

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 984 458**

51 Int. Cl.:

H04Q 9/00 (2006.01)

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 10/48 (2006.01)

H01M 50/204 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2021** **E 21173623 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2024** **EP 4090040**

54 Título: **Determinación de la posición de la celda de batería**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.10.2024

73 Titular/es:

DUKOSI LIMITED (100.0%)
3rd Floor Exchange Crescent No. 11-7
Conference Square
Edinburgh EH3 8RA, GB

72 Inventor/es:

SYLVESTER, JOEL

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 984 458 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

Determinación de la posición de la celda de batería

Campo Técnico

5 La presente divulgación se refiere al campo de la tecnología de baterías y las celdas de energía y describe soluciones para determinar una posición de una celda de batería dentro de un sistema de batería que comprende una pluralidad de celdas de batería. En particular, las realizaciones de la divulgación se refieren a un método y un sistema para determinar la posición de una celda de batería dentro de un sistema de batería que comprende una pluralidad de celdas de batería.

Antecedentes

10 Los sistemas de batería, que comprenden una pluralidad de celdas de batería, se usan en una amplia gama de aplicaciones modernas de energía eléctrica. Por ejemplo, se utilizan para alimentar vehículos eléctricos, se utilizan en aplicaciones de energía industrial, en el transporte y en aplicaciones comerciales, tales como la alimentación de dispositivos electrónicos modernos. Dadas las demandas de potencia relativamente altas de tales aplicaciones, un sistema de batería a menudo comprende múltiples celdas de batería acopladas entre sí para lograr la potencia de salida requerida. Las celdas de batería se pueden acoplar entre sí para formar un paquete de baterías, y el sistema de batería puede comprender uno o más paquetes de baterías.

15 Es común conectar un sistema de batería a un sistema de gestión de batería, configurado para garantizar que el sistema de batería funcione dentro de su área de operación segura. El área de operación segura se define como las condiciones de voltaje y corriente en las que se espera que el sistema de batería funcione sin autodañarse. Para obtener más información, se dirige al lector interesado al siguiente sitio web de Wikipedia: https://en.wikipedia.org/wiki/Battery_management_system.

20 En ciertas aplicaciones conocidas, las características de rendimiento de los paquetes de baterías se pueden monitorizar y transmitir a un sistema central de gestión de batería para un control seguro y efectivo del sistema de batería. Un sistema de monitorización generalmente monitorizará el voltaje y la corriente en cada celda de batería de un paquete de baterías.

25 Si alguna de las celdas de batería de un paquete de baterías comienza a comportarse de manera diferente a las demás, es útil saber dónde se encuentra físicamente la celda de batería errante dentro del sistema de batería, ya que la ubicación de la celda puede afectar las mediciones detectadas y también puede afectar a la relevancia de un fallo.

30 Por ejemplo, se esperaría que una celda de batería ubicada cerca de la entrada de refrigerante estuviera más fría que una celda de batería ubicada en la salida de refrigerante. Si se encontró que la celda de batería en la entrada estaba más caliente que la celda de batería en la salida, esto puede indicar un fallo.

Del mismo modo, la gravedad de un posible fallo puede depender de la posición de la celda asociada dentro del sistema de batería, ya que dependiendo de la posición de la celda dentro del sistema de batería, el fallo puede provocar potencialmente una reacción en cadena catastrófica.

35 Por ejemplo, una celda sobrecalentada ubicada en el centro de un sistema de batería, en contacto con celdas adyacentes en todas sus superficies, puede presentar un mayor riesgo de producir una reacción en cadena que una celda sobrecalentada ubicada cerca de una esquina del sistema de batería en contacto físico con una sola celda.

40 Si no se puede determinar la posición de una celda defectuosa, es común reemplazar todo un sistema de batería cuando se identifica un fallo en una celda de batería dentro del sistema de batería. Esto a menudo dará como resultado que algunas celdas individuales del sistema de batería, que por lo demás son funcionales y funcionan normalmente, se desechen y pueden provocar un desperdicio significativo de celdas funcionales.

La trazabilidad de todos los elementos de un sistema de batería también es deseable para garantizar la calidad.

45 El rendimiento y la fiabilidad de un sistema de batería a menudo dependen de la celda de batería más débil del sistema. Un sistema de gestión de batería puede monitorizar e identificar un paquete de baterías que contenga una celda de batería débil. Sin embargo, solo es posible identificar y reemplazar una celda de batería defectuosa si es posible localizar la celda de batería que se va a reemplazar.

50 Poder identificar la ubicación de las celdas de batería individuales dentro de los sistemas de batería también puede ser beneficioso en el contexto de la retirada de un producto. Por ejemplo, si se establece que un lote de celdas de batería tiene un fallo común, entonces puede ser necesario reemplazar esas celdas. Sin embargo, si dichas celdas se distribuyen en sistemas de alimentación para múltiples dispositivos, dicha recuperación de las celdas puede implicar la recuperación de todos los dispositivos que puedan incorporar una celda de un lote particular. Sin embargo, si es posible establecer la ubicación de las celdas del lote afectado, es posible que se restrinja el tamaño del producto retirado del mercado.

Por todas estas razones, puede ser importante conocer las posiciones relativas de las celdas de batería monitorizadas dentro de un sistema de batería.

La Figura 1a es una ilustración esquemática de un sistema 100 de baterías conocido de la técnica anterior, que comprende una pluralidad de paquetes de baterías 110, 120, 130. Cada paquete comprende una pluralidad de celdas de batería 115. Las celdas 115 dentro de cada paquete de baterías 110, 120, 130 se conectan comúnmente en serie, y cada paquete de baterías 110, 120, 130 comprende terminales 116, que permiten extraer energía eléctrica del paquete de baterías. En la Figura 1a, los paquetes de baterías 110, 120, 130 están conectados entre sí en serie. Cada paquete de baterías 110, 120, 130 puede comprender un dispositivo de monitorización 140, configurado para medir las características de rendimiento del paquete de baterías asociado 110, 120, 130. El dispositivo de monitorización 140 puede estar dispuesto para ser alimentado por su respectivo paquete de baterías 110, 120, 130. En la Figura 1, las designaciones MD1, MD2 y MD3 se usan para distinguir entre los dispositivos de monitorización 140 acoplados a cada paquete de baterías 110, 120, 130, y se acoplan en serie (en cadena) formando el canal de comunicación 145 que termina en el sistema de gestión de batería (BMS) 150.

En los sistemas de la técnica anterior de la Figura 1a, el problema de identificar el paquete de baterías 110 asociado con los datos de medición recibidos por el sistema de gestión de batería 150 puede resolverse en función de la relación jerárquica entre los nodos presentes en el canal de comunicación compartido 145 con el sistema de gestión de batería 150. Para ilustrar esto, considérese un ejemplo en el que el sistema de gestión de batería 150 está conectado operativamente al MD3 a través del canal de comunicación compartido 145, como se ilustra. Para determinar la configuración jerárquica de los MD 140, el sistema de gestión de batería 150 consulta el ID único del dispositivo de monitorización 140 que está conectado directamente a él, es decir, el MD3. El MD3 responde al sistema de gestión de batería 150 proporcionando su ID único #1241. El sistema de gestión de batería 150 ahora conoce el ID único del MD3 que está conectado directamente al mismo. El sistema de gestión de batería 150 puede solicitar posteriormente al MD3 que obtenga el ID único del siguiente dispositivo de monitorización 140 conectado directamente al MD3, es decir, el ID único de MD2. El MD2 responde a la solicitud del MD3 proporcionando su ID único #1238 al MD3, que se reenvía posteriormente al sistema de gestión de batería 150. El sistema de gestión de batería 150 ahora conoce el ID único de MD2 y sabe que el MD2 está conectado operativamente en serie al MD3. El sistema de gestión de batería 150 puede consultar posteriormente al MD2, a través del MD3, el ID único de cualquier dispositivo de monitorización 140 que esté conectado en serie al MD2. De manera similar a como lo hizo el MD3, el MD2 consulta al MD1 su ID único, #1235, que se reenvía al sistema de gestión de batería 150. De esta manera, el sistema de gestión de batería 150 puede determinar la jerarquía de comunicación de todos los dispositivos de monitorización 140 conectados en serie dentro del sistema de batería 100, que se define por el orden en el que están conectados físicamente al sistema de gestión de batería 150. El sistema de gestión de batería 150 puede comunicarse con cualquiera de los MD 140 dentro del sistema de batería 100 usando el ID único del dispositivo de monitorización asociado. Debe apreciarse que cada dispositivo de monitorización 140 ocupa un nivel diferente en la jerarquía de comunicación. Cada dispositivo de monitorización 140 solo puede comunicarse directamente con sus MD 140 adyacentes, excepto cuando el dispositivo de monitorización del sujeto 140 esté adyacente al sistema de gestión de batería 150. Para un dispositivo de monitorización 140 dado, por ejemplo, el MD1, la comunicación con el sistema de gestión de batería 150 requiere el uso de los MD 140 que intervienen que se encuentran a lo largo del canal de comunicación 145 entre el MD1 y el sistema de gestión de batería 150 como proxies. Un inconveniente del sistema de la técnica anterior de la Figura 1a es que no permite que el sistema de gestión de batería 150 o el dispositivo de monitorización 140 determinen la posición de las celdas de batería individuales 115 dentro de un paquete de baterías 110, 120, 130. En particular, ni el sistema de gestión de batería 150 ni el dispositivo de monitorización 140 pueden asociar los datos de celda de batería recibidos de celdas de batería específicas 115, con la posición de la celda de batería específica. Por ejemplo, para un paquete de baterías 110 dado, no es posible que el MD1 determine la posición de la celda de batería C7. Por lo tanto, una vez que se identifica un fallo potencial en una celda de batería dentro de un paquete de baterías a partir de los datos de medición recibidos, todo el paquete de baterías 110 asociado con la celda de batería defectuosa todavía se reemplaza en su totalidad.

La Figura 1b ilustra otro sistema conocido de la técnica anterior, en el que cada celda de batería 160 dentro del paquete de baterías 170 está conectada por cable al dispositivo de monitorización 180. La posición de cada celda de batería C1-C8 dentro del paquete de baterías 170 puede mapearse durante el ensamblaje del paquete de baterías 170. Durante el uso, el dispositivo de monitorización 180 recibe datos de medición de cada una de las celdas C1-C12 y puede determinar la fuente de los datos de medición recibidos basándose en la información de mapeo de celdas predefinida. Los dispositivos de monitorización 180 ilustrados en la Figura 1b pueden conectarse en serie de una manera similar a la descrita en relación con el sistema de la técnica anterior de la Figura 1a (conexiones 145 en la Figura 1a). Alternativamente, cada dispositivo de medición 180 puede conectarse directamente al sistema de gestión de batería a través de una conexión por cable directa (conexiones 145 en la Figura 1b). Dichas configuraciones son ventajosas ya que no hay una jerarquía de comunicación impuesta al sistema de gestión de batería 150 y, en cambio, la comunicación con cada dispositivo de medición 180 se realiza mediante una conexión por cable directa sin el uso de ningún proxy. Durante el ensamblaje del paquete de baterías, la posición de cada paquete 170, de cada celda de batería C1-C8 dentro del paquete y su dispositivo de monitorización 180 asociado pueden mapearse y almacenarse para su uso posterior. La posición de una celda asociada con los datos m recibidos puede determinarse usando los datos de mapeo de posición predefinidos.

Un inconveniente del sistema de la técnica anterior de la Figura 1b es que requiere mapear la información de ubicación de las celdas de batería durante el ensamblaje del paquete, lo que aumenta el tiempo de fabricación y los costes asociados.

Además, los sistemas de la técnica anterior del tipo ilustrado en la Figura 1b están restringidos por el número de conexiones entre el sistema de gestión de batería 150 y los dispositivos de monitorización 180 y esto puede limitar la flexibilidad de dichos sistemas en comparación con los sistemas tales como los ilustrados en la Figura 1a, en cuya figura se pueden añadir dispositivos de monitorización adicionales al final de la cadena sin cambiar el sistema de monitorización de batería.

El documento WO 2018/005631 A1 describe un monitor de sistema de batería que incluye una pluralidad de circuitos de medición de celda (CMC). El controlador está configurado para determinar las posiciones relativas de los módulos de batería asociados con los CMC en función de las mediciones recibidas de la pluralidad de transceptores de comunicación inalámbrica.

Un objetivo de al menos algunas realizaciones de la presente divulgación es abordar una o más deficiencias de los sistemas de la técnica anterior.

Compendio de la divulgación

Un aspecto de la presente divulgación proporciona un método para determinar la ubicación de un receptor de radio asociado a una o más de una pluralidad de celdas de batería dentro del sistema de batería, donde el receptor de radio se conecta comunicativamente mediante un acoplamiento de radio de campo cercano a una antena dispuesta como un bucle. De acuerdo con el método, una pluralidad de señales de diferentes frecuencias se transmiten en una primera y después en una segunda dirección alrededor de la antena. La posición del receptor de radio se determina entonces en función de una velocidad observada de cambio de la diferencia de fase con la frecuencia de las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena observada por el receptor de radio.

Los métodos de la divulgación pueden usarse para determinar la posición de un receptor de radio dentro de un sistema de batería independientemente de cualquier jerarquía de comunicación preexistente y sin que el sistema esté limitado por el número de conexiones físicas entre un sistema de gestión de batería y de los receptores de radio. La información de posición determinada puede usarse para complementar los sistemas de detección de fallos de batería existentes y para ayudar a identificar las posiciones de las celdas defectuosas para su reemplazo, o para proporcionar trazabilidad de las celdas para garantizar la calidad.

Otro aspecto de la divulgación proporciona un sistema de batería que puede funcionar para asociar una ubicación determinada de un receptor de radio con un identificador asociado con el receptor de radio. El sistema de batería incluye una antena configurada como un bucle y una pluralidad de receptores de radio asociados con las celdas de batería del sistema. Los receptores de radio se conectan comunicativamente con la antena mediante un acoplamiento de radio de campo cercano en diferentes posiciones a lo largo de la antena. Durante el uso, un controlador hace que un gestor de radio transmita una pluralidad de señales de diferentes frecuencias en una primera y después una segunda dirección alrededor de la antena y determina la posición de un receptor de radio a lo largo de la antena, en función de una velocidad observada de cambio de diferencia de fase de las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena con la frecuencia observada en el receptor de radio.

En algunas modalidades, las diferencias relativas de las velocidades de cambio de la diferencia de fase observadas por los diferentes receptores de radio dispuestos a lo largo de una antena se pueden usar para determinar un orden de los receptores de radio a lo largo de la longitud de la antena. En otras realizaciones, las ubicaciones absolutas de los receptores de radio dentro del sistema de batería se pueden determinar en función de la velocidad observada de cambio de la diferencia de fase de las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena con frecuencia, junto con la información sobre la configuración de la antena dentro del sistema de batería.

Otro aspecto de la divulgación proporciona un método para mantener un sistema de batería en el que se usan una pluralidad de dispositivos de monitorización para monitorizar las características de las celdas de la batería. El método comprende: determinar que se ha producido una condición de fallo asociada con una o más celdas de batería; y determinar la ubicación del dispositivo de monitorización que monitoriza las celdas de batería con características indicativas de que se ha producido un fallo, en el que la ubicación del dispositivo de monitorización se determina: transmitiendo una pluralidad de señales de diferentes frecuencias en una primera y después una segunda dirección alrededor de una antena; determinando la posición de un dispositivo de monitorización a lo largo de la antena basándose en una velocidad observada de cambio de la diferencia de fase con la frecuencia de las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena observada por ese dispositivo de monitorización. Cuando se ha determinado la ubicación del sistema de monitorización que monitoriza la celda defectuosa, esa celda puede reemplazarse.

Otro aspecto de la divulgación proporciona un controlador para un sistema de batería que comprende un procesador y una memoria. en donde la memoria almacena instrucciones implementables por el procesador para hacer que el procesador dé instrucciones a un gestor de radio para que transmita una pluralidad de señales de diferentes frecuencias en una primera y después en una segunda dirección alrededor de una antena configurada como un

bucle; y determina la posición de un receptor de radio a lo largo de la antena basándose en una velocidad observada de cambio de diferencia de fase con la frecuencia de las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena observada en el receptor de radio; y asocia la posición determinada con un identificador asociado con el receptor de radio.

- 5 De acuerdo con otro aspecto de la divulgación, se proporciona un dispositivo de monitorización para un sistema de batería que comprende un transmisor de radio, un receptor de radio, un procesador y una memoria. en donde la memoria almacena instrucciones implementables en el procesador que hacen que el procesador: procese señales de diferentes frecuencias transmitidas en diferentes direcciones alrededor de una antena configurada como un bucle recibidas por el receptor de radio y determine una diferencia de fase entre señales de la misma frecuencia
- 10 transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena; y hace que el transmisor de radio transmita datos indicativos de las diferencias de fase observadas.

Un aspecto adicional de la divulgación proporciona un medio legible por ordenador no transitorio para configurar un controlador o un dispositivo de monitorización.

Breve descripción de los dibujos

- 15 Otros aspectos y realizaciones resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción y los dibujos adjuntos, en los que:

Las Figuras 1a y 1b son ilustraciones esquemáticas de sistemas de batería conocidos de la técnica anterior, que se han descrito en detalle anteriormente en la sección de Antecedentes;

- 20 La Figura 2 es una ilustración esquemática de un sistema de batería, de acuerdo con una modalidad de la divulgación;

La Figura 3 es una ilustración esquemática de un dispositivo de monitorización para monitorizar una celda de batería dentro de un sistema de batería de acuerdo con una modalidad de la divulgación;

La Figura 4 es un diagrama de circuito a modo de ejemplo de un receptor de radio de un dispositivo de monitorización para monitorizar una celda de batería de acuerdo con una modalidad de la divulgación;

- 25 La Figura 5 es una vista general esquemática para explicar cómo la fase medida de las señales detectadas varía con la posición cuando las señales se envían en diferentes direcciones alrededor de una antena configurada como un bucle;

La Figura 6 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método para determinar la posición de una celda de batería usando el aparato de la Figura 2;

- 30 La Figura 7 es una ilustración de una señal de control a modo de ejemplo que define una secuencia de conmutación para aplicar una señal a una antena configurada como un bucle;

La Figura 8 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método de procesamiento de un conjunto de señales para determinar un conjunto de mediciones de diferencia de fase para señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de una antena configurada como un bucle;

- 35 La Figura 9A es una ilustración a modo de ejemplo de las mediciones I y Q obtenidas por un receptor de radio de un dispositivo de monitorización desde una antena configurada como un bucle hasta cuando las señales se aplican a diferentes extremos del bucle;

La Figura 9B es un diagrama de fases de las mediciones de fase derivadas de las mediciones I y Q de la Figura 9A;

- 40 La Figura 9C es el diagrama de fases de la Figura 9B después de corregir las discontinuidades;

La Figura 9D es el diagrama de fases de la Figura 9C después de una corrección adicional;

La Figura 10 es un gráfico a modo de ejemplo de un conjunto determinado de diferencias de fase entre señales enviadas en diferentes direcciones alrededor de una antena configurada como un bucle para un conjunto de frecuencias según lo observado por un dispositivo de monitorización; y

- 45 La Figura 11 es un gráfico a modo de ejemplo de diferencias de fase entre señales enviadas en diferentes direcciones alrededor de una antena configurada como un bucle para un conjunto de frecuencias observadas por un conjunto de dispositivos de monitorización dispuestos alrededor de una antena.

Descripción detallada de las realizaciones

- 50 En la siguiente descripción ilustrativa de las realizaciones, se utilizarán números de referencia numerados similares que aparecen en diferentes figuras para hacer referencia a características compartidas.

Las diferentes modalidades de la presente divulgación proporcionan diferentes soluciones que permiten determinar las ubicaciones de un conjunto de dispositivos de monitorización que monitorizan las celdas de batería dentro de un sistema de batería.

La Figura 2 es una ilustración esquemática de una disposición del sistema de batería 200 que comprende una pluralidad de celdas de batería 210 en donde cada celda de batería 210 es monitorizada por un dispositivo de monitorización asociado 215. Las celdas de batería 210 dentro del sistema de batería 200 pueden estar conectadas eléctricamente entre sí, y el sistema de batería 200 puede comprender terminales eléctricos que permiten extraer energía eléctrica del sistema de batería 200.

En la modalidad de la Figura 2, cada dispositivo de monitorización 215 está configurado para transmitir datos y recibir datos desde el controlador 250 mediante un acoplamiento de radio de campo cercano con la antena 260 configurada como un bucle que comienza y regresa al gestor de radio 270 conectado al controlador 250.

En algunas realizaciones, la antena 260 puede comprender un solo cable, un cable de doble núcleo, un par de cables trenzados, un cable coaxial, un cable triaxial, una microtira, una línea de banda o una línea coplanar.

Se apreciará que, dado que los dispositivos de monitorización 215 están conectados al controlador 250 a través de la antena 260 y un acoplamiento de radio de campo cercano, el sistema descrito anteriormente no está limitado por el número de conexiones cableadas entre el controlador 250 y los dispositivos de monitorización 215. Sin embargo, como no hay conexiones cableadas directas entre los dispositivos de monitorización 215 y el controlador 250, no hay una jerarquía fija entre los dispositivos de monitorización 215, que el controlador 250 puede usar para identificar las ubicaciones de los dispositivos de monitorización 215 dentro del sistema.

El controlador 250 puede comprender el procesador 252 y la memoria 254. La memoria 254 puede almacenar un único programa, que realiza las funciones asociadas con las realizaciones descritas, o puede comprender múltiples programas de software. En algunas realizaciones, la memoria 254 puede incluir uno o más dispositivos de almacenamiento configurados para almacenar datos para su uso por el procesador 252 y puede comprender una memoria flash, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), un disco duro, una unidad de estado sólido, una unidad de CD-ROM, un dispositivo de almacenamiento periférico (por ejemplo, un disco duro externo, una unidad USB, etc.), una base de datos, una unidad de red, un dispositivo de almacenamiento en la nube o cualquier otro dispositivo de almacenamiento.

El gestor de radio 270 puede comprender un conmutador 275 que, bajo el control del controlador 250, cambia la dirección alrededor de la antena 260 a lo largo de la cual se transmiten las señales conectando alternativamente cualquier extremo de la antena 260 al generador de señales 272 o a una impedancia adaptada 274.

Como se describirá en detalle, durante el uso, el controlador 250 hace que una serie de señales continuas de tono único en un conjunto de frecuencias diferentes generadas por el generador de señales 272 sean aplicadas a la antena 260. Al mismo tiempo, el controlador 250 hace que el gestor de radio 270 opere el conmutador 275 de modo que las señales generadas se aplican alternativamente a cualquier extremo de la antena 260 mientras se conecta el otro extremo de la antena 260 a la impedancia adaptada 274. Las ubicaciones relativas de cada dispositivo de monitorización 215 alrededor de la antena 260 se pueden determinar entonces midiendo la diferencia de fase entre las señales transmitidas a través de la antena 260 por los dispositivos de monitorización 215 cuando una señal generada por el generador de señales 272 se aplica a cada extremo de la antena 260.

En la Figura 2, las celdas de batería 210 se muestran dispuestas en una cuadrícula bidimensional que comprende filas y columnas de celdas de batería en una sola superficie. Más específicamente, en la Figura 2, se muestra el sistema de batería 200 que comprende cuatro columnas de celdas de batería: una primera columna que comprende las celdas de batería C1-C3, una segunda columna que comprende las celdas C4-C6, una tercera columna que comprende las celdas C7-C9 y una cuarta columna que comprende las celdas C10-C12. En el caso del sistema de la Figura 2, las celdas de batería C1-C12 están dispuestas en orden consecutivo a lo largo de la antena 260, y cada dispositivo de monitorización 215 asociado con las celdas C1-C12 también está adyacente a y está dispuesto a lo largo de la longitud de la antena 260.

Se apreciará que la ilustración de la Figura 2 es meramente a modo de ejemplo y que la presente divulgación no se limita a los sistemas que tienen un número particular de celdas de batería 210 y también se contemplan otras configuraciones de celdas de batería 210. Por ejemplo, las celdas de batería 210 pueden disponerse en una pila tridimensional. Además, la presente divulgación no requiere que las celdas de batería 210 o los dispositivos de monitorización 215 se distribuyan uniformemente a lo largo de la antena 260. Por el contrario, los dispositivos de monitorización 215 se pueden disponer de cualquier manera a lo largo de la antena 260, siempre que haya suficiente separación entre cada dispositivo de monitorización 215 a lo largo de la antena 260 de modo que los datos de fase distinguibles sean observables en cada dispositivo de monitorización 215.

De manera similar, en la Figura 2, la antena 260 se muestra como un bucle que tiene dos lóbulos. Se apreciará que podrían utilizarse otras configuraciones de la antena 260 y que serían apropiadas dependiendo de la configuración de las celdas de batería 210. Más específicamente, se apreciará que se podría utilizar cualquier configuración adecuada de la antena 260, siempre que la configuración comience y termine en el gestor de radio 270 y que los

dispositivos de monitorización 215 asociados con las celdas de batería 210, cuyas posiciones relativas van a ser determinadas, estén dispuestos a lo largo de la antena 260 y suficientemente cerca de la antena 260 de modo que los dispositivos de monitorización 215 puedan recibir señales transmitidas por el controlador 250 a través del gestor de radio 270 y transmitir señales de vuelta al controlador 250 a través de la antena 260.

- 5 En algunas modalidades, en lugar de comprender una sola antena 260, el sistema de batería 200 puede comprender una pluralidad de antenas 260, cada una configurada para determinar las posiciones de las celdas de batería en diferentes secciones del sistema de batería 200. Por ejemplo, un sistema de batería de acuerdo con la presente divulgación podría comprender una pluralidad de paquetes de baterías, cada uno de los cuales tiene una antena dedicada 260 para transmitir y recibir señales para los dispositivos de monitorización 215 asociados con las celdas 10 215 de ese paquete de baterías.

En una realización, se proporciona un medio legible por ordenador 280 que comprende instrucciones 285 para configurar el procesador 252 para realizar los métodos que se describen a continuación. En una realización, los dispositivos de monitorización 215 también pueden ser dispositivos configurables mediante instrucciones 285 almacenadas en un medio legible por ordenador 280.

- 15 La Figura 3 es una ilustración esquemática de un dispositivo de monitorización 215 a modo de ejemplo para su uso en el sistema de batería 200, de acuerdo con una modalidad de la divulgación.

Cada dispositivo de monitorización 215 puede comprender un transmisor de radio 310 para transmitir datos al controlador 250 a través de la antena 260 y un receptor de radio 320 para recibir datos del controlador 250 a través de la antena 260.

- 20 En algunas realizaciones, el transmisor de radio 310 y el receptor de radio 320 del dispositivo de monitorización 215 pueden configurarse para la comunicación mediante un protocolo tal como Bluetooth®, ZigBee o cualquier otro protocolo capaz de transferir datos entre el dispositivo de monitorización 215 y el controlador 250, a través de la antena 260. En algunas realizaciones, cada dispositivo de monitorización 215 está conectado a la antena 260 mediante el transmisor de radio 310 y el receptor de radio 320 mediante un acoplamiento electromagnético de 25 campo cercano. El uso del acoplamiento de campo cercano localiza la región en la que se produce el acoplamiento a lo largo de la antena 260 en una región comparable en tamaño al receptor de radio 320, lo que contribuye a la precisión con la que se pueden determinar las ubicaciones relativas de las celdas de batería 210.

- Además de comprender el transmisor de radio 310 y el receptor de radio 320, cada dispositivo de monitorización 215 también puede comprender uno o más sensores 330 para determinar las características de una celda de batería o 30 de un grupo de celdas de batería asociadas con el dispositivo de monitorización 215. En algunas realizaciones, los uno o más sensores 330 pueden comprender un dispositivo de medición de voltaje; un dispositivo de medición de corriente; y/o un dispositivo de medición de temperatura.

El dispositivo de monitorización 215 también puede comprender la memoria 340 y el procesador 350.

- 35 La memoria 340 puede incluir una memoria transitoria y/o no transitoria. La memoria 340 puede almacenar instrucciones para hacer que el procesador 350 procese los datos obtenidos de los sensores 330 y/o de las señales recibidas a través del receptor de radio 320. La memoria 340 también puede proporcionar una o más instalaciones de almacenamiento para almacenar los datos determinados por el procesador 350, que pueden comprender, por ejemplo, datos de diferencia de fase y frecuencia medidos, datos de posición de la celda y/o datos de detección de fallos/estado de la celda de batería. En algunas modalidades, la memoria 340 también puede almacenar un ID único 40 que puede incluirse en las transmisiones desde el dispositivo de monitorización 215 al controlador 250 a través del transmisor de radio 310 y la antena 260, lo que permite al controlador 250 identificar qué dispositivo de monitorización 215 está asociado con qué transmisiones.

- El procesador 350 puede adoptar la forma de, pero no se limita a, un microprocesador, un procesador integrado o similar, o puede estar integrado en un sistema en chip (SoC). Además, según algunas modalidades, el procesador 45 350 puede ser de la familia de procesadores fabricados por Intel®, AMD®, Qualcomm®, Apple®, NVIDIA® o similares. El procesador 350 también puede basarse en la arquitectura ARM, un procesador móvil o una unidad de procesamiento de gráficos, etc. Las modalidades descritas no se limitan a ningún tipo específico de procesador.

- El procesador 350 permite que el dispositivo de monitorización 215 procese las mediciones recibidas del sensor 330 y/o determine una característica de una celda de batería o grupo de celdas de batería a las que está acoplado el 50 dispositivo de monitorización 215. El procesador 350 también facilita el procesamiento de datos de las señales recibidas por el receptor de radio 320 a través de la antena 260 y coordina la transmisión de la señal de vuelta al controlador 250 a través del transmisor de radio 310 y de la antena 260.

En la Figura 4 se muestra un diagrama de circuito a modo de ejemplo del receptor de radio 320 del dispositivo de monitorización 215.

- 55 El receptor de radio 320 puede comprender la antena 405 que está conectada, mediante el amplificador 408, al primer multiplicador 410 y al segundo multiplicador 415. El primer multiplicador 410 está dispuesto para multiplicar

una señal recibida por la antena 405 por una señal generada por el oscilador local 420. El segundo multiplicador 415 está dispuesto para multiplicar la señal recibida por la antena 405 por la señal generada por el oscilador local 420 que ha sido desplazada de fase 90° por el circuito de desplazamiento de 90° 425. Las salidas del primer y segundo multiplicadores 410, 415 pasan a través de los filtros 430, 435 a los convertidores analógico-digitales (ADC) I y Q 440, 445, que reciben una entrada del circuito de sincronización de muestras 450 y procesan las señales recibidas a través de los filtros 430, 435 para emitir un componente en fase (I) y uno en cuadratura (Q) de la señal recibida por la antena 405.

Cuando se transmite una señal de radio a lo largo de la antena 260 como portadora modulada, la señal será detectada por la antena 405 del dispositivo de monitorización 215 acoplado a la antena 260 mediante un acoplamiento de radio de campo cercano. La arquitectura descrita anteriormente hace que la señal recibida se amplifique y, a continuación, se multiplique por un tono generado por el oscilador local 420 y un tono equivalente desplazado 90° en fase.

El tono generado por el oscilador local 420 puede estar desplazado con respecto a la frecuencia portadora de una señal de radio transmitida a lo largo de la antena 260. Alternativamente, el tono generado por el oscilador local 420 puede establecerse a la misma frecuencia que la señal portadora. Si el tono se establece para que tenga la misma frecuencia que una señal portadora, los filtros 430, 435 comprenderán filtros de paso bajo. Alternativamente, si el tono generado por el oscilador local 420 está desplazado con respecto a la frecuencia portadora de la señal de radio que se transmite a lo largo de la antena 260, los filtros 430, 435 comprenderán filtros de paso de banda.

La salida de los filtros 430, 435 es entonces muestreada por los ADC 440, 445. El muestreo ADC realizado por el ADC 440 de fase I de la señal multiplicado por la señal emitida desde el oscilador local es el flujo de datos en fase I o en fase derivado de la señal original. Mientras que el muestreo ADC de la señal multiplicado por la señal emitida desde el oscilador local desplazada 90° por el ADC 440 de fase Q es el flujo de datos en cuadratura o Q derivado de la señal original.

En un uso normal, los componentes en fase y en cuadratura derivados se pasan entonces al desmodulador 455, que desmodula la señal de acuerdo con el protocolo de radiocomunicaciones usado, y envía una señal decodificada al procesador 252 dentro del dispositivo de monitorización 215 para su interpretación.

Además, de acuerdo con la presente divulgación, el componente en fase (I) y en cuadratura (Q) derivado de la señal recibida por la antena 405 puede pasarse a la unidad de cálculo del ángulo de fase 460 para determinar el ángulo de fase de la señal recibida por la antena 405, que, como se describirá, puede procesarse por el procesador 350 para determinar una medición de la diferencia de fase a partir de la cual se monitoriza la ubicación relativa del dispositivo de monitorización 215 a lo largo de la antena 260 y, por implicación, la ubicación que puede ser derivada de la celda o grupo de celdas de batería que el dispositivo de monitorización 215 está dispuesto para monitorizar.

En algunas modalidades, el ángulo de fase de la señal recibida por la antena 405 puede calcularse directamente usando un ADC de dominio de fase, evitando así la necesidad de convertir los datos de IQ derivados en un ángulo de fase.

Haciendo referencia ahora a la Figura 5 para explicar cómo se puede determinar la posición de un receptor de radio 320 alrededor de la antena 260, cuando se envía una señal en una primera dirección, por ejemplo en el sentido de las agujas del reloj alrededor de la antena 260, el receptor de radio 320 ubicado en un punto particular x a una distancia d_{cw} a lo largo de la antena 260 recibirá una señal que se ha propagado a lo largo de una distancia d_{cw} . Por el contrario, cuando se envía una señal en una segunda dirección, digamos en sentido contrario a las agujas del reloj alrededor del bucle, el receptor de radio 320 recibirá una señal que se ha propagado a lo largo de una distancia d_{ccw} donde $d_{cw} + d_{ccw}$ será igual a la longitud total de la antena de bucle 260. Las diferencias en la longitud de la trayectoria de propagación cuando una señal se envía en una dirección u otra darán como resultado una diferencia en la fase de la señal recibida. Esto se puede detectar como una diferencia de fase con respecto a la señal generada por el oscilador local 420 del receptor de radio 320 para las señales transmitidas en diferentes direcciones a lo largo de la antena de bucle 260.

La fase medida en cualquier dirección será igual a la diferencia de fase entre la señal portadora de propagación transmitida a lo largo de la antena 260 y la señal del oscilador local 420 del receptor de radio 320 y dependerá tanto de la frecuencia de la señal como de las longitudes de la trayectoria de propagación d_{cw} o d_{ccw} . Sin embargo, el efecto de cualquier diferencia entre la señal portadora que se propaga y la señal del oscilador local 420 se puede anular restando la fase detectada de una señal enviada en una dirección alrededor de la antena 260 de la fase detectada de una señal similar enviada en la otra dirección alrededor de la antena 260. Al hacerlo, la fase del oscilador local 420, que es común a ambas mediciones, se anulará y se podrá obtener una medición que depende únicamente de la longitud de onda de la señal y de la diferencia entre las longitudes de la trayectoria de propagación alrededor de la antena 260.

En el centro exacto del bucle, las longitudes de las trayectorias de fase d_{cw} y d_{ccw} serán iguales, por lo que la diferencia de fase entre las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena 260 será cero. En otras posiciones a lo largo de la antena 260, dicho valor de diferencia de fase estará en el rango de 0 a π radianes,

$\pm \pi$ radianes o de 0 a 360 grados, dependiendo del método de codificación usado.

El mismo valor de diferencia de fase puede detectarse en diferentes puntos alrededor de la antena de bucle 260, dependiendo de la longitud de onda de la señal portadora.

5 Por lo tanto, por ejemplo, en el punto x_{dcw} alrededor del bucle dará lugar la misma diferencia de fase detectada que en cualquier otro punto, un múltiplo entero de la distancia de $\lambda/2$ a lo largo de la antena de bucle 260. Es decir, la misma diferencia de fase entre las señales de una frecuencia particular transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena 260 se detectaría en el punto dcw que en el punto $dcw + \lambda/2$, $dcw + 2\lambda/2$, $dcw + 3\lambda/2$, etc. a lo largo de la antena de bucle 260.

10 En otros puntos alrededor de la antena de bucle 260, la diferencia de fase variará con respecto a esta cantidad en una cantidad proporcional a la diferencia entre d_{cw} y d_{ccw} .

15 Normalmente, en una realización, la longitud total de la antena 260 será del orden de 0,5 a 5 metros de longitud. Las señales portadoras se transmitirán a una frecuencia de alrededor de 2,4 GHz y tendrán una longitud de onda de alrededor de 8-12,5 cm. Por lo tanto, en la mayoría de las modalidades, obtener un valor de diferencia de fase para las señales a una sola frecuencia no será suficiente para identificar de forma única una posición alrededor de la antena de bucle 260.

20 Si la longitud del bucle es mayor que la mitad de la longitud de onda de la señal de propagación (como será normalmente el caso), entonces se puede medir una segunda diferencia de fase a una segunda frecuencia $f_1 + \Delta f$. Y se pueden realizar más mediciones en otras frecuencias diferentes, $f_1 + 2\Delta f$, $f_1 + 3\Delta f$, etc., hasta que se realicen suficientes mediciones de modo que se determinará la ubicación relativa del receptor de radio 320 del dispositivo de monitorización 215 alrededor de la antena de bucle 260 y, por implicación, la posición de las celdas de batería 210 asociadas a los dispositivos de monitorización 215 dentro de un sistema de batería 200.

25 De manera más general, el aumento del número de frecuencias diferentes para las que se obtienen las mediciones de diferencia de fase aumenta la precisión y la robustez con las que se puede determinar la ubicación. La precisión mejora porque a medida que se toman más mediciones, se reduce la ambigüedad de las mediciones. Además, la precisión también se mejora porque se puede reducir la dependencia de mediciones de diferencia de fase relativamente pequeñas que son particularmente susceptibles a errores.

30 En una modalidad en la que se utilizan las transmisiones de campo cercano de Bluetooth, hay 40 frecuencias posibles a intervalos de 2 MHz de alrededor de 2,4 GHz que pueden utilizarse como frecuencias portadoras. Por lo tanto, en una modalidad que utiliza transmisiones de campo cercano por Bluetooth, se pueden obtener valores de diferencia de fase para 40 frecuencias diferentes.

La generación y el procesamiento de las señales transmitidas a través de la antena 260 de acuerdo con una modalidad de la presente divulgación se describirán ahora con mayor detalle haciendo referencia a las Figuras 6-11.

La Figura 6 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método 600 para determinar la posición de una celda de batería 210 usando la disposición de la Figura 2, de acuerdo con una realización.

35 Como etapa inicial 610, el controlador 250 puede obtener una lista de los ID únicos almacenados en las memorias 340 de los dispositivos de monitorización 215 asociados con las celdas de batería 210 del sistema de batería 200.

40 La obtención de una lista de ID únicos permite al controlador 250 asociar señales o transmisiones individuales con dispositivos de monitorización 215 particulares cuando los dispositivos de monitorización 215 transmiten posteriormente señales que incluyen un ID único asociado a un dispositivo de monitorización particular 215. Esto permite entonces que el controlador 250 asocie señales o transmisiones individuales con la medición de los sensores 330 del dispositivo de monitorización asociado 215 que monitoriza el comportamiento de celdas de batería 210 particulares dentro del sistema de batería 200.

45 Los ID únicos asociados con los dispositivos de monitorización 215 se pueden obtener de diferentes maneras. En algunas modalidades, el controlador 250 puede preconfigurarse con la lista de ID único almacenada en la memoria 254. En otras modalidades, el controlador 250 puede recibir la lista de ID único desde una memoria externa o desde un almacenamiento en la nube. Alternativamente, en otras modalidades, el controlador 250 puede hacer que se envíe una solicitud a través de la antena 260 solicitando que cada uno de los dispositivos de monitorización 215 transmita sus ID únicos asociados y el controlador 250 puede compilar una lista de ID únicos a partir de las señales recibidas desde los dispositivos de monitorización 215 como respuesta a la solicitud.

50 Cuando se han recibido ID únicos de todos los dispositivos de monitorización 215, la lista de ID únicos se compila en una lista que se almacena en la memoria 254 del controlador 250. Cuando esto se complete, el controlador 250 conocerá, por lo tanto, los ID únicos de los dispositivos de monitorización 215 del sistema 200. Sin embargo, se desconocerá la posición de cada dispositivo de monitorización 215 asociado a un ID único específico, lo que impide cualquier asociación de los datos recibidos de los dispositivos de monitorización 215 con la celda de batería 210 en una ubicación específica dentro del sistema de batería 200.

Una vez almacenada la lista de los ID únicos, el controlador 250 hace que el gestor de radio 270 transmita 620 una señal a una primera frecuencia en una primera dirección alrededor de la antena 260 (por ejemplo, en sentido horario o antihorario) y después varíe 630 la dirección alrededor de la antena 260 alrededor de la cual se transmite la señal. Esto puede lograrse si el controlador 250 da instrucciones alternativamente al gestor de radio 270 para que haga que el conmutador 275 conecte un extremo de la antena 260 al generador de señales 272 y conecte a tierra el otro extremo de la antena 260 y, a continuación, ordene al conmutador 275 que aplique la señal al otro extremo de la antena 260 mientras conecta a tierra el extremo de la antena 260 al que se aplicó originalmente la señal.

La Figura 7 es una ilustración de una señal de control a modo de ejemplo para variar la dirección de transmisión de una transmisión alrededor de la antena 260. En este ejemplo, la señal de control comprende el primer período t_1 , durante el cual el gestor de radio 270 recibe instrucciones de cambiar repetidamente la dirección de transmisión entre una primera dirección Tx_1 y una segunda dirección Tx_2 . La señal ilustrada comprende además un período de referencia t_2 durante el cual el gestor de radio 270 recibe instrucciones de mantener constante la dirección de transmisión alrededor de la antena 260. En una realización, la secuencia de transmisión puede repetirse en un período T igual a $t_1 + t_2$, como se ilustra en la Figura 7.

En algunas realizaciones, los datos pueden transferirse entre el controlador 250 y los uno o más dispositivos de monitorización 215 durante un período t_2 utilizando un protocolo de comunicación de datos cuando la dirección de una señal alrededor de la antena 260 es constante. Si los datos se transmiten durante este período, los datos recibidos pueden ignorarse a los efectos de la determinación de la posición, con la excepción de cualquier dato del preámbulo que se describe a continuación. La provisión del período de referencia t_2 no es esencial. Sin embargo, un período de referencia t_2 puede mejorar la precisión de la determinación de la posición al facilitar la anulación de los errores de frecuencia residuales en una señal recibida. En algunas realizaciones, se puede proporcionar un período de protección entre los conmutadores de transmisión para reducir el ruido de la señal resultante de las ondas reflejadas en la antena 260.

La señal transmitida por el gestor de radio 270 puede comprender un tono continuo de una frecuencia particular generado por el generador de señales 272 aplicado a un extremo de la antena 260 mientras que el otro extremo está conectado por el conmutador 275 a la impedancia adaptada 274.

En algunas modalidades, la señal transmitida por el gestor de radio 270 alrededor de la antena 260 durante un período de tiempo t_2 cuando la dirección de propagación de una señal alrededor de la antena 260 es constante puede incluir un preámbulo que indique la sincronización del inicio de un período de conmutación posterior t_1 . Para las realizaciones en las que los dispositivos de monitorización 215 del sistema de batería 200 desconocen la secuencia de conmutación de la señal transmitida, el suministro de datos de la secuencia de conmutación en un preámbulo de la señal transmitida permite a los dispositivos de monitorización 215 del sistema de batería 200 muestren las partes correctas de la señal recibida. Esto ayuda a garantizar que cada dispositivo de monitorización 215 recopile y procese los datos asociados con la misma (s) porción(es) de la señal transmitida.

Volviendo a la Figura 6, después de haber aplicado 620, 630 una señal de una primera frecuencia repetidamente a cada extremo de la antena 260, el controlador 250 y 640 determina si se han aplicado transmisiones de señales de todas las frecuencias. Si este no es el caso, el controlador 250 ordena al generador de señales 272 del gestor de radio 272 que varíe 650 la frecuencia de la señal aplicada a la antena 260. Las etapas 620 y 630 pueden repetirse entonces para una o más frecuencias de transmisión diferentes. El controlador 250, entonces 640, determina una vez más si se han aplicado transmisiones de señales de todas las frecuencias.

De esta manera, se aplican señales de diferentes frecuencias a la antena 260 variando periódicamente la dirección alrededor de la antena 260 en la que se propaga la señal. Esto continúa hasta que el controlador 250 determina 640 que las transmisiones de señales de todas las frecuencias se han aplicado a la antena 260.

La Figura 8 es un diagrama de flujo del proceso que ilustra un método 800 de procesamiento de señales recibidas por un dispositivo de monitorización 215 para obtener un conjunto de mediciones de diferencia de fase para un conjunto de frecuencias de transmisión, a partir de las cuales se puede derivar la posición del dispositivo de monitorización 215.

Inicialmente, el dispositivo de monitorización 215 recibe 810 una señal de transmisión en una primera frecuencia a través de la antena 260. Como se describió anteriormente, esta puede ser una señal de tono continuo cuya dirección de transmisión alrededor de la antena 260 varía de acuerdo con la señal de control de la Figura 7. El uso de una señal de tono continuo puede reducir el error y la cantidad de procesamiento de señal requerida para extraer los datos de fase de la señal recibida.

El receptor de radio 320 dentro del dispositivo de monitorización 215 procesa entonces 820 la señal recibida para extraer las muestras I y Q de la señal recibida. En el caso del receptor de radio 320 mostrado en la Figura 4, estas señales se obtienen producidas por los ADC I y Q 440 y 445 y se pasan a la unidad de cálculo del ángulo de fase 455.

La Figura 9A es una ilustración a modo de ejemplo de muestras I y Q de una señal de tono continuo a modo de ejemplo derivada por el receptor de radio 320 del dispositivo de monitorización 215 desde la antena 260, donde la dirección de la señal a lo largo de la antena 260 varía de la manera indicada en la Figura 7.

Las secciones lisas de las curvas de la Figura 9A corresponden a los valores I y Q derivados cuando se aplica un tono constante a un extremo de la antena 260 sin variar el extremo al que se aplica la señal y corresponde al período de referencia t2 en la señal de la Figura 7. Mientras que las otras secciones de la curva corresponden a los valores I y Q derivados para el período de conmutación t1, donde la señal se aplica alternativamente a cualquier extremo de la antena 260.

La forma de onda sinusoidal subyacente evidente en la Figura 9A representa la diferencia de frecuencia residual entre el oscilador local 420 del receptor de radio 320 del dispositivo de monitorización 215 y la señal generada por el generador de señales 272 del gestor de radio 270 que se manifiesta como un tono residual.

Las señales emitidas por los ADC I y Q 440 y 445 son convertidas entonces 830 por la unidad de cálculo del ángulo de fase 455 en mediciones del ángulo de fase. Un ángulo de fase para la señal en relación con la fase de la señal generada por el oscilador local 420 puede determinarse mediante la unidad de cálculo del ángulo de fase 455 tratando las muestras de IQ recibidas de los ADC 440 y 445 como un valor complejo, donde la muestra I indica la parte real de la señal compleja, y la parte Q la parte imaginaria, siendo el ángulo de fase de la señal la coordenada polar angular del número complejo representado por la muestra de IQ cuando se traza la muestra de IQ en el plano complejo.

La Figura 9B es un diagrama de fases que ilustra el resultado del cálculo de las mediciones del ángulo de fase utilizando las muestras de IQ tomadas de la Figura 9A. Más específicamente, la Figura 9B muestra el resultado de calcular la fase a partir de las muestras de IQ de la Figura 9A determinando $\theta(t) = \tan^{-1}(I(t)/Q(t))$. Las curvas de seno y coseno lentas de la Figura 9A ahora se manifiestan como una progresión lineal en la fase de la Figura 9B.

Los valores de fase absolutos obtenidos al procesar los valores I y Q derivados (o, alternativamente, de un ADC de dominio de fase) dependerán de la frecuencia y fase del oscilador local en funcionamiento libre. Sin el conocimiento de la fase del oscilador generador de señales, el valor de fase presentado es arbitrario y, como se muestra en la figura, se producen discontinuidades cuando este valor «envuelve» a $\pm\pi$.

Una vez calculado un conjunto de ángulos de diferencia de fase, los ángulos de diferencia de fase se pueden entonces procesar 840 utilizando técnicas de desempaquetado ("unwrapping") convencionales conocidas en la técnica para eliminar las discontinuidades presentes en los datos siempre que se observe que la fase salta a $\pm\pi$.

La Figura 9C es ilustrativa de las mediciones de diferencia de fase de la Figura 9B después de dicha corrección. Esto elimina las discontinuidades en los datos. El resultado es enderezar el gráfico como se muestra en la Figura 9C, permitiendo que las mediciones de fase oscilen más allá de $\pm\pi$.

Tras procesar los datos para eliminar las discontinuidades, se aplica una técnica de desrotación 850 a los datos para corregir el error de fase residual en los datos. El error de fase residual es el resultado de las discrepancias entre la frecuencia de los osciladores locales del transmisor y el receptor y es la causa de la curva sinusoidal lenta en la Figura 9A. Esto se puede lograr usando técnicas de desrotación convencionales conocidas en la técnica. En algunas realizaciones en las que se transmite un tono continuo durante un período de referencia sin cambiar el extremo de la antena 260 al que se aplica un tono continuo, la velocidad de cambio de fase observada durante el período de referencia puede usarse para determinar la corrección que se debe aplicar para desrotar los datos y aplicar una corrección a los datos para corregir el error de fase residual.

La Figura 9D es una ilustración a modo de ejemplo del diagrama de fases de la Figura 9C después de aplicar la desrotación.

El procesamiento anterior permite que las tensiones de la señal recibida por el receptor de radio 320 se conviertan en una forma en la que se puedan determinar las diferencias de fase que surgen de la aplicación de un tono continuo a cualquier extremo de la antena 260. Como se ha indicado anteriormente, tales diferencias de fase dependerán de la ubicación relativa del receptor 320 a lo largo de la longitud de la antena 260.

Para obtener estos datos de diferencia de fase, se seleccionan 860 un primer punto de muestra x y un segundo punto de muestra y (uno para cada dirección de transmisión) de las muestras de IQ resultantes (mostradas en la Figura 9D). La ubicación de estos puntos de muestreo puede variar y dependerá de la frecuencia de muestreo. Normalmente, se tomarán una o más muestras hacia el final del período establecido en cada ranura de la secuencia de transmisión para mejorar la precisión. Los puntos de muestreo seleccionados se usan para determinar, en la etapa 870, una diferencia de fase entre la transmisión recibida desde la primera y la segunda dirección (x-y) correspondiente al período t1 de la señal ilustrada en la Figura 7. Esta diferencia de fase medida se almacena entonces en la memoria 340 del dispositivo de monitorización 215.

En la Figura 9D, será evidente que todavía es visible alguna ondulación residual en el lado Tx1 de la señal (parte superior del gráfico). Este error de fase residual es un armónico y se produce porque la señal del oscilador local puede no ser un tono puro. En algunas realizaciones, se puede usar una pluralidad de puntos de muestreo en una o más de las ranuras a lo largo de t1 en lugar de un único punto de muestra, de manera que se puede calcular una fase promedio para cada dirección de transmisión, lo que reducirá la influencia de cualquiera de estos errores residuales y mejorará la relación señal/ruido de la medición.

Cuando se repite el procesamiento 880 de la Figura 8 para cada una de las señales de una frecuencia diferente transmitidas por la antena 260, esto hará que se obtengan y almacenen una serie de mediciones de diferencia de fase en la memoria 340 del dispositivo de monitorización 215.

La Figura 10 es un gráfico a modo de ejemplo de las diferencias de fase con respecto a la frecuencia para las señales recibidas por el dispositivo de monitorización 215 en una ubicación particular. En el caso de la ilustración de la Figura 10, se muestran varias discontinuidades en las que las diferencias calculadas envuelven $\pm \pi$ radianes. Sin embargo, al observar la figura, debería resultar evidente que, si se ignoran estas discontinuidades y algunas variaciones debidas a errores de medición, las diferencias de fase varían de manera constante. Esto se debe a que la forma en que varían las diferencias de fase depende de la diferencia en la longitud de la trayectoria de propagación a lo largo de la antena 260. Es decir que la pendiente o gradiente de la línea es proporcional a $d_{cw} - d_{ccw}$. Cuando las diferencias entre las frecuencias Δf son lo suficientemente pequeñas como para que la diferencia de fase de una frecuencia a la siguiente no provoque que la diferencia de fase envuelva a $\pm \pi$, entonces la pendiente del gráfico puede usarse para determinar la posición del receptor 320 a lo largo de la antena 260.

Se apreciará que, como mínimo, se necesitan dos frecuencias para encontrar una pendiente para establecer una relación entre la diferencia de fase y la frecuencia de transmisión. Si las frecuencias están cerca, entonces la probabilidad de que la fase se envuelva es pequeña. Sin embargo, el error en la medición de la pendiente será alto. Por esta razón, puede ser preferible tener una variedad de muestras de diferencia de fase en frecuencias poco espaciadas (para identificar el envoltorio) y que abarquen un amplio rango de frecuencias (para calcular mejor la pendiente). Además, se apreciará que pueden producirse algunos errores en el procesamiento. Por esta razón, es preferible que se obtengan mediciones de diferencia de fase a múltiples frecuencias. Como se ha indicado anteriormente, se prevé una modalidad en la que se utilicen las transmisiones de campo cercano por Bluetooth. Hay 40 frecuencias posibles a intervalos de 2 MHz de alrededor de 2,4 GHz que se pueden utilizar como frecuencias portadoras. Por lo tanto, en una modalidad que utiliza transmisiones de campo cercano por Bluetooth, se pueden obtener valores de diferencia de fase para 40 frecuencias diferentes.

Cuando se han obtenido los datos de diferencia de fase para cada una de las diferentes señales de frecuencia, los datos de diferencia de fase pueden transmitirse 890, mediante el dispositivo de monitorización 215, de nuevo al controlador 250 junto con una copia del identificador único almacenado en la memoria 340 del dispositivo de monitorización 215.

Volviendo a la Figura 6, el controlador 250 puede solicitar y recibir 660 los datos de diferencia de fase de cada uno de los dispositivos de monitorización 215.

En otras modalidades, en lugar de medir los datos de diferencia de fase, los dispositivos de monitorización 215 podrían transmitir datos representativos de las señales recibidas por los dispositivos de monitorización 215 y la conversión de dichos datos en datos de diferencia de fase se podría realizar de forma centralizada mediante el controlador 250. Sin embargo, es preferible que solo se transmitan las diferencias de fase observadas y las frecuencias de transmisión correspondientes, ya que esto reducirá la cantidad de datos transmitidos por los dispositivos de monitorización 215 de nuevo al controlador 250.

Una vez recibido por el controlador 250, el controlador 250 puede usar los datos de diferencia de fase asociados con cada identificador único para determinar 670 la posición relativa de cada uno de los dispositivos de monitorización 215 alrededor de la antena 260.

La Figura 11 es un gráfico de diferencia de fases de los datos de diferencia de fases y frecuencia de transmisión recibidos de un conjunto a modo de ejemplo de dispositivos de monitorización 215 del sistema de batería 200 de acuerdo con la presente divulgación. En el caso de los datos de la Figura 11, se ha aplicado un algoritmo de desempaquetado a los datos de cada uno de los dispositivos de monitorización, de modo que, a diferencia del gráfico mostrado en la Figura 10, los datos de diferencia de fase asociados con cada dispositivo de monitorización 215 varían monótonamente con la frecuencia.

Es posible que las mediciones de diferencia de fase del dispositivo de monitorización no estén cada una a lo largo de una línea recta perfecta. Esto se debe a la naturaleza no ideal del sistema de medición. El ruido, el error de cuantificación y otros artefactos de medición provocan errores en la diferencia de fase calculada. Por lo tanto, puede ser deseable procesar o limpiar las muestras de medición para eliminar las muestras atípicas. Esto puede ser particularmente beneficioso cuando el algoritmo de desempaquetado no puede tratar adecuadamente una discontinuidad en la fase.

Por ejemplo, en una inspección minuciosa en el ejemplo de la Figura 11, se puede ver que faltan algunas muestras. Se trata de valores atípicos que se han eliminado. La forma en que se limpian las muestras puede variar de una implementación a otra, pero en todos los casos se pueden usar técnicas convencionales de eliminación de valores atípicos. Por ejemplo, en algunas modalidades, se pueden eliminar todas las muestras con más de 1 desviación estándar de una línea ajustada. La variación en el gradiente entre cada línea C1, C2, etc. en la Figura 11 puede ser pequeña, pero cada línea tiene un gradiente único. El alcance de la varianza en el gradiente medido para cada dispositivo de monitorización 215 depende de la longitud de la antena 260 y de la distancia entre los dispositivos de

monitorización 215.

Como se ha descrito anteriormente, dado que la diferencia de fase medida depende de la frecuencia y la posición alrededor de la antena 260, la velocidad de cambio de las diferencias de fase observadas en el dispositivo de monitorización 215 con la frecuencia es, sin embargo, proporcional a la posición del dispositivo de monitorización 215 alrededor de la antena 260.

Por lo tanto, el gradiente del gráfico de diferencia de fase (es decir, la velocidad de cambio de la diferencia de fase frente a la frecuencia de transmisión) para un dispositivo de monitorización 215 particular puede compararse con el de otros dispositivos de monitorización 215 en el sistema de batería 200 para determinar una relación posicional entre cada uno de los dispositivos de monitorización 215 a lo largo de la antena 260. Las posiciones relativas de los dispositivos de monitorización 215 a lo largo de la antena 260 pueden determinarse entonces 670 ordenando los dispositivos de monitorización 215 en función de la velocidad de cambio de la diferencia de fase con la frecuencia de transmisión de su dispositivo de monitorización asociado.

Alternativamente, se puede determinar una estimación de las posiciones absolutas de cada uno de los dispositivos de monitorización 215 a lo largo de la antena 260 normalizando los gradientes determinados y tratando los datos normalizados como representando una medición de distancia de la fracción de longitud de la antena 260 a lo largo de la cual se encuentra el dispositivo de monitorización. En algunas modalidades, se puede determinar una posición absoluta del dispositivo de monitorización 215 utilizando el conocimiento de la distribución/diseño y/o las dimensiones del sistema de batería 200 y la antena 260 y la posición calculada del dispositivo de monitorización 215.

La posición relativa determinada del dispositivo de monitorización 215 puede entonces ser 680, asociada o mapeada al ID único del dispositivo de monitorización 215. Las etapas 670 a 680 pueden repetirse entonces 690 hasta que se hayan determinado las posiciones relativas de todos los dispositivos de monitorización 215.

En algunas modalidades, una velocidad determinada de cambio de la diferencia de fase con respecto a la frecuencia de transmisión detectada por el dispositivo de monitorización 215 puede compararse con los datos de referencia para determinar la posición del dispositivo de monitorización 215. En tales modalidades, dichos datos de referencia pueden almacenarse en forma de una tabla de búsqueda que mapea una velocidad determinada de cambio de la diferencia de fase con respecto a la frecuencia de transmisión a una posición a lo largo de la antena 260 y la posición del dispositivo de monitorización 215 podría determinarse sin conocer los datos de fase asociados con otros dispositivos de monitorización 215 en el sistema de batería 200.

Aunque, en el sistema de batería 200 descrito con detalle anteriormente, se ha descrito que el procesamiento para determinar la ubicación del dispositivo de monitorización 215 tiene lugar dentro del controlador 250, se apreciará que, en otras modalidades, el grado en que el procesamiento se produce en el controlador 250 o en un dispositivo de monitorización individual 215 podría variar.

Por lo tanto, por ejemplo, en algunas modalidades, los dispositivos de monitorización 215 podrían disponerse únicamente para monitorizar las señales obtenidas de la antena 260 y devolver dichas mediciones directamente al controlador central 250 para su procesamiento con el fin de determinar las mediciones de diferencia de fase. Alternativamente, en otras modalidades, el dispositivo de monitorización 215 podría disponerse para procesar las señales obtenidas y determinar una posición del dispositivo de monitorización 215 a lo largo de la antena 260, que podría proporcionarse al controlador 250 solo cuando el controlador 250 necesitara que el dispositivo de monitorización 215 indique su ubicación.

Sin embargo, se apreciará que el sistema descrito anteriormente tiene las ventajas de que el volumen de datos transmitidos a través de la antena 260 es limitado en comparación con un sistema en el que los datos no procesados se devuelven al controlador 250 y que, en el sistema descrito anteriormente, la programación requerida para convertir las mediciones de diferencia de fase detectadas en datos de posición absoluta o relativa solo necesita almacenarse en la memoria 254 del controlador 250 y no está duplicada en las memorias 340 de cada uno de los dispositivos de monitorización 215.

En algunas modalidades, las posiciones determinadas del dispositivo de monitorización y sus identificadores únicos asociados pueden almacenarse en una memoria no transitoria. La memoria no transitoria puede estar conectada operativamente al controlador 250. En algunas modalidades, los datos de posición pueden almacenarse en las memorias 340 de uno o más dispositivos de monitorización 215 asociados con una o más celdas. Esto ayuda a garantizar que el dispositivo de monitorización 215 asociado tenga un registro de su posición en una memoria accesible localmente, accesible mediante un sistema de gestión de batería si es necesario. En otras modalidades, las posiciones determinadas del dispositivo de monitorización 215 y sus identificadores únicos asociados pueden mantenerse en un almacenamiento en la nube para que un sistema de gestión de batería acceda a ellas cuando el sistema de batería 200 esté en uso.

Se apreciará que, aunque, en muchas modalidades prácticas, será preferible que el dispositivo de monitorización 215 esté asociado a un ID único y que ese ID único se comunique al controlador 250, en algunas realizaciones, el dispositivo de monitorización 215 puede no proporcionar un ID único al controlador 250, sino que puede simplemente proporcionar al controlador 250 datos que identifiquen la medición de la posición absoluta o relativa al

controlador 250 cuando el controlador 250 requiera dicha información.

También se apreciará que, en lugar de recorrer una pluralidad de frecuencias de transmisión, en una modalidad alternativa, todas las frecuencias podrían combinarse en una única forma de onda y aplicarse simultáneamente (un «peine» de frecuencias, que consiste en múltiples tonos individuales). Los datos de fase en cada frecuencia podrían calcularse entonces simultáneamente usando una transformada de Fourier. Entonces, se puede calcular una segunda transformada de Fourier para la misma forma de onda pero propagada en la otra dirección. La salida de cada transformada de Fourier es un valor de IQ complejo en cada frecuencia, o un valor de fase/magnitud en cada frecuencia. Los valores del IQ se pueden transformar de la forma habitual en fase/magnitud. La primera salida de Fourier puede restarse entonces de la segunda salida de Fourier para determinar la diferencia de fase observada por un dispositivo de monitorización en cada frecuencia de transmisión. Calcular una transformada de Fourier es un paso computacionalmente intensivo y requiere más memoria que calcular cada valor de diferencia de fase para una frecuencia a la vez. Por esta razón, es menos adecuado para un microprocesador o microcontrolador pequeño. Sin embargo, con una potencia de procesamiento suficiente, los resultados serían idénticos a los del sistema descrito con detalle anteriormente.

Si bien el método 600 y la descripción asociada describen la determinación de la posición del dispositivo de monitorización 215 por el procesador 252 del controlador 250, en realizaciones alternativas, se prevé que los métodos descritos podrían implementarse potencialmente por el procesador 350 dentro de uno o más de los dispositivos de monitorización 215. En tales modalidades, uno de los dispositivos de monitorización 215 puede estar en una configuración «maestra» para determinar las posiciones del dispositivo de monitorización 215, mientras que los dispositivos de monitorización 215 restantes están en una configuración «esclava».

En algunas modalidades, el dispositivo de monitorización 215 puede determinar su posición dentro del sistema de batería 200 basándose en una velocidad determinada de cambio de la diferencia de fase con respecto a la frecuencia de transmisión observada en el dispositivo de monitorización 215 en relación con una o más velocidades de referencia de cambio de las diferencias de fase con respecto a la frecuencia de transmisión. En algunas modalidades, el dispositivo de monitorización 215 puede recibir una o más velocidades de referencia de cambio de las diferencias de fase con respecto a la frecuencia de transmisión de otros dispositivos de monitorización 215 o del controlador central 250.

Al tener un ID único del dispositivo de monitorización 215 asociado a una posición dentro del sistema de batería 200, las características de las celdas de batería 210 monitorizadas por el dispositivo de monitorización 215 pueden asociarse con la posición dentro del sistema de batería 200, lo que facilita el diagnóstico y el mantenimiento de la celda de batería 210. En una realización, en la que una característica monitorizada de una o más celdas de batería 210 asociadas con el dispositivo de monitorización 215 indica que hay una condición de fallo, las una o más celdas de batería 210 pueden reemplazarse en función de la ubicación determinada del dispositivo de monitorización 215 que monitoriza esa celda de batería 210 en particular. Por lo tanto, la determinación de las posiciones de los dispositivos de monitorización dentro del sistema de batería 200 permite que las celdas de batería defectuosas asociadas 210 dentro del sistema de batería 200 se sustituyan selectivamente sin la necesidad de reemplazar todo el sistema de batería 200 o un bloque de celdas de batería 210 dentro del sistema de batería 200.

También se apreciará que, si bien las modalidades descritas anteriormente se refieren a la técnica para determinar la posición de los dispositivos de monitorización 215 dentro de un sistema de batería, se apreciará que las técnicas descritas anteriormente podrían aplicarse en el contexto de los receptores de radio asociados a una celda de batería o grupo de celdas de batería en ausencia de cualquier capacidad de monitorización de celdas de batería. En tales realizaciones, la determinación de las ubicaciones de los receptores de radio asociados a las celdas de batería podría proporcionar información que facilitaría la sustitución de las celdas de batería en el contexto de la retirada de un producto.

Las descripciones de las diversas realizaciones de la presente divulgación han sido presentadas con fines ilustrativos y no están destinadas a ser exhaustivas ni limitativas del alcance de la presente divulgación. Muchas modificaciones y variaciones de las realizaciones descritas resultarán evidentes para los expertos en la técnica a partir de las realizaciones descritas en el presente documento, sin que se salgan del alcance de la divulgación. La terminología utilizada en el presente documento para describir las realizaciones de la divulgación fue seleccionada para explicar mejor los principios de las realizaciones, la aplicación práctica o la mejora técnica en las tecnologías encontradas en el mercado, o para hacer posible que otros expertos en la técnica entiendan las realizaciones descritas en el presente documento.

Se aprecia que ciertas características de la divulgación, que, por motivos de claridad, se describen en el contexto de realizaciones separadas, también pueden proporcionarse en combinación en una única realización. Por el contrario, varias características de la divulgación, que, por motivos de brevedad, se describen en el contexto de una única realización, también pueden proporcionarse por separado o en cualquier subcombinación adecuada o según sea adecuado en cualquier otra realización descrita de la divulgación. Ciertas características descritas en el contexto de diversas realizaciones no deben considerarse características esenciales de esas realizaciones, a menos que la realización no funcione sin esos elementos.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de batería (200) operable para asociar una ubicación determinada de un receptor de radio (320) dentro del sistema de batería (200) con un identificador asociado al receptor de radio (320), comprendiendo el sistema (200):
 - 5 una pluralidad de celdas de batería (210);
una pluralidad de receptores de radio (320), cada uno asociado con una o más de la pluralidad de celdas de batería (210), en donde cada uno de la pluralidad de receptores de radio (320) está asociado a un identificador;
una antena (260) que tiene una longitud configurada como un bucle, en donde la pluralidad de receptores de radio (320) están cada uno conectado comunicativamente con la antena (260) mediante un acoplamiento de radio de campo cercano en diferentes posiciones a lo largo de la antena (260); y
10 un controlador (250) conectado comunicativamente a un gestor de radio (270) operable para transmitir señales a la pluralidad de receptores de radio (320) a través de la antena (260), en donde el controlador (350) es operable para:
15 hacer que el gestor de radio (270) transmita una pluralidad de señales de diferentes frecuencias en una primera y después en una segunda dirección alrededor de la antena (260);
determinar la posición de un receptor de radio (320) a lo largo de la antena (260) basándose en una velocidad observada de cambio de la diferencia de fase de las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena (260) con la frecuencia observada en el receptor de radio (320); y
asociar la posición determinada con el identificador asociado al receptor de radio (320).
- 20 2. El sistema (200) de la reivindicación 1, en donde el controlador (250) es operable para determinar la posición relativa de un receptor de radio (320) a lo largo de la antena (260):
 - 25 determinando una velocidad observada de cambio de diferencia de fase de las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena (260) con la frecuencia observada en cada uno de la pluralidad de receptores de radio (320) conectados comunicativamente con la antena (260) en diferentes posiciones a lo largo de la antena (260); y
determinando una posición relativa de un receptor de radio (320) a lo largo de la antena (260) basándose en una comparación de la velocidad de cambio de la diferencia de fase con la frecuencia observada en un receptor de radio (320) con la velocidad de cambio de la diferencia de fase con la frecuencia observada en otros de la pluralidad de receptores de radio (320).
- 30 3. El sistema (200) de la reivindicación 1, en donde el controlador (250) es operable para determinar la posición relativa de un receptor de radio (320) a lo largo de la antena (260):
 - 35 determinando una velocidad observada de cambio de la diferencia de fase de las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena (260) con la frecuencia observada por un receptor de radio (320) conectado comunicativamente con la antena (260); y
determinando una posición relativa del receptor de radio (320) a lo largo de la antena (260) basándose en una comparación de la velocidad de cambio de la diferencia de fase con la frecuencia observada en el receptor de radio (320) con datos de referencia indicativos de las velocidades de referencia de cambio de las diferencias de fase con la frecuencia con la distancia a lo largo de una antena (260).
- 40 4. El sistema (200) de la reivindicación 2 o 3, en donde el controlador (250) es operable para convertir una ubicación relativa determinada de un receptor de radio (320) a lo largo de la antena (260) en una posición absoluta dentro del sistema de batería (200) en función de una ubicación relativa determinada a lo largo de la antena (250) y la configuración de la antena (260) dentro del sistema de batería (200).
5. El sistema (200) de cualquier reivindicación precedente, en donde el gestor de radio (270) responde al controlador (250) para transmitir una serie de señales de tono constante de una pluralidad de frecuencias diferentes en una primera y después en una segunda dirección alrededor de la antena (260).
 - 45 6. El sistema (200) de cualquier reivindicación precedente, en donde el controlador (250) está configurado para hacer que el gestor de radio (270) transmita una señal en una dirección constante alrededor de la antena (260) durante un período de tiempo (t2) y después hacer que el gestor de radio (270) alterne entre transmitir la señal en la primera y después en la segunda dirección.
- 50 7. El sistema (200) de la reivindicación 6, en donde el gestor de radio (270) responde al controlador (250) para transmitir una señal que incluye un preámbulo indicativo del inicio del período de tiempo (t1) cuando se hace que el

gestor de radio (270) alterne entre la transmisión de la señal en la primera y después en la segunda dirección.

8. El sistema (200) de cualquier reivindicación precedente, en donde cada uno de la pluralidad de receptores de radio (320) está asociado a un dispositivo de monitorización (215) configurado para monitorizar las características de una o más de la pluralidad de celdas de batería (210).

5 9. El sistema (200) de la reivindicación 7, en donde al menos uno de la pluralidad de dispositivos de monitorización (215) comprende uno o más sensores (330) operables para monitorizar al menos uno de: temperatura, potencia, carga, voltaje o corriente de una o más de la pluralidad de celdas de batería (210) conectadas al dispositivo de monitorización (215).

10 10. Un controlador (250) para su uso en un sistema de batería (200) que comprende un procesador (252) y una memoria (254), en donde la memoria (254) almacena instrucciones implemetables por procesador que hacen que el procesador (252):

ordene a un gestor de radio (270) que transmita una pluralidad de señales de diferentes frecuencias en una primera y después en una segunda dirección alrededor de una antena (260) configurada como un bucle; y

15 determine la posición de un receptor de radio (320) a lo largo de la longitud de la antena (260) en función de una velocidad observada de diferencia de cambio de fase con frecuencia de señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena (260) observadas en el receptor de radio.

11. Un dispositivo de monitorización (215) para su uso en un sistema de monitorización de baterías (200) que comprende:

20 un receptor de radio (320) y un transmisor de radio (310) operables para conectarse comunicativamente mediante un acoplamiento de radio de campo cercano a una antena (260) configurada como un bucle;

un procesador (350); y

una memoria (340),

en donde la memoria (340) almacena instrucciones implemetables por un procesador para hacer que el procesador (350):

25 procese señales de diferentes frecuencias transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena (260) recibidas por el receptor de radio (320) y determine una diferencia de fase entre señales de la misma frecuencia transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena (260); y

haga que el transmisor de radio (310) transmita datos indicativos de las diferencias de fase observadas.

30 12. El dispositivo de monitorización (215) de la reivindicación 11, que comprende además uno o más sensores (330) para determinar una o más características de una o más celdas de batería (210) conectadas al dispositivo de monitorización (215), en donde la una o más características incluyen al menos una de: temperatura, potencia, carga, voltaje o corriente.

35 13. Un método (600) para asociar una ubicación determinada de un receptor de radio (320) asociado a una o más de una pluralidad de celdas de batería (210) dentro del sistema de batería (200) con un identificador asociado al receptor de radio (320), comprendiendo el método:

transmitir una pluralidad de señales de diferentes frecuencias en una primera (620) y después una segunda (630) dirección alrededor de una antena (260) dispuesta como un bucle;

40 determinar (670) la posición de un receptor de radio (320) conectado comunicativamente mediante un acoplamiento de radio de campo cercano a la antena (260) basándose en una velocidad observada de cambio de la diferencia de fase con la frecuencia de las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena (260) observada por el receptor de radio (320); y

asociar (680) la posición determinada con el identificador asociado con el receptor de radio (320).

14. El método (600) de la reivindicación 13, en donde determinar (670) la posición de un receptor de radio (320) acoplado comunicativamente a la antena (260) comprende:

45 determinar una velocidad de cambio de diferencia de fase de señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena (260) con la frecuencia observada en cada uno de la pluralidad de receptores de radio (320) conectados comunicativamente por medio de un acoplamiento de radio de campo cercano con la antena (260) en diferentes posiciones a lo largo de la longitud de la antena (260); y

50 determinar una posición relativa de un receptor de radio (320) a lo largo de la antena (260) basándose en una comparación de la velocidad de cambio de la diferencia de fase con la frecuencia observada en un receptor de

radio (320) con la velocidad de cambio de la diferencia de fase con la frecuencia observada en otros de la pluralidad de receptores de radio (320).

- 5 15. Un método de mantenimiento de un sistema de batería (200) que comprende: una pluralidad de celdas de batería (210); una pluralidad de dispositivos de monitorización (215), cada uno configurado para monitorizar las características de una o más de la pluralidad de celdas de batería (210); y una antena (260) que tiene una longitud configurada como un bucle, en donde la pluralidad de dispositivos de monitorización (215) están conectados comunicativamente a través de un acoplamiento de radio de campo cercano con la antena (260) en diferentes posiciones a lo largo de la antena (260), comprendiendo el método:
10 utilizar la pluralidad de dispositivos de monitorización (215) para monitorizar las características de la pluralidad de celdas de batería (210);
determinar que se ha producido una condición de fallo asociada con una o más celdas de batería (210); y
determinar la ubicación del dispositivo de monitorización (215) que monitoriza las celdas de batería (210) con características indicativas de que se ha producido un fallo:
15 transmitiendo una pluralidad de señales de diferentes frecuencias en una primera (620) y después de una segunda (630) dirección alrededor de la antena (260); y
determinando (670) la posición de un dispositivo de monitorización (215) a lo largo de la antena (260) basándose en una velocidad observada de cambio de la diferencia de fase con la frecuencia de las señales transmitidas en diferentes direcciones alrededor de la antena (260) observadas por ese dispositivo de monitorización (215); y
20 reemplazando una o más celdas de batería (210) en la ubicación determinada.
16. Un medio interpretable por ordenador no transitorio (280) que almacena instrucciones implementables por ordenador (285) que hacen que un controlador (250) se configure como controlador (250) de acuerdo con la reivindicación 10 o que hace que un dispositivo de monitorización (215) se configure como un dispositivo de monitorización (215) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11 a 12.

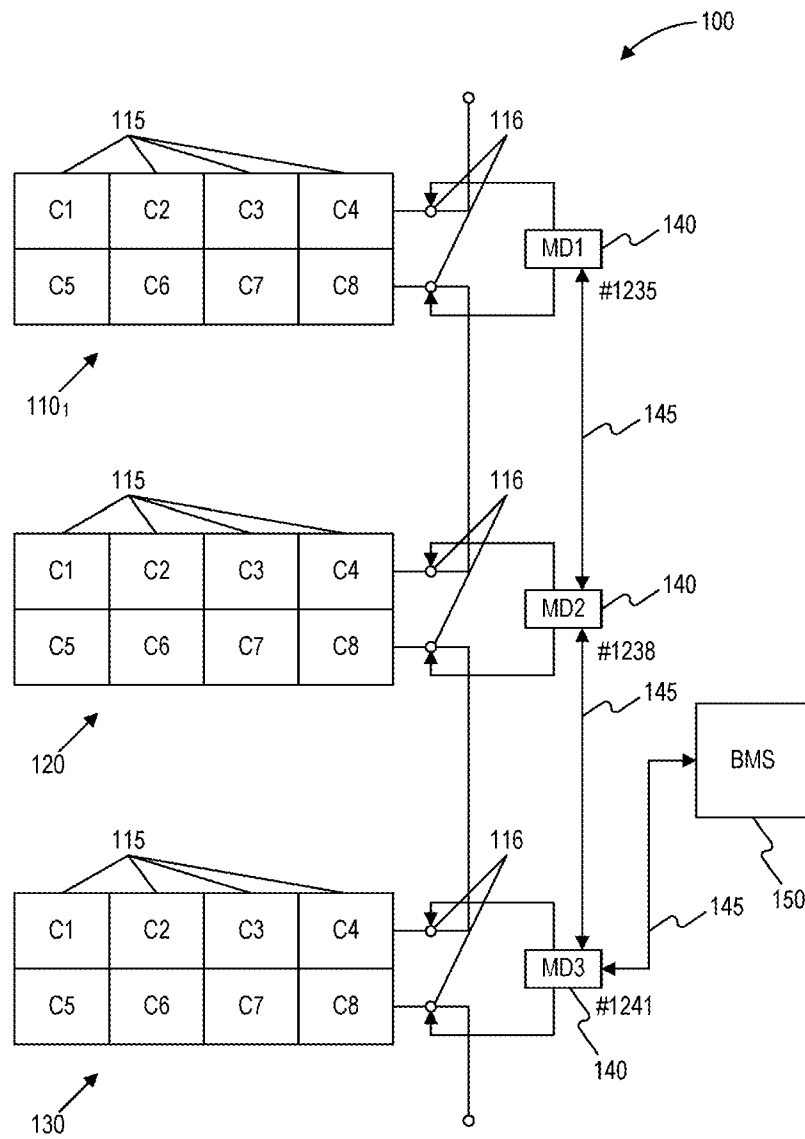


FIG. 1a

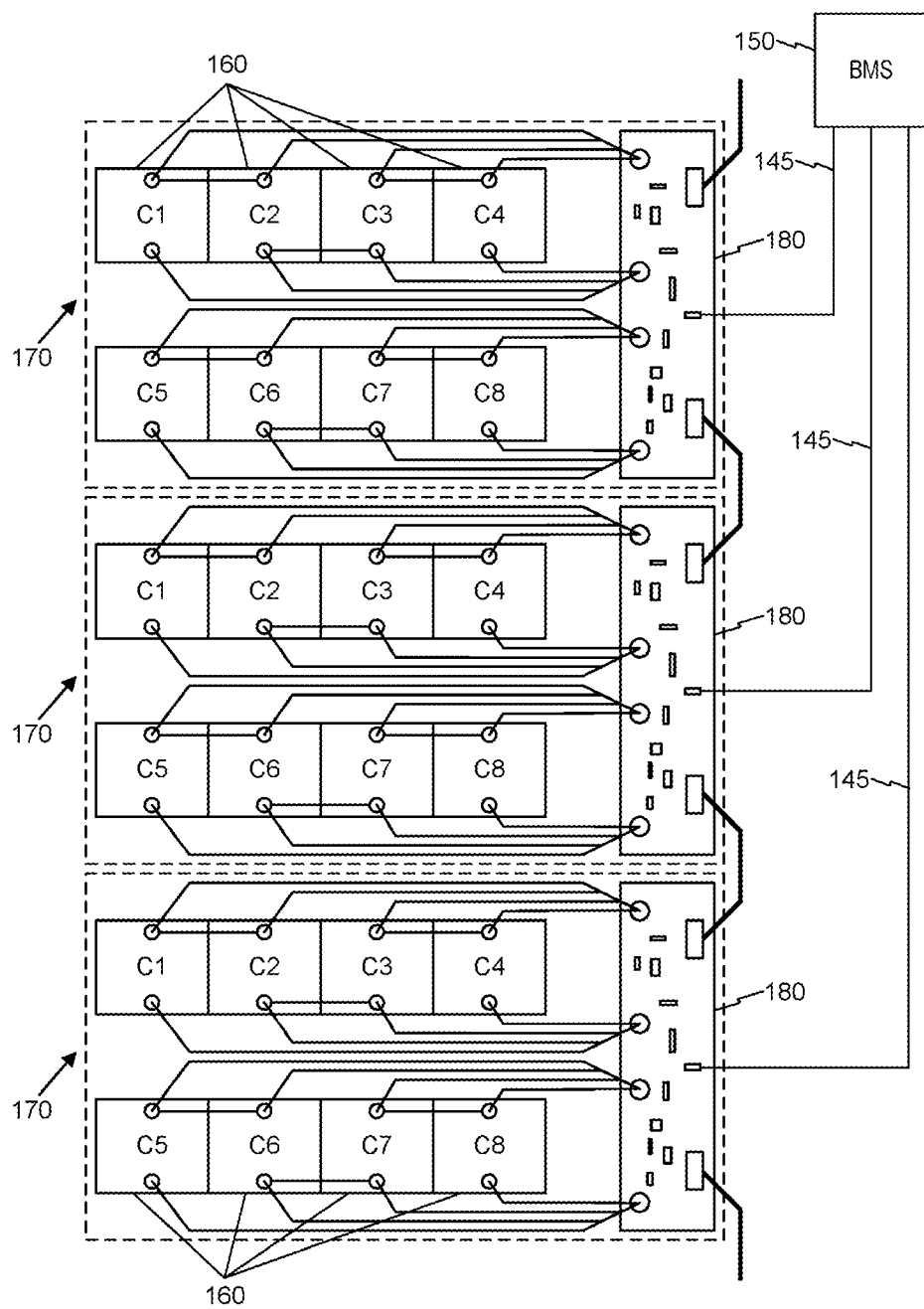


FIG. 1b

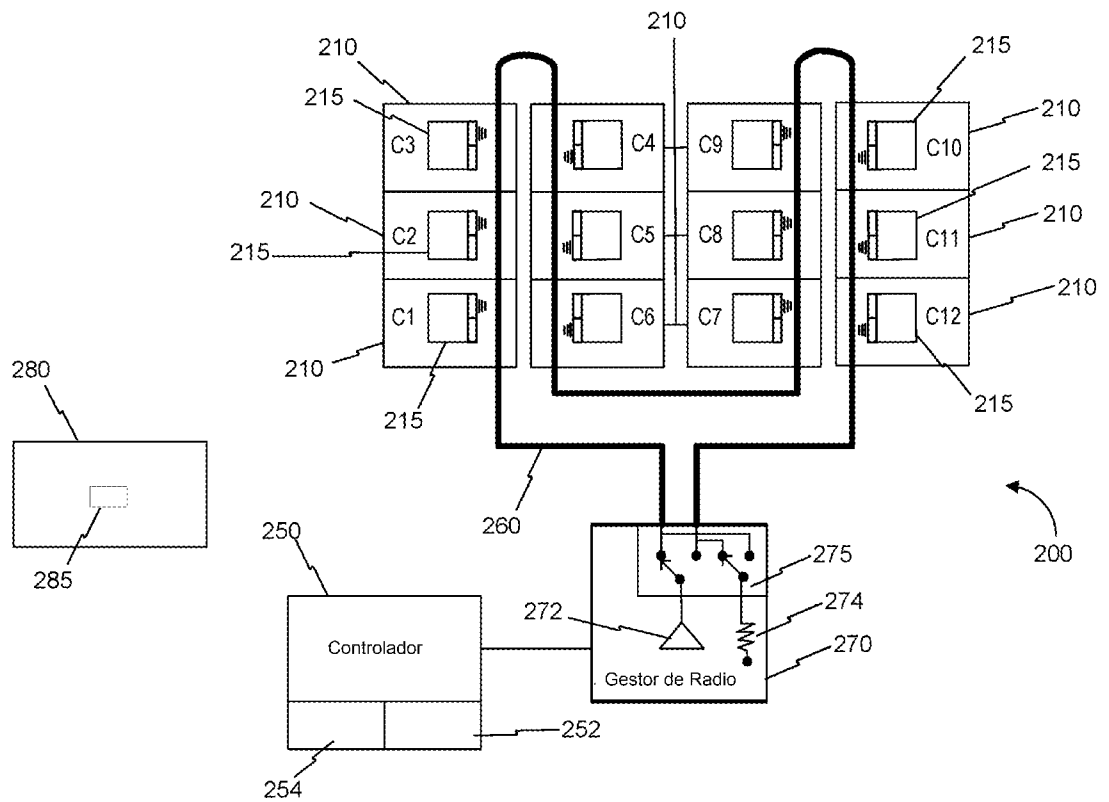


FIG. 2

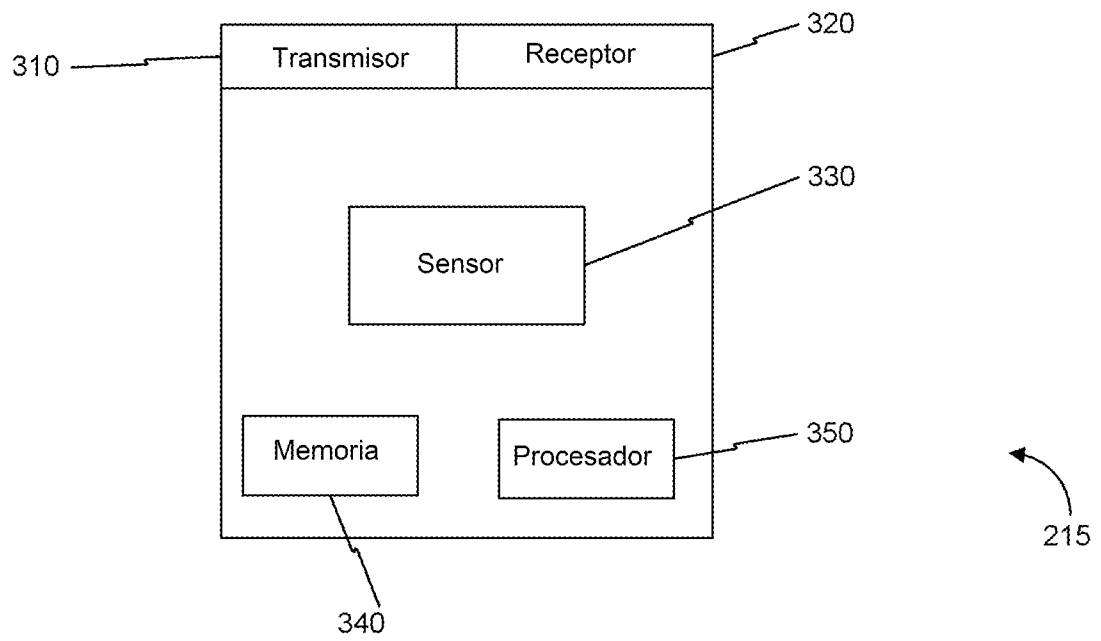


FIG. 3

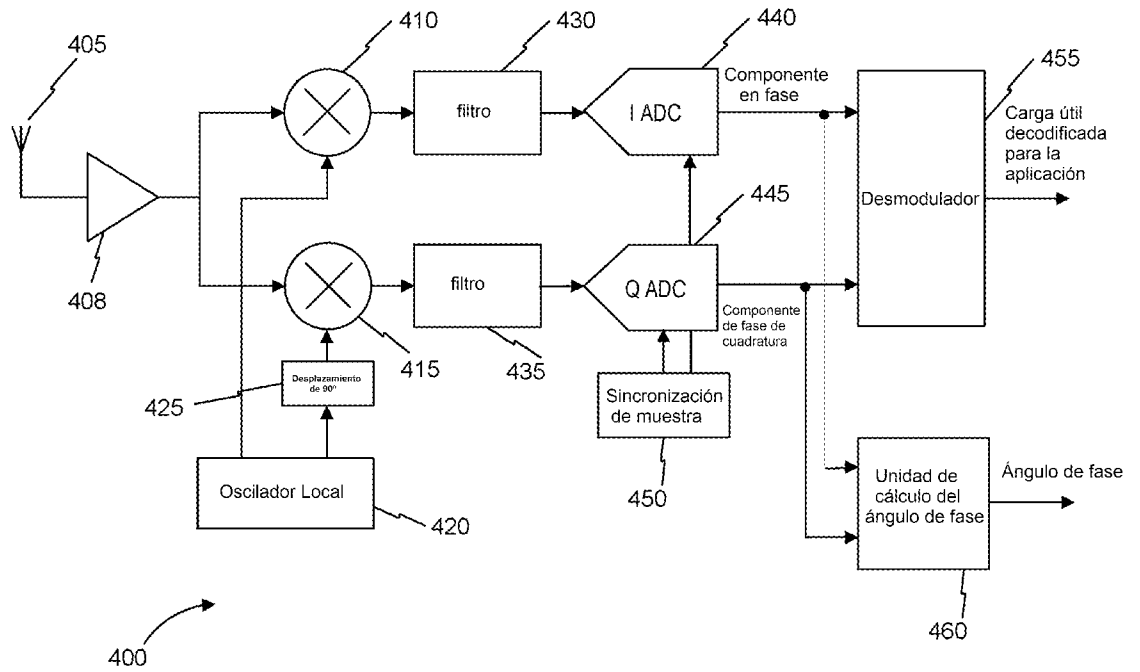


FIG. 4

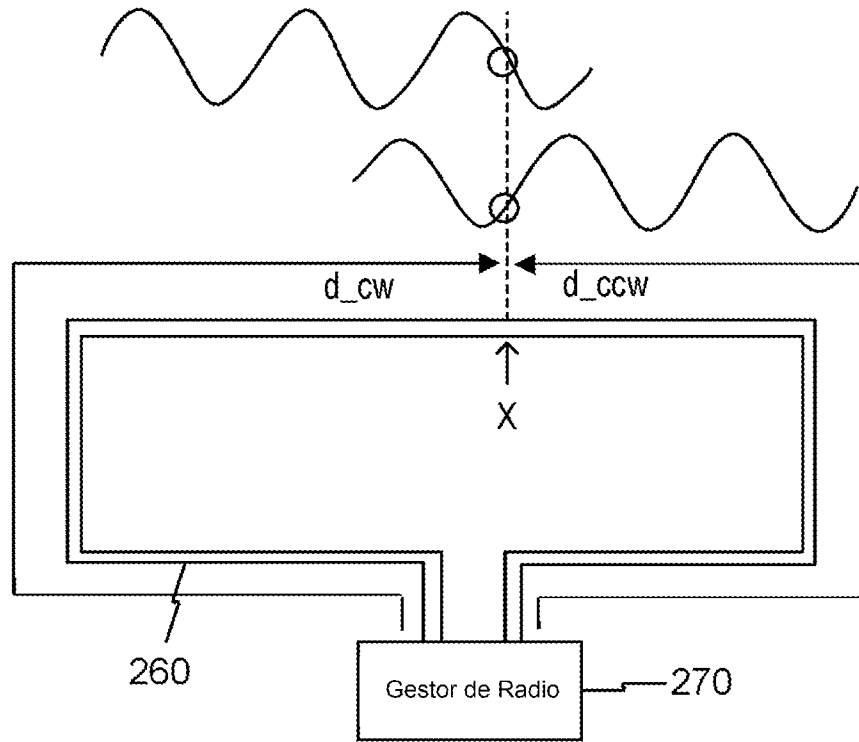


FIG. 5

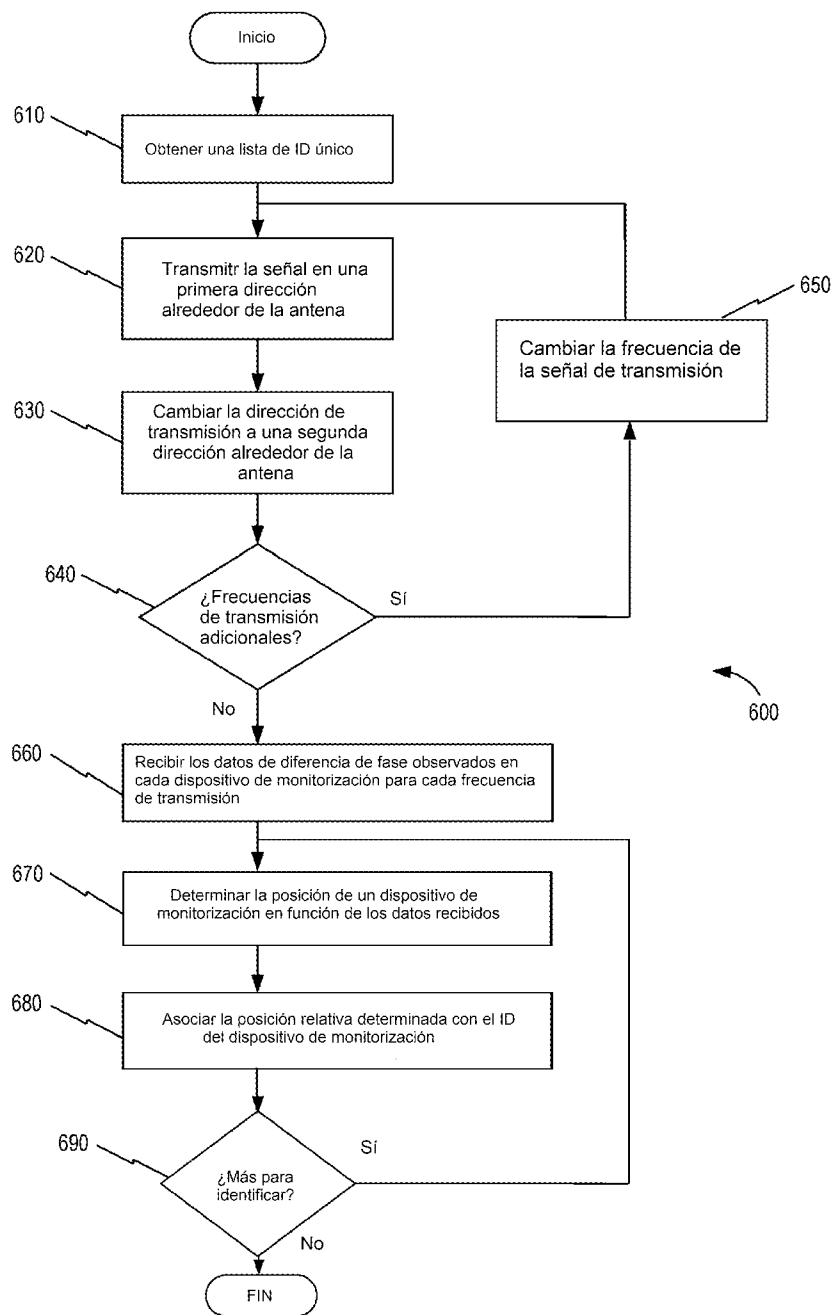


FIG. 6

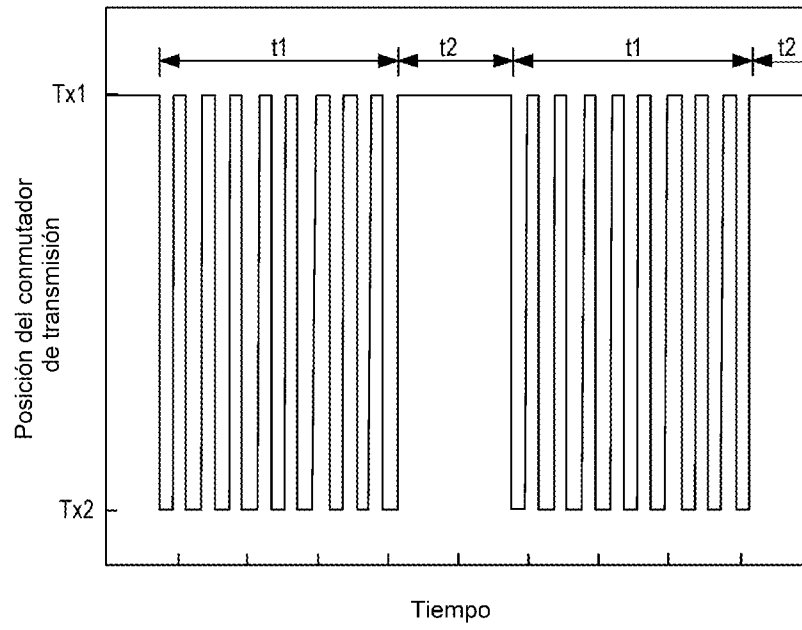


FIG. 7

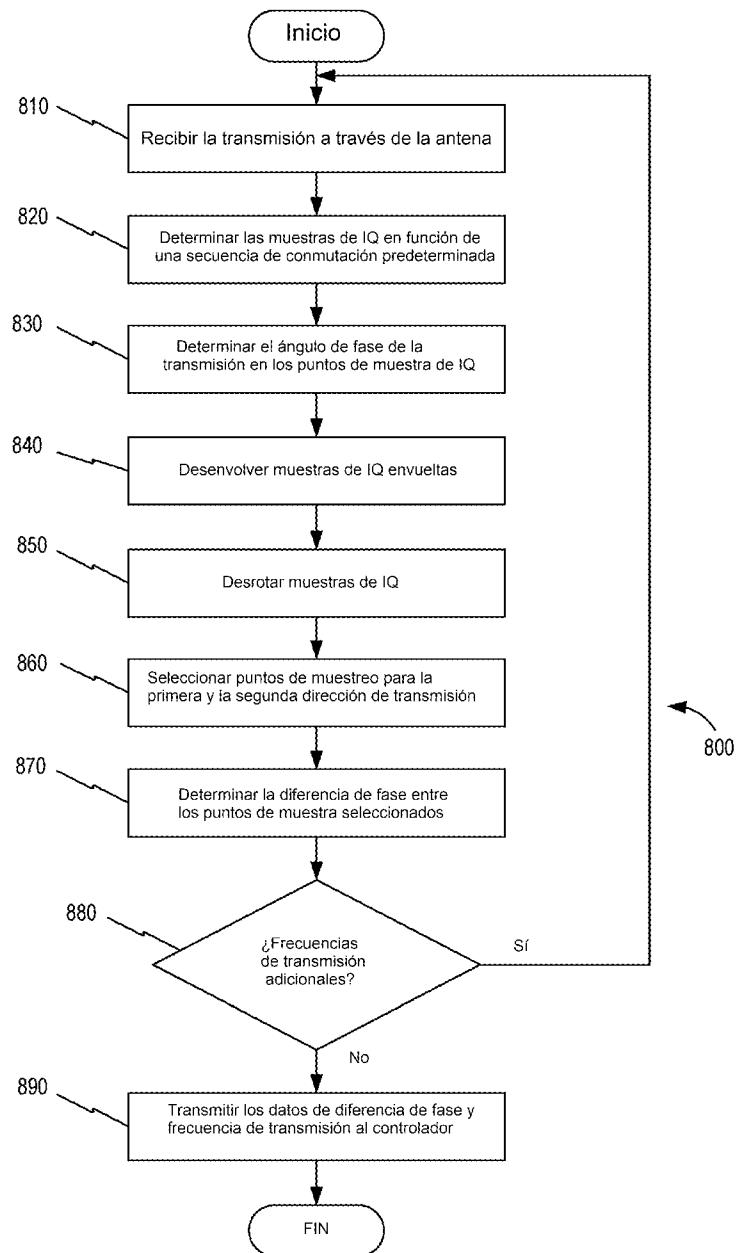


FIG. 8

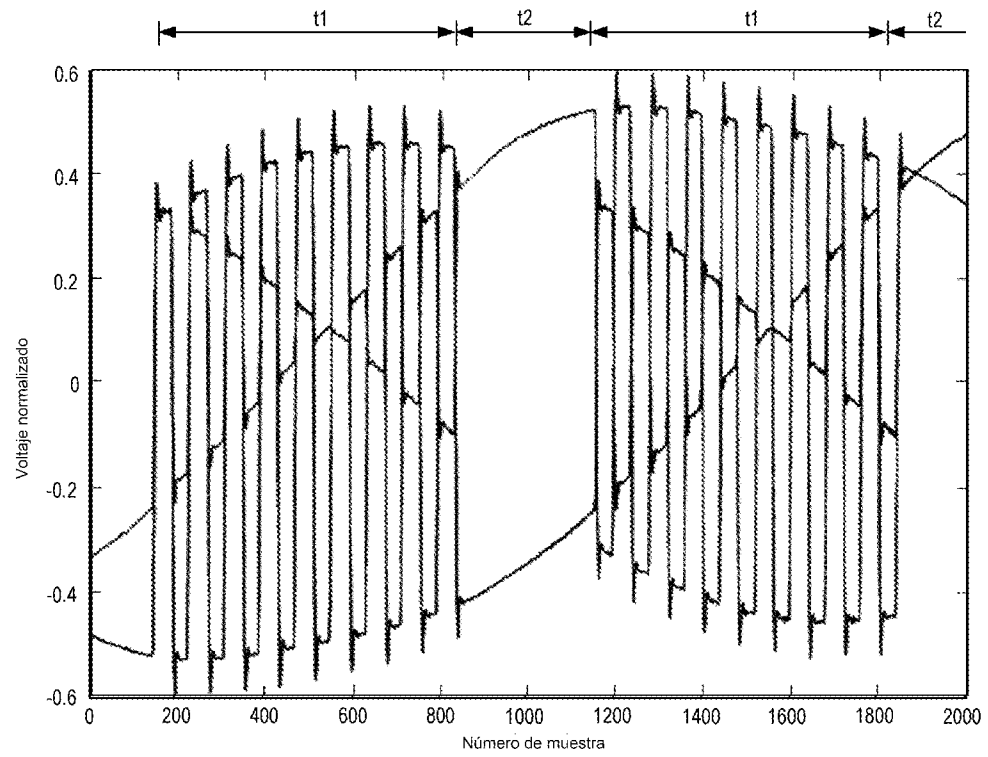


FIG. 9A

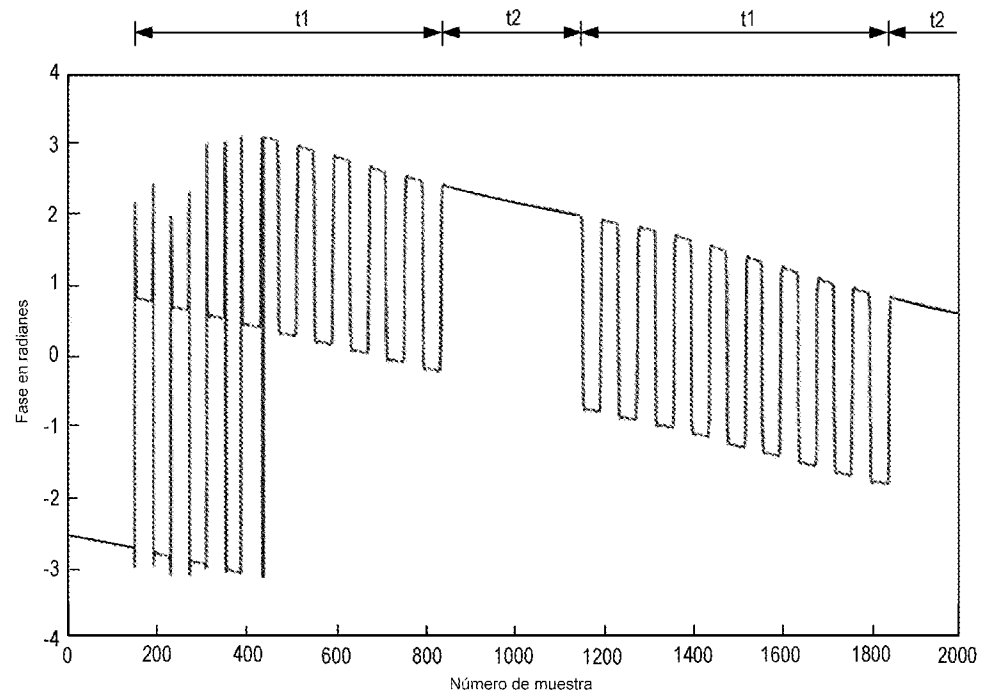


FIG. 9B

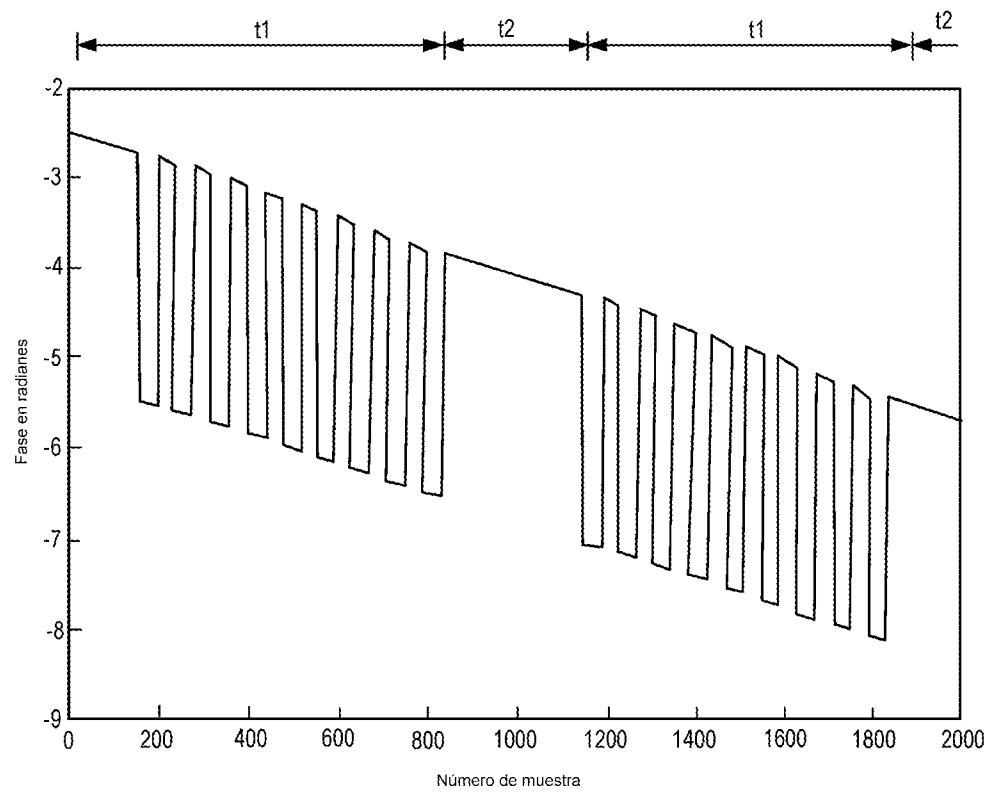


FIG. 9C

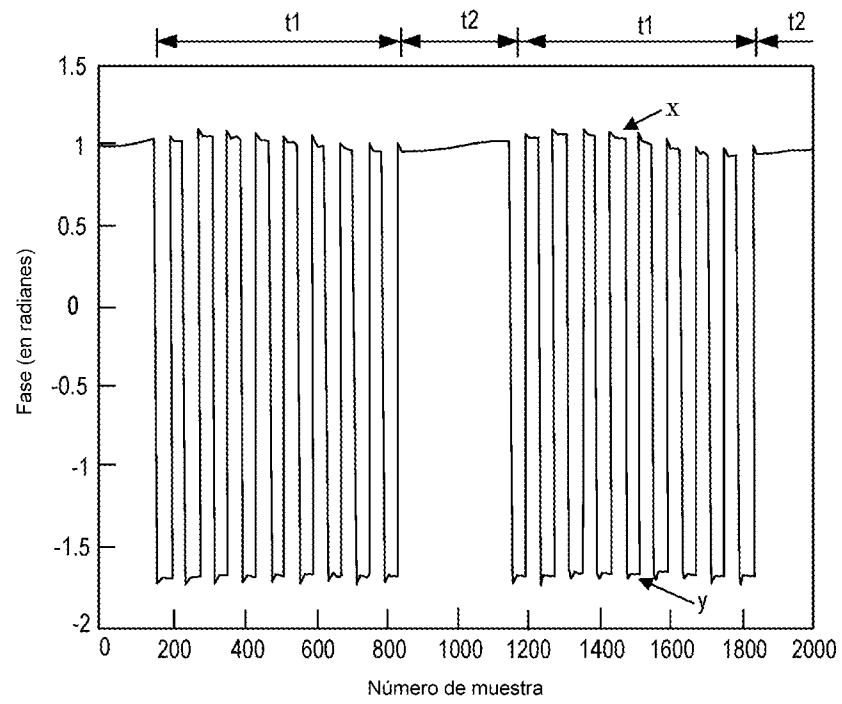


FIG. 9D

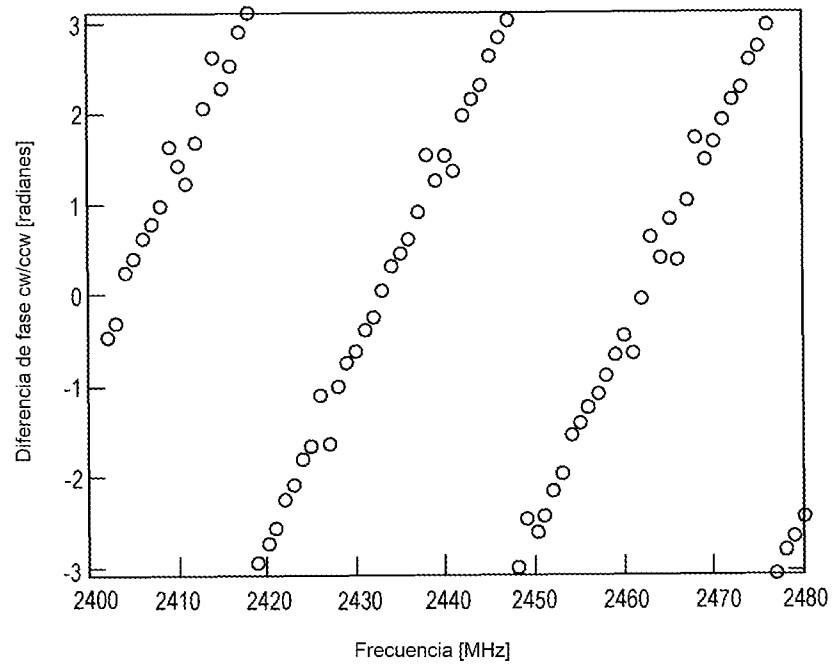


FIG. 10

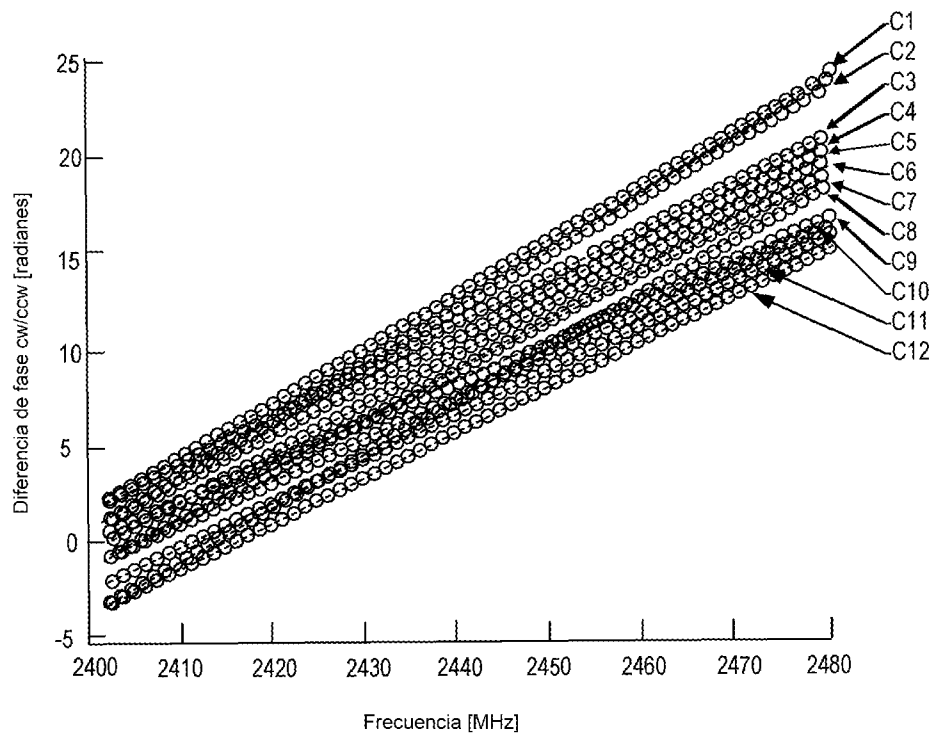


FIG. 11