) sea verificada, verificando el primer dispositivo (102) que el segundo dispositivo (104) opera de una manera adecuada sobre la información recibida desde el primer dispositivo (102) utilizando el esquema de respuesta de la señal mediante la determinación de que el segundo dispositivo (104) tomó una o más acciones para generar un resultado que sólo es posible si el segundo dispositivo (104) está alejado como máximo una distancia predeterminada.

11. Aparato (104) para responder a una señal, que comprende:

25 medios para recibir un primer conjunto de por lo menos una primera señal (306) que incluye una secuencia definida en el aparato (104) desde un dispositivo (102), en el que el primer conjunto de por lo menos una primera señal (306) se recibe en un primer tiempo (T1);  
 30 medios para generar un segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (312) mediante la aplicación de una función (404) a la secuencia definida, basada en un esquema de respuesta de la señal conocida por el aparato (104) y el dispositivo (102), en el que el primer conjunto de por lo menos una primera señal (306) es distinto del segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (312); y  
 35 medios para transmitir el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (312) al dispositivo (102) en un segundo tiempo (T2) que está dentro de un período de tiempo definido después del primer tiempo (T1) para hacer que una distancia medida entre el aparato (104) y el dispositivo (102) sea verificada, verificando el dispositivo (102) que el aparato (104) opera de manera adecuada sobre la información recibida desde el dispositivo (102) utilizando el esquema de respuesta de la señal mediante la determinación de que el aparato (104) tomó una o más acciones para generar un resultado que sólo es posible si el aparato (104) está alejado como máximo una distancia predeterminada.

40 12. Medio legible por ordenador que comprende instrucciones para responder a una señal, que al ser ejecutado mediante un procesador hace que el procesador:

45 reciba un primer conjunto de por lo menos una primera señal (306) que incluye una secuencia definida en un segundo dispositivo (104) desde un primer dispositivo (102), en el que el primer conjunto de por lo menos una primera señal (306) se recibe en un primer tiempo (T1);  
 genere un segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (312) mediante la aplicación de una función (404) a la secuencia definida, basada en un esquema de respuesta de la señal conocido al primer dispositivo (102) y al segundo dispositivo (104), en el que el primero conjunto de por lo menos una primera señal (306) es diferente del segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (312); y  
 50 transmita el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (312) al primer dispositivo (102) en un segundo tiempo (T2) que está dentro de un período de tiempo definido después del primer tiempo (T1) para hacer que una distancia medida entre el primer dispositivo (102) y el segundo dispositivo (104) sea verificada, verificando el segundo dispositivo (104) que el primer dispositivo (102) opera de manera adecuada sobre la información recibida desde el segundo dispositivo (104) utilizando el esquema de respuesta de la señal mediante la determinación de que el segundo dispositivo (104) tomó una o más acciones para generar un resultado que sólo es posible si el segundo dispositivo (104) está alejado como máximo una distancia predeterminada.  
 55

13. Aparato (104) según la reivindicación 11, en el que el aparato (104) es un auricular para el procesamiento de señales, comprendiendo además el auricular e un transductor adaptado para proporcionar una salida audible basada en una señal recibida a través de los medios para la recepción del primer conjunto de por lo menos una primera

señal (306).

14. Aparato (104) según la reivindicación 11, en el que el aparato (104) es un reloj de procesamiento de señales, comprendiendo además el reloj una pantalla adaptada para proporcionar una salida visual basada en una señal recibida a través de los medios para la recepción del primer conjunto de al menos una primera señal (306).

- 5 15. Aparato (104) según la reivindicación 11, en el que el aparato (104) es un dispositivo médico para el procesamiento de señales, comprendiendo además el dispositivo médico un sensor adaptado para generar datos detectados que se transmiten a través de los medios para transmitir el segundo conjunto de por lo menos una segunda señal (312).

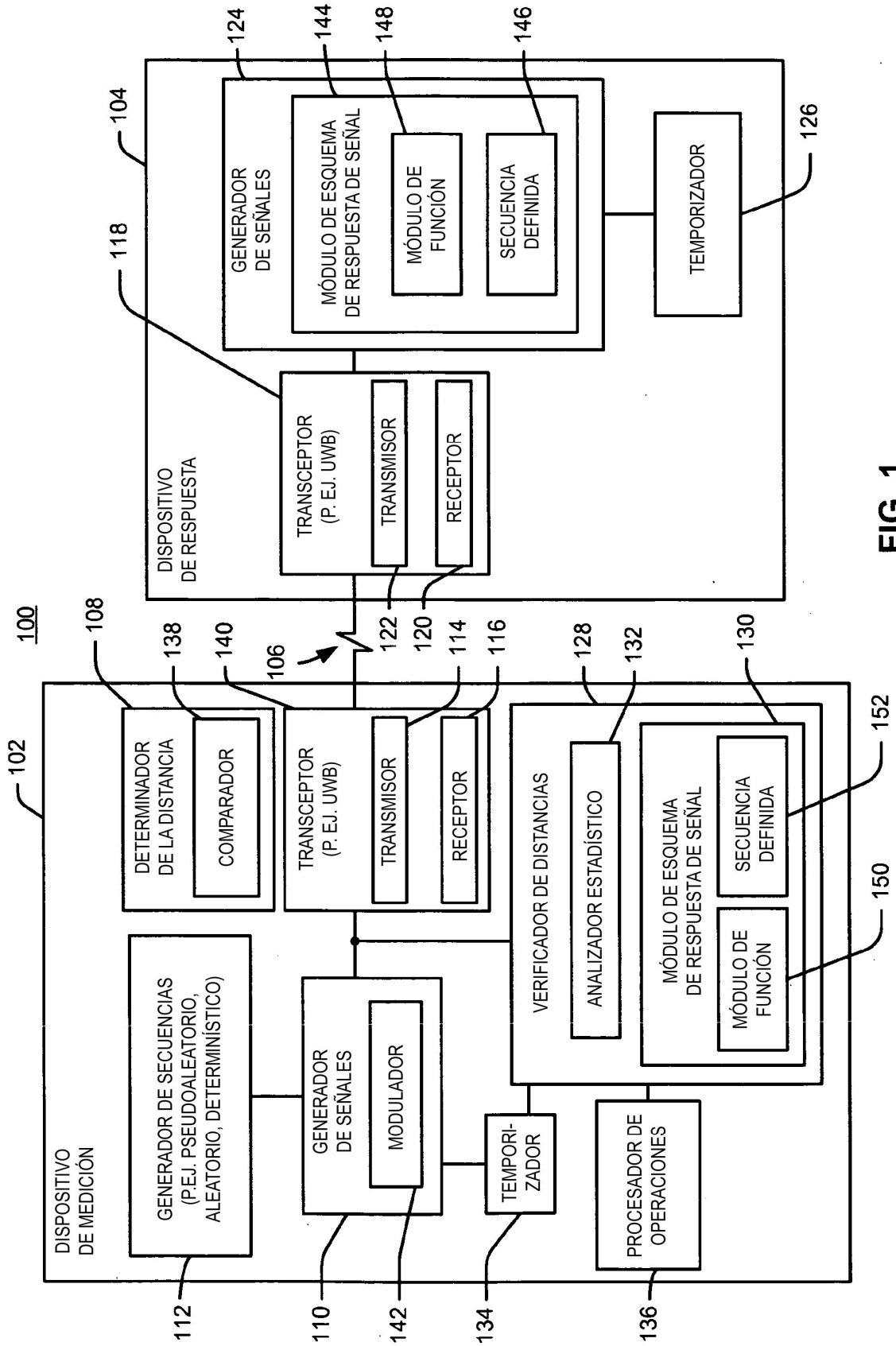


FIG. 1

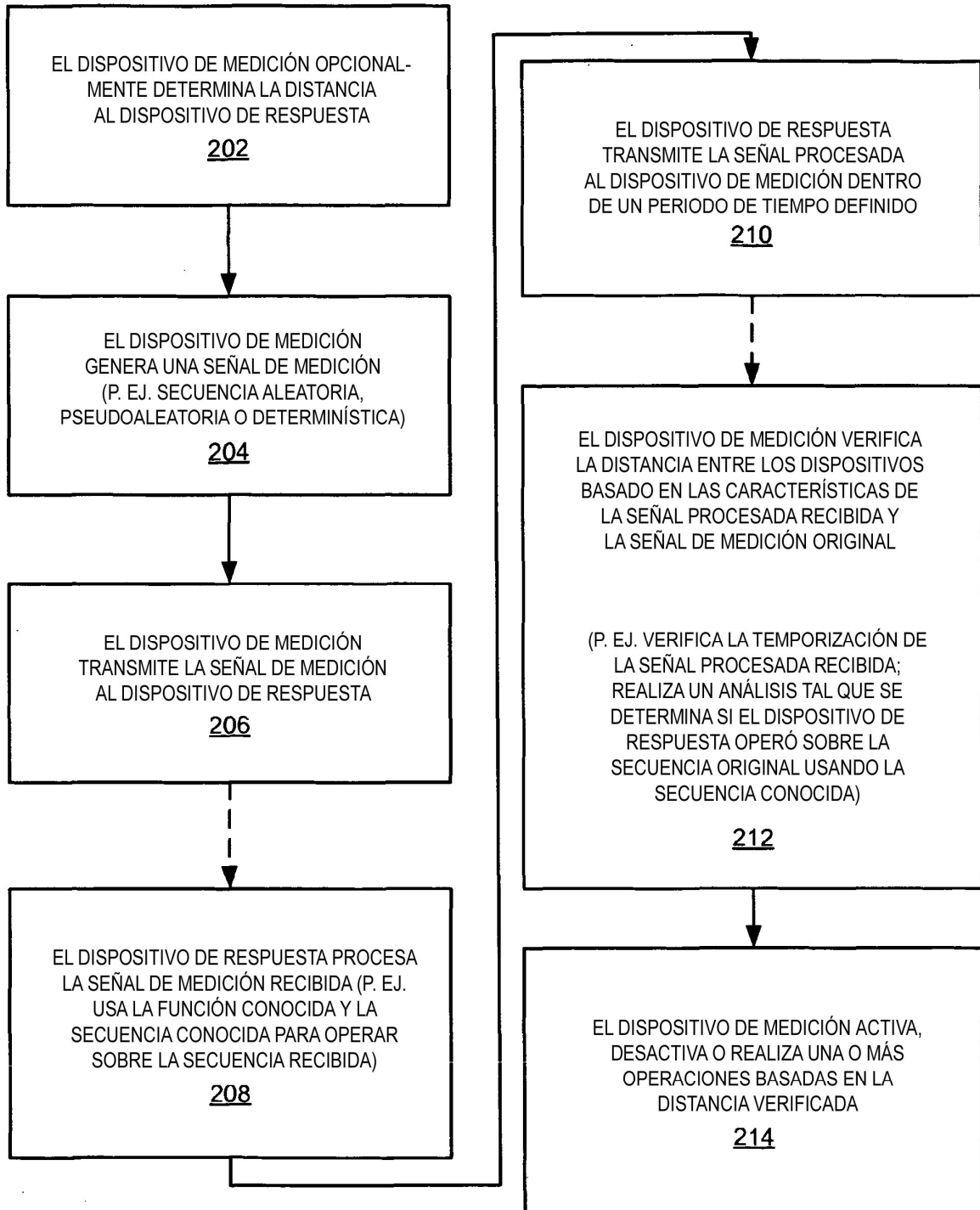


FIG. 2

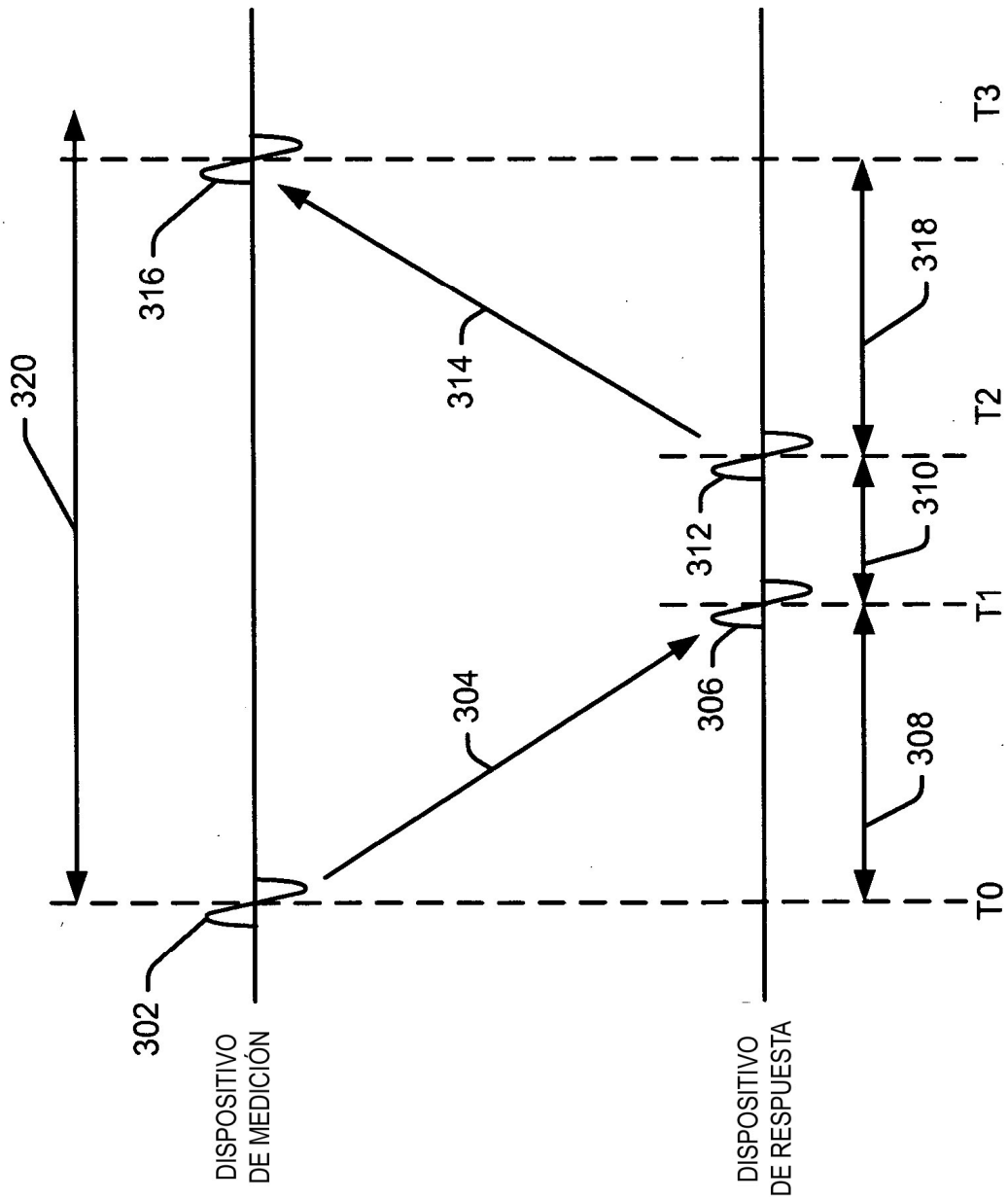


FIG. 3

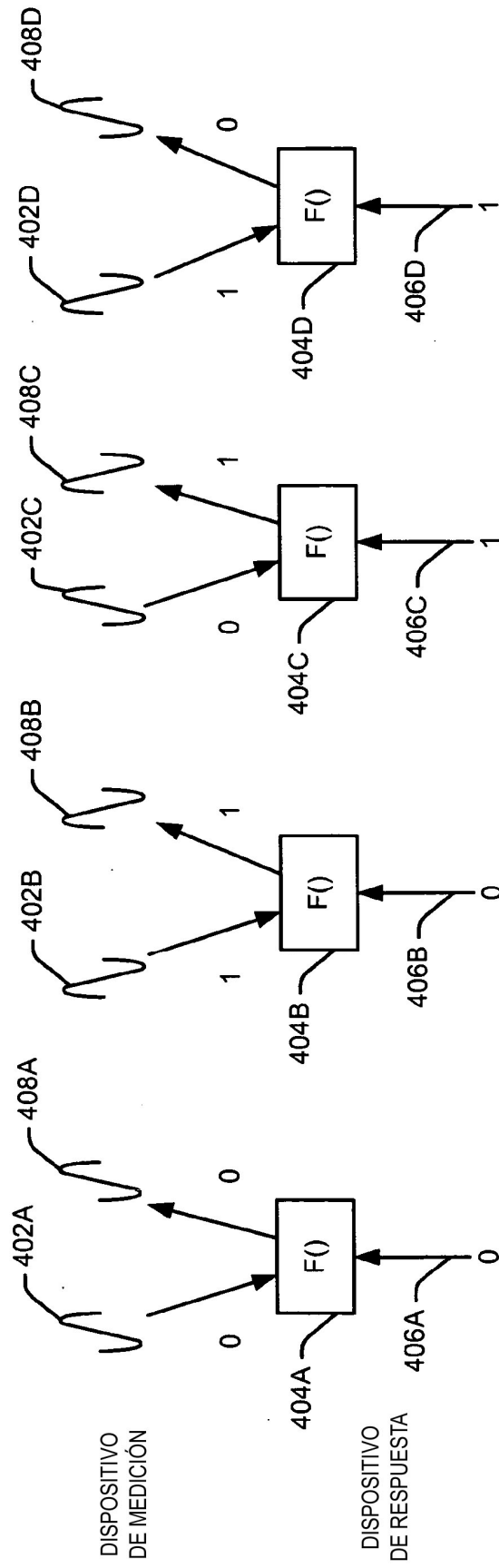


FIG. 4

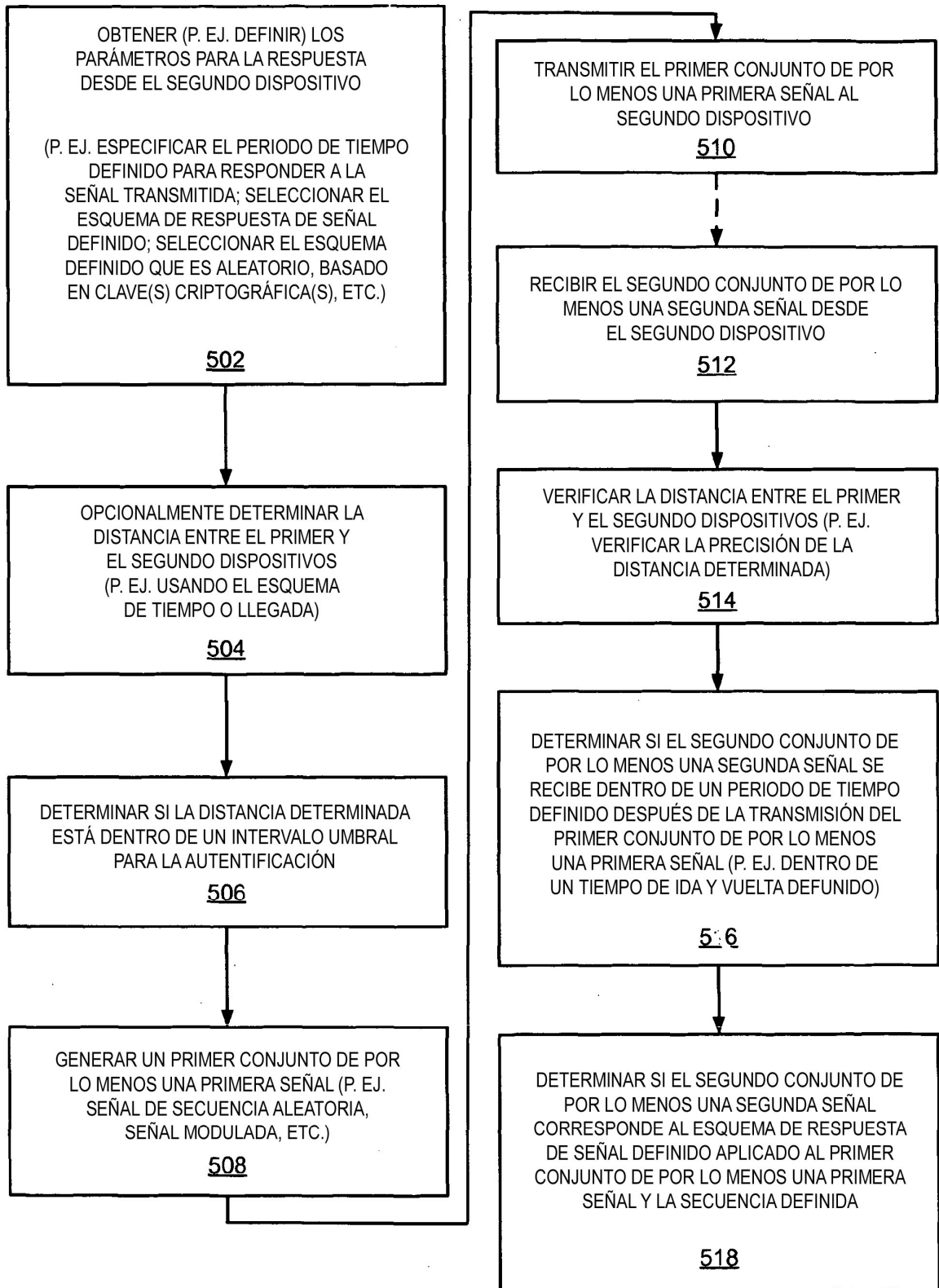
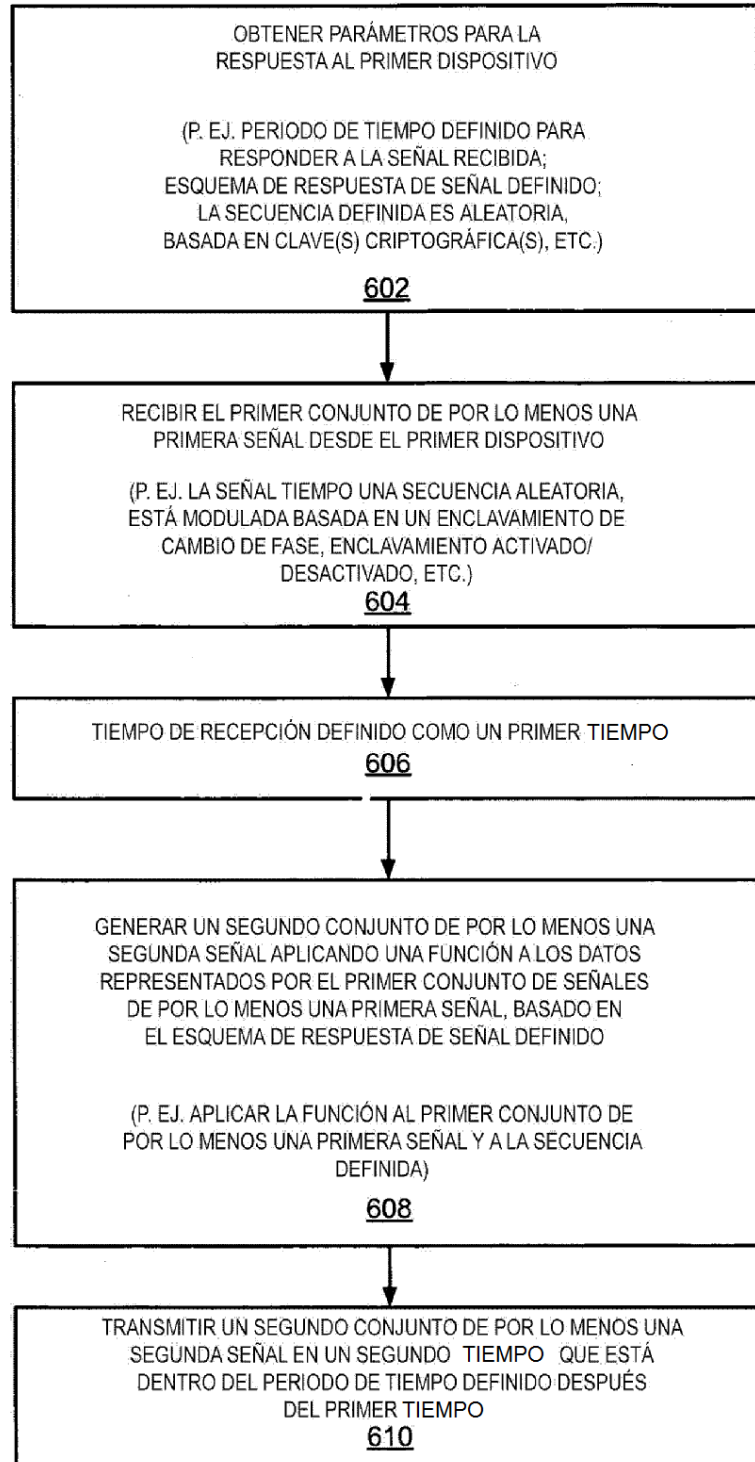


FIG. 5



**FIG. 6**



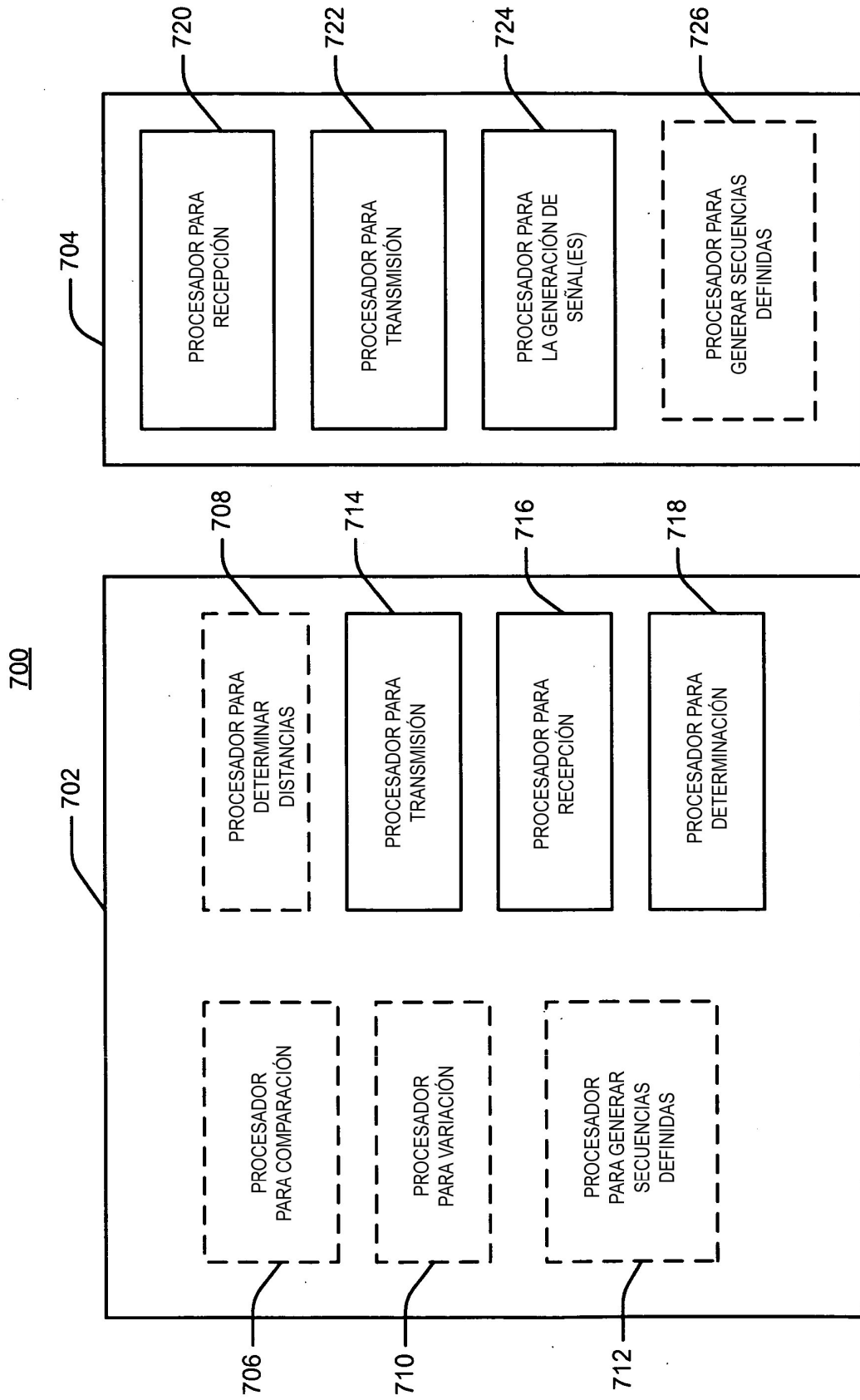


FIG. 7