

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 638 813**

51 Int. Cl.:

**H02J 50/90** (2006.01)

**B60L 11/18** (2006.01)

**G01B 7/31** (2006.01)

**H02J 7/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **23.09.2014 PCT/US2014/057010**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.04.2015 WO15048032**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.09.2014 E 14781009 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.02.2017 EP 3025405**

54 Título: **Alineación de dispositivos en sistemas de transferencia de energía inductiva**

30 Prioridad:

**27.09.2013 US 201314040496**

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

**24.10.2017**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)  
5775 Morehouse Drive  
San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**KAWASHIMA, KIYOTAKA**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 638 813 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

Alineación de dispositivos en sistemas de transferencia de energía inductiva

### 5 CAMPO

La presente divulgación se refiere, en general, a la transferencia inalámbrica de energía y, más específicamente, a dispositivos, sistemas y procedimientos para la transferencia inalámbrica de energía a sistemas remotos, tales como vehículos que incluyen baterías, y para la alineación de dispositivos de transferencia inalámbrica de energía. El documento JP2011 244624A divulga un dispositivo de este tipo.

### ANTECEDENTES

Se han introducido sistemas remotos, tales como vehículos, que incluyen energía de locomoción obtenida de la electricidad recibida desde un dispositivo de almacenamiento de energía, tal como una batería. Por ejemplo, los vehículos eléctricos híbridos incluyen cargadores de a bordo que utilizan energía procedente del frenado del vehículo y de motores tradicionales para cargar los vehículos. Los vehículos que son únicamente eléctricos, en general, reciben la electricidad para cargar las baterías desde otras fuentes. A menudo se propone que los vehículos eléctricos con baterías (vehículos eléctricos) se carguen mediante algún tipo de corriente alterna (CA) por cable, tal como fuentes de alimentación de CA domésticas o comerciales. Las conexiones de carga por cable requieren cables u otros conectores similares que están conectados físicamente a una fuente de alimentación. Los cables y conectores similares a veces pueden ser incómodos o engorrosos y presentar otros inconvenientes. Los sistemas de carga de energía inalámbrica que son capaces de transferir energía en el espacio libre de carga (por ejemplo, mediante un campo inalámbrico), con el fin de utilizarse para cargar vehículos eléctricos, pueden superar algunas de las deficiencias de las soluciones de carga por cable. Así pues, son deseables sistemas y procedimientos de carga de energía inalámbrica que transfieran energía de manera eficaz y segura para cargar vehículos eléctricos.

Los sistemas de transferencia de energía inductiva (IPT) son unos de los medios para la transferencia inalámbrica de energía. En la IPT, un dispositivo de energía primario (o "base") transmite energía a un dispositivo receptor de energía secundario (o "captador"). Cada uno entre los dispositivos transmisor y receptor de energía incluye inductores, típicamente bobinas o devanados de medios de transporte de corriente eléctrica. Una corriente alterna en el inductor primario produce un campo electromagnético fluctuante. Cuando el inductor secundario se coloca en las cercanías del inductor primario, el campo electromagnético fluctuante induce una fuerza electromotriz (EMF) en el inductor secundario, transfiriendo de ese modo energía al dispositivo receptor de energía secundario.

### RESUMEN

Cada una de las diversas implementaciones de los sistemas, procedimientos y dispositivos dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas presenta varios aspectos, ninguno de los cuales es el único responsable de los atributos deseables descritos en el presente documento. Sin limitar el alcance de las reivindicaciones adjuntas, en el presente documento se describen algunas características destacadas.

Los detalles de una o más implementaciones del asunto en cuestión, descrito en la presente especificación, se exponen en los dibujos adjuntos y en la siguiente descripción. Otras características, aspectos y ventajas serán evidentes a partir de la descripción, los dibujos y las reivindicaciones. Téngase en cuenta que las dimensiones relativas de las siguientes figuras pueden no estar trazadas a escala.

Un aspecto de la divulgación proporciona un receptor de energía inalámbrica. El receptor de energía inalámbrica incluye un primer elemento inductivo configurado para recibir energía de carga inalámbrica desde un transmisor. El receptor de energía inalámbrica incluye además un segundo elemento inductivo, separado lateralmente del primero, configurado para recibir energía de carga inalámbrica desde el transmisor. El receptor de energía inalámbrica incluye además un detector de posición configurado para determinar una posición lateral del receptor con respecto al transmisor, basándose en características de los elementos inductivos primero y segundo.

En varios modos de realización, al menos una característica puede incluir un voltaje inducido en los elementos inductivos primero y segundo. En varios modos de realización, los elementos inductivos primero y segundo se pueden conectar eléctricamente en serie en una configuración de "doble D". En varios modos de realización, el receptor de energía inalámbrica puede incluir además un conmutador configurado para dividir eléctricamente los elementos inductivos primero y segundo.

En varios modos de realización, el receptor de energía inalámbrica puede incluir además una bobina de cuadratura, esencialmente entre las bobinas primera y segunda. En varios modos de realización, el detector de posición está configurado además para determinar una posición longitudinal del receptor con respecto al transmisor, basándose en un gradiente de un parámetro de alineación escalar y/o una dirección de giro de al menos una rueda. En varios modos de realización, el receptor de energía inalámbrica puede incluir un vehículo eléctrico que incluye un sistema de alineación automática configurado para alinear el vehículo eléctrico con respecto al transmisor, basándose en la

posición lateral determinada.

Otro aspecto proporciona un procedimiento de detección de la alineación en un receptor de energía inalámbrica. El procedimiento incluye la recepción de energía inalámbrica en un primer elemento inductivo desde un transmisor. El procedimiento incluye además la recepción de energía inalámbrica en un segundo elemento inductivo desde el transmisor. El procedimiento incluye además la determinación de una posición lateral del receptor con respecto al transmisor, basándose en características de los elementos inductivos primero y segundo.

En varios modos de realización, al menos una característica puede incluir un voltaje inducido en los elementos inductivos primero y segundo. En varios modos de realización, los elementos inductivos primero y segundo se pueden conectar eléctricamente en serie en una configuración de "doble D". En varios modos de realización, el procedimiento puede incluir además la división eléctrica de los elementos inductivos primero y segundo.

En varios modos de realización, el procedimiento puede incluir además la recepción de la energía inalámbrica en una bobina de cuadratura, esencialmente entre las bobinas primera y segunda. En varios modos de realización, el procedimiento puede incluir además la determinación de una posición longitudinal del receptor con respecto al transmisor, basándose en un gradiente de un parámetro de alineación escalar y/o una dirección de giro de al menos una rueda. En varios modos de realización, el procedimiento puede incluir además la alineación de un vehículo eléctrico con respecto al transmisor, basándose en la posición lateral determinada.

Otro aspecto proporciona un aparato para detectar la alineación en un receptor de energía inalámbrica. El aparato incluye un primer elemento inductivo configurado para recibir energía de carga inalámbrica desde un transmisor. El aparato incluye además un segundo elemento inductivo configurado para recibir energía de carga inalámbrica desde un transmisor. El aparato incluye además medios para determinar una posición lateral del receptor con respecto al transmisor, basándose en características de los elementos inductivos primero y segundo.

En varios modos de realización, al menos una característica puede incluir un voltaje inducido en los elementos inductivos primero y segundo. En varios modos de realización, los elementos inductivos primero y segundo se pueden conectar eléctricamente en serie en una configuración de "doble D". En varios modos de realización, el aparato puede incluir además medios para dividir eléctricamente los elementos inductivos primero y segundo.

En varios modos de realización, el aparato puede incluir además una bobina de cuadratura, esencialmente entre las bobinas primera y segunda. En varios modos de realización, el aparato puede incluir además medios para determinar una posición longitudinal del receptor con respecto al transmisor, basándose en un gradiente de un parámetro de alineación escalar y/o una dirección de giro de al menos una rueda. En varios modos de realización, el aparato puede incluir además medios para alinear un vehículo eléctrico con respecto al transmisor, basándose en la posición lateral determinada.

Otro aspecto proporciona un medio no transitorio legible por ordenador que incluye código que, cuando se ejecuta, hace que un aparato de carga inalámbrica reciba energía inalámbrica en un primer elemento inductivo desde un transmisor. El medio incluye además código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato reciba energía inalámbrica en un segundo elemento inductivo desde el transmisor. El medio incluye además código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato determine una posición lateral del receptor con respecto al transmisor, basándose en características de los elementos inductivos primero y segundo.

En varios modos de realización, al menos una característica puede incluir un voltaje inducido en los elementos inductivos primero y segundo. En varios modos de realización, los elementos inductivos primero y segundo se pueden conectar eléctricamente en serie en una configuración de "doble D". En varios modos de realización, el medio puede incluir además código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato divida eléctricamente los elementos inductivos primero y segundo.

En varios modos de realización, el medio puede incluir además código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato reciba energía inalámbrica en una bobina de cuadratura, esencialmente entre las bobinas primera y segunda. En varios modos de realización, el medio puede incluir además código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato determine una posición longitudinal del receptor con respecto al transmisor, basándose en un gradiente de un parámetro de alineación escalar y/o una dirección de giro de al menos una rueda. En varios modos de realización, el medio puede incluir además código que, cuando se ejecuta, hace que el aparato alinee un vehículo eléctrico con respecto al transmisor, basándose en la posición lateral determinada.

**60 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

La FIG. 1 es un diagrama de un sistema de transferencia de energía inalámbrica a modo de ejemplo para cargar un vehículo eléctrico, de acuerdo con un modo de realización a modo de ejemplo.

65 La FIG. 2 es un diagrama esquemático de los componentes básicos a modo de ejemplo del sistema de transferencia de energía inalámbrica de la FIG. 1.

La FIG. 3 es otro diagrama de bloques funcionales que muestra componentes básicos y auxiliares a modo de ejemplo del sistema de transferencia de energía inalámbrica de la FIG. 1.

5 Las FIGs. 4A a 4C son diagramas del sistema de transferencia de energía inalámbrica de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo.

La FIG. 5 muestra un diagrama espacial de una plataforma del vehículo y una plataforma de base.

10 La FIG. 6 muestra un circuito de recepción de un vehículo eléctrico de acuerdo con un modo de realización.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo de un procedimiento a modo de ejemplo de detección de la alineación de energía inalámbrica.

15 La FIG. 8 es un diagrama de bloques funcionales de un aparato para detectar la alineación de energía inalámbrica.

Las diversas características ilustradas en los dibujos pueden no estar trazadas a escala. Consecuentemente, las dimensiones de las diversas características se pueden ampliar o reducir arbitrariamente por motivos de claridad. Además, algunos de los dibujos pueden no representar todos los componentes de un sistema, procedimiento o dispositivo dado. Por último, se pueden utilizar números de referencia iguales para indicar características iguales en toda la extensión de la especificación y las figuras.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 La descripción detallada que se expone a continuación en relación con los dibujos adjuntos está concebida como una descripción de los modos de realización a modo de ejemplo y no está concebida para representar los únicos modos de realización que se pueden llevar a la práctica. El término "a modo de ejemplo" utilizado a lo largo de esta descripción significa "que sirve como un ejemplo, caso o ilustración" y no debe interpretarse necesariamente como preferente o ventajoso sobre otros modos de realización a modo de ejemplo. La descripción detallada incluye detalles específicos con el fin de proporcionar una comprensión global de los modos de realización a modo de ejemplo. Los modos de realización a modo de ejemplo de la invención pueden llevarse a la práctica sin estos detalles específicos. En algunos casos, dispositivos y estructuras bien conocidos aparecen en forma de diagrama de bloques para evitar el oscurecimiento de la novedad de los modos de realización a modo de ejemplo presentados en el presente documento.

Los sistemas de transferencia de energía inductiva (IPT) pueden transferir la energía de manera óptima cuando los inductores primario y secundario están alineados. Por tanto, es deseable que un sistema de carga de energía inalámbrica del vehículo eléctrico incluya un sistema para garantizar que el vehículo esté colocado de tal manera que se optimice la alineación de los inductores antes de comenzar la carga.

Además de una transferencia de energía inferior a la óptima, puede existir un riesgo de seguridad si un inductor primario se energiza para la carga antes de que el inductor secundario esté correctamente alineado. Por ejemplo, un sistema de carga del vehículo eléctrico puede incluir dispositivos de energía montados en el suelo, en los que se aloja el inductor primario, que son fácilmente accesibles a personas ajenas y que pueden abrirse para que se depositen residuos o similares en el dispositivo o cerca del mismo. Puede existir un riesgo, ya sea percibido o real, de que los seres humanos o los animales se expongan a campos electromagnéticos. Además, algunos tipos de materiales alojados en un dispositivo de base de transferencia de energía inalámbrica pueden ser vulnerables a la ignición. Si un vehículo sin un dispositivo de energía de captación se coloca sobre un dispositivo primario energizado, se puede producir el calentamiento de partes del vehículo, lo que podría ser peligroso. En consecuencia, algunos países o regiones pueden imponer normas de seguridad que los sistemas de carga de vehículos eléctricos deben cumplir legalmente. Por lo tanto, es deseable minimizar dichos riesgos con sistemas de transferencia de energía inalámbrica que no tengan un coste y una complejidad significativos.

55 Los dispositivos de carga de base pueden estar equipados con sensores para detectar la presencia de residuos u objetos móviles cerca del dispositivo e impedir la energización cuando se realiza una detección positiva. Sin embargo, en algunos casos, los sensores son propensos a cometer errores e implican el coste y la complejidad de componentes adicionales.

60 Los sistemas de IPT de vehículos eléctricos pueden utilizar diversos sistemas de alineación para alinear el vehículo eléctrico y los inductores del dispositivo de carga y, a continuación, comunicar que se ha conseguido la alineación con el dispositivo de carga, permitiendo así una energización segura. Por ejemplo, los sistemas de alineación pueden incluir guías mecánicas, sensores o enlaces de comunicación inalámbrica (por ejemplo, comunicación de RF, Bluetooth, etc.) que proporcionan información de respuesta a un conductor o a un sistema de guía del vehículo. Una vez que se consigue una alineación adecuada, se devuelve una señal al dispositivo de carga, que entonces es capaz de energizar de forma segura. Sin embargo, en algunos casos, dichos mecanismos de alineación añaden

complejidad y coste a un sistema de transferencia de energía inalámbrica, debido a la necesidad de componentes adicionales para los sistemas de alineación.

5 Se pueden utilizar sistemas similares para seleccionar cuál de los múltiples dispositivos de carga se debe energizar en una situación en la que un vehículo dispone de diversos dispositivos de carga desde los cuales recibir energía, por ejemplo, en un aparcamiento con dispositivos de carga en cada plaza de estacionamiento. La determinación con precisión de la posición de un vehículo se puede utilizar para seleccionar el dispositivo de carga correcto para energizar, lo que puede ser difícil de hacer utilizando algunos dispositivos de comunicación en algunos casos.

10 Los sistemas de transferencia de energía inalámbrica pueden utilizar un enlace de energía inalámbrica para la comunicación entre los dispositivos transmisor y receptor, sin antenas de comunicaciones específicas adicionales. Por ejemplo, un controlador puede habilitar la modulación por desplazamiento de amplitud en el trayecto de energía inalámbrica a intervalos predefinidos, que pueden ser detectados por un dispositivo receptor. El dispositivo de base puede incluir un circuito de detección de carga que se ve afectado por la presencia de un dispositivo receptor,  
15 detectándolo de este modo. Sin embargo, en algunos casos, dichos sistemas implican la energización periódica del dispositivo de carga en cierto grado, incluso cuando no está presente un vehículo eléctrico, lo que puede no ser deseable desde una perspectiva de seguridad.

20 La FIG. 1 es un diagrama de un sistema de transferencia de energía inalámbrica 100 a modo de ejemplo, para cargar un vehículo eléctrico 112, de acuerdo con un modo de realización a modo de ejemplo. El sistema de transferencia de energía inalámbrica 100 permite cargar un vehículo eléctrico 112 mientras el vehículo eléctrico 112 está estacionado cerca de un sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a. Se ilustran espacios en una zona de estacionamiento para que dos vehículos eléctricos estacionen sobre el correspondiente sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a y 102b. En algunos modos de realización, un centro de distribución local 130  
25 puede estar conectado a una red troncal de alimentación 132 y configurarse para proporcionar un suministro de corriente alterna (AC) o corriente continua (CC), a través de un enlace de alimentación 110, al sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a. El sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a también incluye una bobina de inducción del sistema de base 104a para transferir o recibir energía de forma inalámbrica. Un vehículo eléctrico 112 puede incluir una unidad de batería 118, una bobina de inducción del vehículo eléctrico 116 y un sistema de carga del vehículo eléctrico 114. La bobina de inducción del vehículo eléctrico 116 puede interactuar con la bobina de inducción del sistema de base 104a, por ejemplo, mediante una región del campo electromagnético generado por la bobina de inducción del sistema de base 104a.

35 En algunos modos de realización a modo de ejemplo, la bobina de inducción del vehículo eléctrico 116 puede recibir energía cuando la bobina de inducción del vehículo eléctrico 116 está situada en un campo de energía producido por la bobina de inducción del sistema de base 104a. El campo corresponde a una región en la que la energía generada por la bobina de inducción del sistema de base 104a puede ser capturada por una bobina de inducción del vehículo eléctrico 116. En algunos casos, el campo puede corresponder al "campo cercano" de la bobina de inducción del sistema de base 104a. El campo cercano puede corresponder a una región en la que existen fuertes campos reactivos resultantes de las corrientes y cargas en la bobina de inducción del sistema de base 104a, que no irradian energía desde la bobina de inducción del sistema de base 104a. En algunos casos, el campo cercano puede corresponder a una región que está dentro de aproximadamente  $1/2\pi$  de la longitud de onda de la bobina de inducción del sistema de base 104a (y viceversa para la bobina de inducción del vehículo eléctrico 116).

45 La distribución local 130 puede estar configurada para comunicarse con fuentes externas (por ejemplo, una red eléctrica) mediante una red de retorno de comunicación 134, y con el sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a mediante un enlace de comunicación 108.

50 En algunos modos de realización, la bobina de inducción del vehículo eléctrico 116 puede estar alineada con la bobina de inducción del sistema de base 104a y, por lo tanto, estar dispuesta dentro de una región de campo cercano, simplemente gracias a que el conductor coloca el vehículo eléctrico 112 correctamente con respecto a la bobina de inducción del sistema de base 104a. Adicionalmente, o alternativamente, se puede proporcionar al conductor información de respuesta visual, información de respuesta auditiva o combinaciones de las mismas para determinar cuándo el vehículo eléctrico 112 está correctamente situado para la transferencia de energía inalámbrica.  
55 Adicionalmente, o alternativamente, el vehículo eléctrico 112 puede situarse mediante un sistema de piloto automático, que puede mover el vehículo eléctrico 112 hacia atrás y hacia delante (por ejemplo, en movimientos de zigzag) hasta que un error de alineación alcance un valor tolerable. Esto se puede realizar de forma automática y autónoma mediante el vehículo eléctrico 112, sin intervención del conductor o con una intervención mínima del conductor si, por ejemplo, el vehículo eléctrico 112 está equipado con un servo volante, sensores de ultrasonidos e inteligencia para ajustar el vehículo. Adicionalmente, o alternativamente, la bobina de inducción del vehículo eléctrico 116, la bobina de inducción del sistema de base 104a, o una combinación de las mismas, pueden tener funcionalidades para desplazar y mover las bobinas de inducción 116 y 104a, una con respecto a la otra, con el fin de orientarlas con mayor precisión y desarrollar un acoplamiento más eficaz entre las mismas.

65 El sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a puede estar situado en diversas ubicaciones. A modo de ejemplos, algunas ubicaciones adecuadas incluyen una zona de estacionamiento en una casa del propietario del

vehículo eléctrico 112, zonas de estacionamiento reservadas para la carga inalámbrica de vehículos eléctricos, modeladas según las estaciones de servicio convencionales basadas en el petróleo, y aparcamientos en otras ubicaciones tales como centros comerciales y lugares de trabajo.

5 La carga inalámbrica de vehículos eléctricos puede proporcionar numerosas ventajas. Por ejemplo, la carga se puede realizar de forma automática, prácticamente sin intervención ni manipulaciones del conductor, mejorando así la comodidad para un usuario. También puede no haber ningún contacto eléctrico expuesto y ningún desgaste mecánico, mejorando así la fiabilidad del sistema de transferencia de energía inalámbrica 100. Pueden no ser necesarias manipulaciones con cables y conectores, y puede no haber cables, enchufes o conectores que puedan estar expuestos a la humedad y al agua en un entorno exterior, mejorando así la seguridad. También puede no haber tomas, cables y enchufes visibles o accesibles, reduciendo así el vandalismo potencial de los dispositivos de carga de energía. Además, como un vehículo eléctrico 112 se puede utilizar como dispositivo de almacenamiento distribuido para estabilizar una red eléctrica, se puede utilizar una solución de acoplamiento a la red para aumentar la disponibilidad de los vehículos para el funcionamiento de Vehículo a Red (V2G).

15 Un sistema de transferencia de energía inalámbrica 100 como el descrito con referencia a la FIG. 1 también puede proporcionar ventajas estéticas y no obstaculizadoras. Por ejemplo, puede no haber columnas de carga ni cables que puedan ser obstáculos para los vehículos y/o los peatones.

20 Como una explicación adicional de la capacidad de vehículo a red, las capacidades de transmisión y recepción de energía inalámbrica pueden configurarse para ser recíprocas, de modo que el sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a transfiera energía al vehículo eléctrico 112 y el vehículo eléctrico 112 transfiera energía al sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a, por ejemplo, en momentos de escasez de energía. Esta capacidad puede ser útil para estabilizar la red de distribución de energía, permitiendo que los vehículos eléctricos contribuyan con energía al sistema general de distribución en momentos de escasez de energía causados por un exceso de demanda o un déficit en la producción de energía renovable (por ejemplo, energía eólica o solar).

30 La FIG. 2 es un diagrama esquemático de los componentes básicos a modo de ejemplo del sistema de transferencia de energía inalámbrica 100 de la FIG. 1. Como se muestra en la FIG. 2, el sistema de transferencia de energía inalámbrica 200 puede incluir un circuito de transmisión del sistema de base 206 que incluye una bobina de inducción del sistema de base 204 que tiene una inductancia  $L_1$ . El sistema de transferencia de energía inalámbrica 200 incluye además un circuito de recepción del vehículo eléctrico 222 que incluye una bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 que tiene una inductancia  $L_2$ . Los modos de realización descritos en el presente documento pueden usar bucles de cable cargado capacitivamente (es decir, bobinas de múltiples vueltas) que forman una estructura resonante que es capaz de acoplar de manera eficaz la energía desde una estructura primaria (transmisor) a una estructura secundaria (receptor) a través de un campo cercano, magnético o electromagnético, si tanto la primaria como la secundaria están sintonizadas en una frecuencia de resonancia común.

40 Una frecuencia de resonancia puede basarse en la inductancia y la capacitancia de un circuito de transmisión que incluye una bobina de inducción (por ejemplo, la bobina de inducción del sistema de base 204). Como se muestra en la FIG. 2, la inductancia puede ser, en general, la inductancia de la bobina de inducción, mientras que la capacitancia se puede añadir a la bobina de inducción para crear una estructura resonante en una frecuencia de resonancia deseada. A modo de ejemplo, se puede añadir un condensador en serie con la bobina de inducción para crear un circuito resonante (por ejemplo, el circuito de transmisión del sistema de base 206) que genera un campo electromagnético. Por consiguiente, para las bobinas de inducción de mayor diámetro, el valor de la capacitancia para inducir la resonancia puede disminuir a medida que aumenta el diámetro o la inductancia de la bobina. La inductancia también puede depender de un número de vueltas de una bobina de inducción. Además, según aumenta el diámetro de la bobina de inducción, el área de transferencia eficaz de energía del campo cercano puede aumentar. Son posibles otros circuitos resonantes. A modo de otro ejemplo, se puede colocar un condensador en paralelo entre los dos terminales de la bobina de inducción (por ejemplo, un circuito resonante paralelo). Asimismo, se puede diseñar una bobina de inducción que tenga un alto factor de calidad (Q) para mejorar la resonancia de la bobina de inducción.

55 Las bobinas se pueden utilizar para la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 y la bobina de inducción del sistema de base 204. El uso de estructuras resonantes para el acoplamiento de energía se puede denominar "resonancia magnética acoplada", "resonancia electromagnética acoplada" y/o "inducción resonante". El funcionamiento del sistema de transferencia de energía inalámbrica 200 se describirá en base a la transferencia de energía desde un sistema de carga de energía inalámbrica de base 202 a un sistema de carga de vehículo eléctrico 214 de un vehículo eléctrico 112, pero no está limitado al mismo. Por ejemplo, el vehículo eléctrico 112 puede transferir energía al sistema de carga de energía inalámbrica de base 202.

60 Con referencia a la FIG. 2, una fuente de alimentación 208 (por ejemplo, de CA o CC) suministra una potencia  $P_{SDC}$  al sistema de carga de energía inalámbrica de base 202 para transferir energía a un vehículo eléctrico 112. El sistema de carga de energía inalámbrica de base 202 incluye un convertidor de energía del sistema de carga de base 236. El convertidor de energía del sistema de carga de base 236 puede incluir circuitos tales como un convertidor de CA/CC configurado para convertir la energía de CA de la red eléctrica estándar a energía de CC a un

nivel de tensión adecuado, y un convertidor de CC/baja frecuencia (LF) configurado para convertir la energía de CC a energía a una frecuencia de funcionamiento adecuada para la transferencia inalámbrica de alta potencia. El convertidor de energía del sistema de carga de base 236 suministra una potencia  $P_1$  al circuito de transmisión del sistema de base 206 que incluye un circuito de sintonización del sistema de carga de base 205, que puede consistir en componentes de sintonización reactivos en una configuración en serie o paralelo, o una combinación de ambas con la bobina de inducción del sistema base 204 para emitir un campo electromagnético a una frecuencia deseada. Se puede proporcionar el condensador  $C_1$  para formar un circuito resonante con la bobina de inducción del sistema de base 204, que resuena a una frecuencia deseada.

Tanto el circuito de transmisión del sistema de base 206, que incluye la bobina de inducción del sistema de base 204, como el circuito de recepción del vehículo eléctrico 222, que incluye la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216, se pueden sintonizar en esencialmente las mismas frecuencias y se pueden colocar dentro del campo cercano de un campo electromagnético transmitido por una entre la bobina de inducción del sistema de base 204 y la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216. En este caso, la bobina de inducción del sistema de base 204 y la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 pueden llegar a acoplarse entre sí de tal manera que se pueda transferir energía al circuito de recepción del vehículo eléctrico 222, que incluye un circuito de sintonización del sistema de carga del vehículo eléctrico 221 y la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216. Se puede proporcionar el circuito de sintonización del sistema de carga del vehículo eléctrico 221 para formar un circuito resonante con la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216, que resuena en una frecuencia deseada. El coeficiente de acoplamiento mutuo, resultante en una separación dada de las bobinas, se representa por el elemento  $k(d)$ . Las resistencias equivalentes  $R_{eq,1}$  y  $R_{eq,2}$  representan las pérdidas que pueden ser inherentes para las bobinas de inducción 204 y 216 y condensadores de anti-reactancia cualesquiera, que pueden, en algunos modos de realización, proporcionarse en el circuito de sintonización del sistema de carga de base 205 y el circuito de sintonización del sistema de carga del vehículo eléctrico 221, respectivamente. El circuito de recepción del vehículo eléctrico 222, que incluye la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 y el circuito de sintonización del sistema de carga del vehículo eléctrico 221, recibe la potencia  $P_2$  y proporciona la potencia  $P_2$  a un convertidor de energía del vehículo eléctrico 238 de un sistema de carga del vehículo eléctrico 214.

El convertidor de energía del vehículo eléctrico 238 puede incluir, por ejemplo, un convertidor de LF/CC configurado para volver a convertir la energía, en una frecuencia de funcionamiento, a energía de CC a un nivel de tensión coincidente con el nivel de tensión de una unidad de batería del vehículo eléctrico 218. El convertidor de energía del vehículo eléctrico 238 puede proporcionar la potencia convertida  $P_{LDC}$  para cargar la unidad de batería del vehículo eléctrico 218. La fuente de alimentación 208, el convertidor de energía del sistema de carga de base 236 y la bobina de inducción del sistema de base 204 pueden ser fijos y estar situados en diversas ubicaciones, tal como se analiza en la presente divulgación. La unidad de batería 218, el convertidor de energía del vehículo eléctrico 238 y la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 pueden estar incluidos en un sistema de carga del vehículo eléctrico 214 que forma parte del vehículo eléctrico 112 o parte del paquete de baterías (no mostrado). El sistema de carga del vehículo eléctrico 214 también se puede configurar para proporcionar energía de manera inalámbrica, a través de la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216, al sistema de carga de energía inalámbrica de base 202 para devolver la energía a la red. Cada una entre la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 y la bobina de inducción del sistema de base 204 puede actuar como bobina de inducción de transmisión o recepción, en base a la modalidad de funcionamiento.

Aunque no se muestra, el sistema de transferencia de energía inalámbrica 200 puede incluir una unidad de desconexión de carga (LDU) para desconectar de forma segura la unidad de batería del vehículo eléctrico 218 o la fuente de alimentación 208 del sistema de transferencia de energía inalámbrica 200. Por ejemplo, en caso de una emergencia o un fallo del sistema, la LDU puede activarse para desconectar la carga del sistema de transferencia de energía inalámbrica 200. La LDU puede proporcionarse, además de un sistema de gestión de la batería, para gestionar la carga de una batería, o puede formar parte del sistema de gestión de la batería.

Además, el sistema de carga del vehículo eléctrico 214 puede incluir circuitos de conmutación (no mostrados) para conectar y desconectar de forma selectiva la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 al convertidor de energía del vehículo eléctrico 238. La desconexión de la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 puede suspender la carga y también puede ajustar la "carga" como "vista" por el sistema de carga de energía inalámbrica de base 202 (que actúa como transmisor), lo que se puede utilizar para desacoplar el sistema de carga del vehículo eléctrico 214 (que actúa como receptor) del sistema de carga de energía inalámbrica de base 202. Los cambios de carga se pueden detectar si el transmisor incluye el circuito de detección de carga. Consecuentemente, el transmisor, tal como un sistema de carga de energía inalámbrica de base 202, puede tener un mecanismo para determinar cuándo los receptores, tales como un sistema de carga del vehículo eléctrico 214, están presentes en el campo cercano de la bobina de inducción del sistema de base 204.

En funcionamiento, suponiendo la transferencia de energía hacia el vehículo o la batería, la energía de entrada se proporciona desde la fuente de alimentación 208 de tal manera que la bobina de inducción del sistema de base 204 genere un campo para proporcionar la transferencia de energía. La bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 se acopla al campo radiado y genera energía de salida para su almacenamiento o consumo por el sistema de carga del vehículo eléctrico 214 o la unidad de batería del vehículo eléctrico 218 del vehículo eléctrico 112. Como se ha

descrito anteriormente, en algunos modos de realización, la bobina de inducción del sistema de base 204 y la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 están configuradas de acuerdo con una relación de resonancia mutua, de tal manera que la frecuencia de resonancia de la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 y la frecuencia de resonancia de la bobina de inducción del sistema de base 204 estén muy próximas o sean esencialmente similares.

5 Las pérdidas de transmisión entre el sistema de carga de energía inalámbrica de base 202 y el sistema de carga del vehículo eléctrico 214 son mínimas cuando la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 está situada en el campo cercano de la bobina de inducción del sistema de base 204.

10 Se puede producir una transferencia de energía eficaz mediante el acoplamiento de una gran parte de la energía en el campo cercano de una bobina de inducción transmisora con una bobina de inducción de recepción, en lugar de propagar la mayor parte de la energía en una onda electromagnética al campo lejano. En el campo cercano, se puede establecer una modalidad de acoplamiento entre la bobina de inducción de transmisión y la bobina de inducción de recepción. El área en torno a las bobinas de inducción, en donde se puede producir este acoplamiento de campo cercano, puede mencionarse en el presente documento como una región de modalidad de acoplamiento de campo cercano.

15 Aunque no se muestra, tanto el convertidor de energía del sistema de carga de base 236 como el convertidor de energía del vehículo eléctrico 238 pueden incluir un oscilador, un circuito controlador, tal como un amplificador de potencia, un filtro y un circuito de adaptación para el acoplamiento eficaz con la bobina de inducción de energía inalámbrica. El oscilador puede estar configurado para generar una frecuencia deseada, que se puede ajustar en respuesta a una señal de ajuste. La señal de oscilador se puede amplificar mediante un amplificador de potencia, con una magnitud de amplificación sensible a señales de control. El circuito de filtrado y adaptación se puede incluir para eliminar por filtrado armónicos u otras frecuencias no deseadas, y adaptar la impedancia del módulo de conversión de energía a la bobina de inducción de energía inalámbrica. Los convertidores de energía 236 y 238 también pueden incluir un rectificador y circuitos de conmutación para generar una salida de energía adecuada para cargar una o más baterías.

20 La bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 y la bobina de inducción del sistema de base 204 pueden denominarse, o configurarse como, antenas de "aro" y, más específicamente, antenas de aro de múltiples vueltas. Las bobinas de inducción 204 y 216 también pueden denominarse en el presente documento, o configurarse como, antenas "magnéticas". El término "bobinas" pretende referirse a un componente que puede emitir o recibir energía de forma inalámbrica para el acoplamiento con otra "bobina". La bobina también puede denominarse una "antena" de un tipo que está configurado para enviar o recibir energía de forma inalámbrica. Las antenas de aro (por ejemplo, aro de múltiples vueltas) pueden configurarse para incluir un núcleo de aire o un núcleo físico, tal como un núcleo de ferrita. Una antena de aro con núcleo de aire puede permitir la colocación de otros componentes dentro del área del núcleo. Las antenas con núcleo físico que incluyen materiales ferro-magnéticos o ferri-magnéticos pueden permitir el desarrollo de un campo electromagnético más fuerte y un acoplamiento mejorado.

30 La transferencia eficaz de energía entre un transmisor y un receptor se puede producir durante la resonancia adaptada o casi adaptada entre un transmisor y un receptor. Además, incluso cuando la resonancia entre un transmisor y un receptor no está adaptada, se puede transferir energía con una menor eficacia. La transferencia de energía se produce mediante el acoplamiento de energía desde el campo cercano de la bobina de inducción transmisora a la bobina de inducción receptora que reside dentro de una región (por ejemplo, dentro de un intervalo de frecuencias predeterminado de la frecuencia de resonancia, o dentro de una distancia predeterminada de la región de campo cercano) donde se establece este campo cercano, en lugar de la propagación de la energía desde la bobina de inducción transmisora al espacio libre.

40 De acuerdo con algunos modos de realización, se divulga la potencia de acoplamiento entre dos bobinas de inducción que se encuentran en el campo cercano mutuo. El campo cercano puede corresponder a una región en torno a la bobina de inducción en la que existen campos electromagnéticos, pero que no se pueden propagar ni radiar desde la bobina de inducción. Las regiones de modalidad de acoplamiento de campo cercano pueden corresponder a un volumen que está cerca del volumen físico de la bobina de inducción, típicamente dentro de una pequeña fracción de la longitud de onda. De acuerdo con algunos modos de realización, las bobinas de inducción electromagnética, tales como antenas de aro de una o múltiples vueltas, se utilizan tanto para transmitir como para recibir, ya que las amplitudes del campo cercano magnético en modos de realización prácticos tienden a ser mayores para las bobinas de tipo magnético, en comparación con los campos cercanos eléctricos de una antena de tipo eléctrico (por ejemplo, un dipolo pequeño). Esto admite un acoplamiento potencialmente mayor entre el par. Además, se pueden utilizar antenas "eléctricas" (por ejemplo, dipolos y monopolos) o una combinación de antenas magnéticas y eléctricas.

50 La FIG. 3 es otro diagrama de bloques funcionales que muestra componentes básicos y auxiliares a modo de ejemplo del sistema de transferencia de energía inalámbrica 100 de la FIG. 1. El sistema de transferencia de energía inalámbrica 300 ilustra un enlace de comunicación 376, un enlace de guía 366 y sistemas de alineación 352, 354 para la bobina de inducción del sistema de base 304 y la bobina de inducción del vehículo eléctrico 316. Como se ha descrito anteriormente con referencia a la FIG. 2, y suponiendo un flujo de energía hacia el vehículo eléctrico 112, en la FIG. 3 una interfaz de alimentación del sistema de carga de base 360 se puede configurar para proporcionar

- energía a un convertidor de energía del sistema de carga 336 a partir de una fuente de alimentación, tal como una fuente de alimentación de CA o CC 126. El convertidor de energía del sistema de carga de base 336 puede recibir energía de CA o CC desde la interfaz de alimentación del sistema de carga de base 360, para excitar la bobina de inducción del sistema de base 304 en su frecuencia de resonancia, o cerca de la misma. Cuando la bobina de inducción del vehículo eléctrico 316 está en la región de modalidad de acoplamiento de campo cercano, puede recibir energía desde la región de modalidad de acoplamiento de campo cercano para oscilar en la frecuencia de resonancia, o cerca de la misma. El convertidor de energía del vehículo eléctrico 338 convierte la señal de oscilación de la bobina de inducción del vehículo eléctrico 316 en una señal de energía adecuada para cargar una batería mediante la interfaz de alimentación del vehículo eléctrico.
- El sistema de carga inalámbrica de base 302 incluye un controlador del sistema de carga de base 342 y el sistema de carga del vehículo eléctrico 314 incluye un controlador del vehículo eléctrico 344. El controlador del sistema de carga de base 342 puede incluir una interfaz de comunicación del sistema de carga de base con otros sistemas (no mostrados) tales como, por ejemplo, un ordenador, un dispositivo inalámbrico y un centro de distribución de energía, o una red de energía inteligente. El controlador de vehículo eléctrico 344 puede incluir una interfaz de comunicación del vehículo eléctrico con otros sistemas (no mostrados) tales como, por ejemplo, un ordenador de a bordo en el vehículo, un controlador de carga de otra batería, otros sistemas electrónicos dentro de los vehículos y sistemas electrónicos remotos.
- El controlador del sistema de carga de base 342 y el controlador del vehículo eléctrico 344 pueden incluir subsistemas o módulos para una aplicación específica con canales de comunicación independientes. Estos canales de comunicación pueden ser canales físicos independientes o canales lógicos independientes. A modo de ejemplos no limitativos, un sistema de alineación de carga de base 352 puede comunicarse con un sistema de alineación del vehículo eléctrico 354 mediante un enlace de comunicación 356 para proporcionar un mecanismo de retroalimentación con el fin de alinear con mayor precisión la bobina de inducción del sistema de base 304 y la bobina de inducción del vehículo eléctrico 316, ya sea de forma autónoma o con la asistencia de un operador. De manera similar, un sistema de guía de carga de base 362 se puede comunicar con un sistema de guía del vehículo eléctrico 364 mediante un enlace de guía 366, para proporcionar un mecanismo de retroalimentación con el fin de guiar a un operador en la alineación de la bobina de inducción del sistema de base 304 y la bobina de inducción del vehículo eléctrico 316. Además, puede haber enlaces de comunicación de propósito general independientes (por ejemplo, canales), tales como el enlace de comunicación 376, con soporte por parte del sistema de comunicación de carga de base 372 y del sistema de comunicación del vehículo eléctrico 374, para comunicar otra información entre el sistema de carga de energía inalámbrica de base 302 y el sistema de carga del vehículo eléctrico 314. Esta información puede incluir información sobre las características del vehículo eléctrico, las características de la batería, el estado de carga y las capacidades de alimentación, tanto del sistema de carga de energía inalámbrica de base 302 como del sistema de carga del vehículo eléctrico 314, así como datos de mantenimiento y diagnóstico para el vehículo eléctrico 112. Estos enlaces o canales de comunicación pueden ser canales de comunicación físicos independientes, tales como, por ejemplo, comunicaciones dedicadas de corto alcance (DSRC), IEEE 802.11x (por ejemplo, Wi-Fi), Bluetooth, ZigBee, celulares, infrarrojas, etc.
- El controlador del vehículo eléctrico 344 también puede incluir un sistema de gestión de la batería (BMS) (no mostrado) que gestiona la carga y descarga de la batería principal del vehículo eléctrico, un sistema de ayuda al aparcamiento basado en principios de microondas o de radar de ultrasonidos, un sistema de frenado configurado para realizar una operación de estacionamiento semi-automática y un servosistema del volante configurado para asistir en un estacionamiento 'electrónico' sumamente automatizado que puede proporcionar una mayor precisión en el estacionamiento, reduciendo así la necesidad de una alineación mecánica horizontal de la bobina de inducción en cualquiera entre el sistema de carga inalámbrica de base 102a y el sistema de carga de vehículo eléctrico 114. Además, el controlador de vehículo eléctrico 344 puede estar configurado para comunicarse con los sistemas electrónicos del vehículo eléctrico 112. Por ejemplo, el controlador de vehículo eléctrico 344 puede estar configurado para comunicarse con los dispositivos visuales de salida (por ejemplo, una pantalla del salpicadero), los dispositivos de salida acústica/de audio (por ejemplo, zumbador, altavoces), los dispositivos mecánicos de entrada (por ejemplo, teclado, pantalla táctil y dispositivos señaladores tales como una palanca de mando, una bola de rastreo, etc.) y los dispositivos de entrada de audio (por ejemplo, un micrófono con reconocimiento electrónico de voz).
- Además, el sistema de transferencia de energía inalámbrica 300 puede incluir sistemas de detección y sensores. Por ejemplo, el sistema de transferencia de energía inalámbrica 300 puede incluir sensores para su uso con sistemas para guiar correctamente al conductor o al vehículo al punto de carga, sensores para alinear mutuamente las bobinas de inducción con la separación/acoplamiento necesarios, sensores para detectar objetos que pueden impedir que la bobina de inducción del vehículo eléctrico 316 se desplace hasta una altura y/o una posición adecuadas para lograr el acoplamiento, y sensores de seguridad para su uso con sistemas para llevar a cabo un funcionamiento fiable, libre de daños y seguro del sistema. Por ejemplo, un sensor de seguridad puede incluir un sensor para detectar la presencia de animales o niños que se acercan a las bobinas de inducción de energía inalámbrica 104a, 116 más allá de un radio de seguridad, la detección de objetos metálicos próximos a la bobina de inducción del sistema base 304, que pueden calentarse (calentamiento por inducción), la detección de sucesos peligrosos, tales como objetos incandescentes en la bobina de inducción del sistema de base 304, y la supervisión de la temperatura de los componentes del sistema de carga de energía inalámbrica de base 302 y del sistema de

carga del vehículo eléctrico 314.

El sistema de transferencia de energía inalámbrica 300 también puede prestar soporte a la carga enchufable mediante una conexión por cable. Un puerto de carga por cable puede integrar las salidas de los dos cargadores diferentes antes de transferir energía hacia o desde el vehículo eléctrico 112. Los circuitos de conmutación pueden proporcionar la funcionalidad necesaria para dar soporte, tanto a la carga inalámbrica como a la carga mediante un puerto de carga por cable.

Para la comunicación entre un sistema de carga inalámbrica de base 302 y un sistema de carga del vehículo eléctrico 314, el sistema de transferencia de energía inalámbrica 300 puede utilizar tanto la señalización dentro de banda como un módem de datos de RF (por ejemplo, Ethernet sobre radio en una banda sin licencia). La comunicación fuera de banda puede proporcionar un ancho de banda suficiente para la asignación de servicios de valor añadido al usuario/propietario del vehículo. Una modulación de amplitud o de fase de baja profundidad de la portadora de energía inalámbrica puede servir como un sistema de señalización dentro de banda con una interferencia mínima.

Además, se puede realizar algún tipo de comunicación mediante el enlace de energía inalámbrica sin usar antenas de comunicaciones específicas. Por ejemplo, las bobinas de inducción de energía inalámbrica 304 y 316 también se pueden configurar para actuar como transmisores de comunicación inalámbricos. Por lo tanto, algunos modos de realización del sistema de carga de energía inalámbrica de base 302 pueden incluir un controlador (no mostrado) para permitir un protocolo de tipo de modulación en el trayecto de energía inalámbrica. Mediante la modulación del nivel de energía de transmisión (modulación por desplazamiento de amplitud) a intervalos predefinidos con un protocolo predefinido, el receptor puede detectar una comunicación en serie desde el transmisor. El convertidor de energía del sistema de carga de base 336 puede incluir un circuito de detección de carga (no mostrado) para detectar la presencia o ausencia de receptores de vehículos eléctricos activos en las proximidades del campo cercano generado por la bobina de inducción del sistema de base 304. A modo de ejemplo, un circuito de detección de carga supervisa la corriente que fluye hacia el amplificador de potencia, que se ve afectada por la presencia o ausencia de receptores activos en las proximidades del campo cercano generado por la bobina de inducción del sistema de base 104a. La detección de cambios en la carga en el amplificador de potencia se puede monitorizar mediante el controlador del sistema de carga de base 342, para su uso con el fin de determinar si se habilita el oscilador para transmitir energía, para comunicarse con un receptor activo, o una combinación de los mismos.

Para permitir la transferencia inalámbrica de alta potencia, algunos modos de realización se pueden configurar para transferir energía en una frecuencia en el intervalo de 10 a 60 kHz. Este acoplamiento de baja frecuencia puede permitir una conversión de energía sumamente eficaz que se puede lograr utilizando dispositivos de estado sólido. Además, puede haber menos problemas de coexistencia con sistemas radioeléctricos en comparación con otras bandas.

El sistema de transferencia de energía inalámbrica 100 descrito se puede utilizar con diversos vehículos eléctricos 102, incluyendo las baterías recargables o reemplazables.

Las FIGs. 4A a 4C son diagramas del sistema de transferencia de energía inalámbrica 400 de acuerdo con modos de realización a modo de ejemplo. En la FIG. 4A, cada una entre una pluralidad de plazas de estacionamiento 401 tiene dispositivos transmisores de transferencia de energía inalámbrica 402 asociados con las mismas, por ejemplo, montados en el suelo dentro de la plaza de estacionamiento. Los dispositivos transmisores 402 están conectados a una única fuente de alimentación 403, que está acoplada a los medios de comunicación 404. Los dispositivos transmisores 402 son adecuados para cargar un dispositivo receptor de transferencia de energía inalámbrica 405, asociado con un vehículo eléctrico 406, por ejemplo, conduciendo el vehículo eléctrico 406A hasta una de las plazas de estacionamiento 401 para alinear los inductores de los dispositivos transmisor y receptor de tal manera que se pueda transferir energía mediante la transferencia de energía inductiva. En varios modos de realización, los dispositivos transmisores de transferencia de energía inalámbrica 402 pueden incluir cualquiera de los sistemas de carga de energía inalámbrica de base 102a (FIG. 1), 202 (FIG. 2) y 302 (FIG. 3), etc. En varios modos de realización, el vehículo eléctrico 406 puede incluir el vehículo eléctrico 112 (FIG. 1). En varios modos de realización, el dispositivo receptor de transferencia de energía inalámbrica 405 puede incluir cualquiera de los sistemas de carga del vehículo eléctrico 114 (FIG. 1), 214 (FIG. 2) y 314 (FIG. 3), etc.

En algunos modos de realización, un sistema de alineación tal como el sistema de alineación 352 (FIG. 3) o 354 (FIG. 3) puede recibir una calificación de alineación escalar o un parámetro de alineación ("AP"), tal como se muestra en la FIG. 4A. Por ejemplo, la calificación de alineación escalar puede indicar una distancia desde la bobina de inducción 116 (FIG. 1) de la plataforma del vehículo 405 a la plataforma de base 402. En algunos modos de realización, la calificación de alineación escalar puede estar basada, al menos en parte, en una tensión inducida entre una o más bobinas de inducción 116. Como se muestra en la FIG. 4A, la calificación de alineación para el vehículo eléctrico 406A aumenta a medida que el vehículo eléctrico 406A se aproxima a la plataforma de base 402, se estabiliza a medida que el vehículo eléctrico 406A pasa sobre la plataforma de base 402 y disminuye a medida que el vehículo eléctrico 406A se aleja de la plataforma de base 402.

En la FIG. 4B, por ejemplo, un vehículo eléctrico 406B está orientado hacia dentro, hacia la plaza de estacionamiento 401. El vehículo eléctrico 406B se está moviendo hacia la plataforma de base 402. En consecuencia, el parámetro de alineación está aumentando con el tiempo. Uno o más sensores pueden informar del giro de las ruedas delanteras, por ejemplo, en el sistema de alineación 352 (FIG. 3). El sistema de alineación 352 puede determinar que el vehículo eléctrico 406B se está acercando a la plataforma de base 402 con la parte delantera en primer lugar, basándose en uno o más entre la tendencia del parámetro de alineación con el tiempo, una orientación detectada del vehículo eléctrico 406B y/o un giro de las ruedas detectado.

Otro vehículo eléctrico 406C está orientado hacia fuera, en sentido contrario a la plaza de estacionamiento 401. El vehículo eléctrico 406C se está moviendo hacia la plataforma de base 402. En consecuencia, el parámetro de alineación está aumentando con el tiempo. Uno o más sensores pueden informar del giro de las ruedas hacia atrás, por ejemplo, en el sistema de alineación 352 (FIG. 3). El sistema de alineación 352 puede determinar que el vehículo eléctrico 406C se está acercando a la plataforma de base 402 con la parte trasera en primer lugar (por ejemplo, desplazándose marcha atrás hacia la plaza de estacionamiento 401), basándose en uno o más entre la tendencia del parámetro de alineación con el tiempo, una orientación detectada del vehículo eléctrico 406C y/o un giro de las ruedas detectado.

Otro vehículo eléctrico 406D está orientado hacia dentro, hacia la plaza de estacionamiento 401. El vehículo eléctrico 406B se está alejando de la plataforma de base 402. En consecuencia, el parámetro de alineación está disminuyendo con el tiempo. Uno o más sensores pueden informar del giro de las ruedas hacia atrás, por ejemplo, en el sistema de alineación 352 (FIG. 3). El sistema de alineación 352 puede determinar que el vehículo eléctrico 406D está abandonando la plataforma de base 402 con la parte trasera en primer lugar (por ejemplo, desplazándose marcha atrás saliendo de la plaza de estacionamiento 401), basándose en uno o más entre la tendencia del parámetro de alineación con el tiempo, una orientación detectada del vehículo eléctrico 406D y/o un giro de las ruedas detectado.

Otro vehículo eléctrico 406E está orientado hacia fuera, en sentido contrario a la plaza de estacionamiento 401. El vehículo eléctrico 406E se está alejando de la plataforma de base 402. En consecuencia, el parámetro de alineación está disminuyendo con el tiempo. Uno o más sensores pueden informar del giro de las ruedas delanteras, por ejemplo, en el sistema de alineación 352 (FIG. 3). El sistema de alineación 352 puede determinar que el vehículo eléctrico 406E está abandonando la plataforma de base 402 con la parte delantera en primer lugar, basándose en uno o más entre la tendencia del parámetro de alineación con el tiempo, una orientación detectada del vehículo eléctrico 406E y/o un giro de las ruedas detectado.

En los modos de realización en los que el vehículo eléctrico 406 controla la alineación mediante un sistema de piloto automático (tal como el sistema de guía del vehículo eléctrico 364), la calificación de alineación escalar por sí sola puede no proporcionar suficiente información para guiar el vehículo. Por ejemplo, sería ventajoso detectar la posición del vehículo tanto lateralmente (por ejemplo, a lo largo del eje Y mostrado anteriormente) como longitudinalmente (por ejemplo, a lo largo del eje X mostrado anteriormente), así como detectar la orientación del vehículo (por ejemplo, orientado hacia dentro o hacia fuera).

En algunos modos de realización, la plataforma de vehículo 405 del vehículo eléctrico 406 puede incluir una pluralidad de bobinas. En algunos modos de realización, el vehículo eléctrico 406 puede incluir una bobina de "doble D". La bobina de "doble D" puede incluir una bobina izquierda "DL" y una bobina derecha "DR". La bobina de "doble D" se puede configurar para recibir energía inalámbrica desde la plataforma de base 402. El vehículo puede incluir un sensor de tensión configurado para medir una tensión por toda la bobina de "doble D". En algunos modos de realización, el parámetro de alineación puede estar basado en la tensión por toda la bobina de "doble D".

En algunos modos de realización, la bobina de "doble D" incluye, adicionalmente o alternativamente, un sensor de tensión configurado para medir de manera independiente la tensión por las bobinas izquierda y derecha. En algunos modos de realización, el sensor de tensión está conectado de modo conmutable a la bobina de "doble D". En algunos modos de realización, el parámetro de alineación puede estar basado en una combinación de las tensiones medidas de manera independiente por las bobinas izquierda y derecha.

En algunos modos de realización, la plataforma del vehículo 405 puede incluir una bobina de cuadratura ("bobina Q") y un sensor de tensión configurado para medir una tensión por la bobina de cuadratura. En algunos modos de realización, el parámetro de alineación puede estar basado en la tensión por la bobina de cuadratura. En algunos modos de realización, el parámetro de alineación puede estar basado en una combinación de las tensiones por la bobina Q y la bobina de doble D.

En otros modos de realización adicionales, la plataforma del vehículo 405 puede incluir al menos bobinas izquierda y derecha, que no pueden configurarse en una configuración de doble D. Las bobinas izquierda y derecha pueden estar separadas lateralmente. La plataforma del vehículo 405 puede incluir además una bobina central, que puede no estar configurada como una bobina Q. En consecuencia, en varios modos de realización, el vehículo puede incluir una o más bobinas que se pueden dividir electrónicamente en una pluralidad de bobinas virtuales. Cada bobina (o bobina dividida) puede estar físicamente separada por distancias conocidas. La FIG. 6, descrita con mayor detalle a

continuación, muestra un modo de realización de una bobina izquierda y derecha, sensores de tensión auxiliares y un conmutador de división.

5 En la FIG. 4C, un vehículo eléctrico 406F está situado esencialmente en el lado derecho de una línea central 410 de la plataforma de base 402. Consecuentemente, se induce una tensión más alta en la bobina izquierda que en la bobina derecha. El sistema de alineación 352 puede recibir las tensiones medidas en las bobinas izquierda y derecha y determinar que el vehículo eléctrico 406F está situado a la derecha de la plataforma de base 402. En el modo de realización ilustrado, el vehículo eléctrico 406F está orientado hacia la plataforma de base 402. En los modos de realización en los que el vehículo eléctrico 406F está orientado en sentido contrario a la plataforma de base 402, las lecturas de tensión de las bobinas izquierda y derecha se invertirán. El sistema de alineación 352 puede determinar además una tendencia del parámetro de alineación en el tiempo. Por lo tanto, el sistema de alineación 352 puede determinar una posición aproximada del vehículo eléctrico 406F con respecto a la plataforma de base 402, basándose en uno o más entre la tendencia del parámetro de alineación con el tiempo, una orientación detectada del vehículo eléctrico 406F, un giro de las ruedas detectado y/o una tensión detectada en las bobinas izquierda y derecha.

Otro vehículo eléctrico 406G está situado esencialmente en el lado izquierdo de una línea central 410 de la plataforma de base 402. Consecuentemente, se induce una tensión más alta en la bobina derecha que en la bobina izquierda. El sistema de alineación 352 puede recibir las tensiones medidas en las bobinas izquierda y derecha y determinar que el vehículo eléctrico 406G está situado a la izquierda de la plataforma de base 402. En el modo de realización ilustrado, el vehículo eléctrico 406G está orientado hacia la plataforma de base 402. En los modos de realización en los que el vehículo eléctrico 406G está orientado en sentido contrario a la plataforma de base 402, las lecturas de tensión de las bobinas izquierda y derecha se invertirán. El sistema de alineación 352 puede determinar además una tendencia del parámetro de alineación en el tiempo. Por lo tanto, el sistema de alineación 352 puede determinar una posición aproximada del vehículo eléctrico 406G con respecto a la plataforma de base 402, basándose en uno o más entre la tendencia del parámetro de alineación con el tiempo, una orientación detectada del vehículo eléctrico 406G, un giro de las ruedas detectado y/o una tensión detectada en las bobinas izquierda y derecha.

30 La FIG. 5 muestra un diagrama espacial de una plataforma del vehículo 405 (FIG. 4) y una plataforma de base 402 (FIG. 4). Como se ha analizado anteriormente, un sistema de detección de la posición puede determinar una distancia longitudinal estimada  $x$ , una distancia lateral  $y$ , y la distancia total  $U_x$  a la plataforma de base, de acuerdo con las ecuaciones 1 a 4 siguientes, basándose en una tensión inducida  $V_x$  en cada una de las bobinas izquierda y derecha y en la distancia conocida  $B$  entre las bobinas izquierda y derecha. La distancia estimada  $U_x$  puede ser una función de las tensiones inducidas  $V_x$ .

Las ecuaciones 1 a 4 son para casos en los que  $U_L \leq U_R$  (es decir, la plataforma del vehículo 405 está esencialmente a la izquierda de la plataforma de base 402). En casos en los que  $U_L > U_R$ ,  $U_L$  y  $U_R$  se pueden invertir sin pérdida de generalidad.

40 
$$x^2 + (y + B)^2 = U_L^2 \quad \dots(1)$$

$$x^2 + (y - B)^2 = U_R^2 \quad \dots(2)$$

45 
$$\therefore y = \frac{U_L^2 - U_R^2}{4B} \quad \dots(3)$$

$$\therefore x = \sqrt{U_R^2 - y^2} \quad \dots(4)$$

La FIG. 6 muestra un circuito de recepción de un vehículo eléctrico 622 de acuerdo con un modo de realización. Como se muestra, el circuito de recepción del vehículo eléctrico 622 incluye un circuito de sintonización del sistema de carga del vehículo eléctrico 621, una bobina izquierda  $D_L$ , una bobina derecha  $D_R$ , un sensor de tensión izquierdo 650, un sensor de tensión derecho 660 y un conmutador 670. En varios modos de realización, el circuito de recepción del vehículo eléctrico puede incluir el circuito de recepción del vehículo eléctrico 222 analizado anteriormente con respecto a la FIG. 2.

55 El circuito de sintonización del sistema de carga del vehículo eléctrico 621 sirve para formar un circuito resonante con una bobina de inducción del vehículo eléctrico (por ejemplo, la bobina de inducción del vehículo eléctrico 216 analizada anteriormente con respecto a la FIG. 2) que resuena a una frecuencia deseada. En varios modos de realización, el circuito de sintonización del sistema de carga del vehículo eléctrico 621 puede incluir el circuito de sintonización del sistema de carga del vehículo eléctrico 221 (FIG. 2).

60 La bobina izquierda  $D_L$  puede incluir una mitad izquierda de una doble  $D$ , una mitad izquierda de otro tipo de bobina integrada, o una bobina independiente. En varios modos de realización, la bobina izquierda  $D_L$  puede incluir la

bobina izquierda  $D_L$  analizada anteriormente con respecto a las FIGs. 4C y 5. La bobina derecha  $D_R$  puede incluir una mitad derecha de una doble D, una mitad derecha de otro tipo de bobina integrada, o una bobina independiente. En varios modos de realización, la bobina izquierda  $D_R$  puede incluir la bobina izquierda  $D_R$  analizada anteriormente con respecto a las FIGs. 4C y 5.

5 Los sensores de tensión izquierdo y derecho 650 y 660 sirven para medir las tensiones a través de las bobinas izquierda y derecha  $D_L$  y  $D_R$ . En un modo de realización, la salida de los sensores de tensión izquierdo y derecho 650 y 660 se puede sumar para determinar la tensión a través de una bobina D combinada. En un modo de realización, el sistema de alineación del vehículo eléctrico 354 (FIG. 3) puede recibir la salida desde los sensores de  
10 tensión izquierdo y derecho 650 y 660.

El conmutador 670 sirve para disminuir la influencia del cable adicional que va a los sensores de tensión izquierdo y derecho 650 y 660 desde las bobinas izquierda y derecha  $D_L$  y  $D_R$ . Por ejemplo, el cable adicional puede crear pérdidas de energía, EMC, etc. En un modo de realización, el sistema de alineación del vehículo eléctrico 354 (FIG. 3) puede cerrar el conmutador 670 periódicamente, de manera intermitente y/o de manera aleatoria o pseudo-aleatoria cuando está muestreando o preparándose para muestrear la salida de los sensores de tensión izquierdo y derecho 650 y 660. En algunos modos de realización, se puede omitir el conmutador 670.

La FIG. 7 es un diagrama de flujo 700 de un procedimiento a modo de ejemplo de detección de la alineación de energía inalámbrica. Aunque el procedimiento del diagrama de flujo 700 se describe en el presente documento con referencia a los sistemas de transferencia de energía inalámbrica 100, 200, 300 y 400 analizados anteriormente con respecto a las FIGs. 1 a 4C y al sistema de alineación del vehículo eléctrico 354 analizado anteriormente con respecto a la FIG. 3, una persona que tenga conocimiento corriente de la técnica apreciará que el procedimiento del diagrama de flujo 700 se puede implementar mediante otro dispositivo descrito en el presente documento, o cualquier otro dispositivo adecuado. En un modo de realización, las etapas en el diagrama de flujo 700 se pueden realizar mediante un procesador o un controlador tal como, por ejemplo, el controlador 342 (FIG. 3) y/o el controlador 344 (FIG. 3). Aunque el procedimiento de diagrama de flujo 700 se describe en el presente documento con referencia a un orden en particular, en varios modos de realización, los bloques del presente documento se pueden realizar en un orden diferente, u omitirse, y se pueden añadir bloques adicionales.

En primer lugar, en el bloque 710, el vehículo eléctrico 112 recibe energía de carga inalámbrica en un primer elemento inductivo. Por ejemplo, el vehículo eléctrico 112 puede recibir energía de carga inalámbrica del sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a en la bobina izquierda  $D_L$  (FIG. 6). La energía de carga inalámbrica se puede utilizar para cargar, por ejemplo, la unidad de batería del vehículo eléctrico 218 (FIG. 2).

A continuación, en el bloque 720, el vehículo eléctrico 112 recibe energía de carga inalámbrica en un segundo elemento inductivo. Por ejemplo, el vehículo eléctrico 112 puede recibir energía inalámbrica del sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a en la bobina derecha  $D_R$  (FIG. 6). La energía de carga inalámbrica se puede utilizar para cargar, por ejemplo, la unidad de batería del vehículo eléctrico 218 (FIG. 2). En algunos modos de realización, el vehículo eléctrico 112 puede funcionar, al menos en parte, con la energía recibida, tanto en el primer elemento inductivo como en el segundo elemento inductivo.

A continuación, en el bloque 730, el vehículo eléctrico 112 determina una posición lateral de un receptor con respecto a un transmisor, basándose en las características de los elementos inductivos primero y segundo. Por ejemplo, el sistema de alineación del vehículo eléctrico 354 puede determinar una posición del vehículo eléctrico 112 basándose en las tensiones medidas por la bobina izquierda  $D_L$  y la bobina derecha  $D_R$  de acuerdo con las ecuaciones 1 a 4, analizadas anteriormente con respecto a la FIG. 6. En particular, el sistema de alineación del vehículo eléctrico 354 puede recibir la salida desde los sensores de tensión izquierdo y derecho 650 (FIG. 6) y 660 (FIG. 6).

En varios modos de realización, al menos una característica incluye un voltaje inducido en los elementos inductivos primero y segundo. En varios modos de realización, los elementos inductivos primero y segundo se conectan eléctricamente en serie en una configuración de "doble D". En varios modos de realización, el vehículo eléctrico 112 puede incluir un conmutador configurado para dividir eléctricamente los elementos inductivos primero y segundo. El sistema de alineación del vehículo eléctrico 354 puede activar de forma selectiva el conmutador cuando se toman mediciones de tensión en los sensores de tensión izquierdo y derecho 650 (FIG. 6) y 660 (FIG. 6).

En varios modos de realización, el vehículo eléctrico 112 puede incluir una bobina de cuadratura, esencialmente entre las bobinas primera y segunda. En varios modos de realización, un detector de posición se puede configurar para determinar una posición longitudinal del receptor con respecto al transmisor, basándose en un gradiente de un parámetro de alineación escalar y/o una dirección de giro de al menos una rueda. En varios modos de realización, el vehículo eléctrico 112 puede incluir un sistema de alineación automática configurado para alinear el vehículo eléctrico 112 con respecto al sistema de carga de energía inalámbrica de base 102a, basándose en la posición lateral determinada.

La FIG. 8 es un diagrama de bloques funcionales de un aparato 800 para detectar la alineación de energía

inalámbrica. Los expertos en la técnica apreciarán que un aparato para detectar la alineación de energía inalámbrica puede tener más componentes que el aparato simplificado 800 mostrado en la FIG. 8. El aparato 800 para detectar la alineación de energía inalámbrica mostrada incluye únicamente aquellos componentes útiles para describir algunas características destacadas de las implementaciones dentro del alcance de las reivindicaciones. El aparato  
 5 800 para detectar la alineación de energía inalámbrica incluye un primer elemento inductivo 810, un segundo elemento inductivo 820 y medios 830 para detectar la posición.

En un modo de realización, el primer elemento inductivo 810 puede incluir, por ejemplo, la bobina izquierda  $D_L$ , analizada anteriormente con respecto a la FIG. 6. En un modo de realización, el segundo elemento inductivo 820  
 10 puede incluir, por ejemplo, la bobina derecha  $D_R$ , analizada anteriormente con respecto a la FIG. 6. Los elementos inductivos primero y segundo 810 y 820 pueden estar separados lateralmente.

En un modo de realización, los medios 830 para detectar la posición pueden configurarse para realizar una o más de las funciones que se han descrito anteriormente con respecto al bloque 730 (FIG. 7). En varios modos de  
 15 realización, los medios 830 para detectar la posición se pueden implementar mediante uno o más entre el sistema de alineación del vehículo eléctrico 354 (FIG. 3), el sistema de alineación de carga de base 352 (FIG. 3), el controlador del vehículo eléctrico 344 (FIG. 3), el controlador del sistema de carga de base 342 (FIG. 3) o cualquier combinación de otros procesadores, DSP y/o controladores.

La transferencia inalámbrica de energía puede referirse a la transferencia de cualquier forma de energía asociada con campos eléctricos, campos magnéticos, campos electromagnéticos, u otros, desde un transmisor a un receptor, sin utilizar conductores eléctricos físicos (por ejemplo, la energía se puede transferir a través del espacio libre). La energía enviada hacia un campo inalámbrico (por ejemplo, un campo magnético) puede ser recibida, capturada, o  
 20 acoplada, por una "bobina receptora" para lograr la transferencia de energía.

En el presente documento se utiliza un vehículo eléctrico para describir un sistema remoto, un ejemplo del cual es un vehículo que incluye, como parte de sus capacidades de locomoción, energía eléctrica procedente de un dispositivo de almacenamiento de energía recargable (por ejemplo, una o más células electroquímicas recargables u otro tipo de batería). A modo de ejemplos, algunos vehículos eléctricos pueden ser vehículos eléctricos híbridos que  
 25 incluyen un motor de combustión tradicional para la locomoción directa o para cargar la batería del vehículo. Otros vehículos eléctricos pueden extraer toda capacidad de locomoción de la energía eléctrica. Un vehículo eléctrico no está limitado a un automóvil y puede incluir motocicletas, carros, motos y similares. A modo de ejemplo y no de limitación, en el presente documento se describe un sistema remoto en la forma de un vehículo eléctrico (EV). Asimismo, también se contemplan otros sistemas remotos que se pueden alimentar, al menos parcialmente, utilizando un dispositivo de almacenamiento de energía recargable (por ejemplo, dispositivos electrónicos tales como dispositivos informáticos personales y similares).

Las diversas operaciones de los procedimientos que se han descrito anteriormente pueden realizarse mediante cualquier medio adecuado capaz de realizar las operaciones, tales como diversos componentes de hardware y/o  
 30 software, circuitos y/o uno o más módulos. En general, cualquier operación ilustrada en las figuras puede realizarse mediante medios funcionales correspondientes capaces de realizar las operaciones.

La información y las señales pueden representarse usando cualquiera entre una diversidad de diferentes tecnologías y técnicas. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos  
 35 y los chips que pueden haber sido mencionados a lo largo de la descripción anterior, pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o cualquier combinación de los mismos.

Los diversos bloques, módulos, circuitos y etapas de algoritmos lógicos ilustrativos descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, como software informático o como combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito diversos componentes ilustrativos, bloques, módulos, circuitos y etapas, generalmente, en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o software, dependerá de la aplicación particular y las limitaciones de diseño impuestas sobre todo el sistema. La  
 40 funcionalidad descrita puede implementarse de diversas formas para cada aplicación particular, pero dichas decisiones de implementación no deberían interpretarse como causantes de una alejamiento del alcance de los modos de realización.

Los diversos bloques, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una formación de compuertas programables en el terreno (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, compuerta discreta o transistor lógico, componentes de hardware discretos o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, micro-  
 45 controlador o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una

combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores conjuntamente con un núcleo DSP o cualquier otra configuración de ese tipo.

- 5 Los bloques o etapas de un procedimiento o algoritmo y las funciones descritas en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Si se implementan en software, las funciones, como una o más instrucciones o código, pueden almacenarse en, o ser transmitidas por, un medio tangible no transitorio legible por ordenador. Un módulo de software puede residir en una memoria de acceso aleatorio (RAM), en una memoria flash, en una memoria de solo lectura (ROM), en una ROM programable eléctricamente (EPROM), en una ROM programable y borrrable eléctricamente (EEPROM), en registros, en un disco duro, en un disco extraíble, en un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento está acoplado al procesador, de manera que el procesador pueda leer información del, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede ser parte integrante del procesador. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen discos compactos (CD), discos de láser, discos ópticos, discos versátiles digitales (DVD), discos flexibles y discos Blu-ray, donde algunos discos normalmente reproducen datos de manera magnética, mientras que otros discos reproducen datos de manera óptica con láser. Las combinaciones de lo que antecede también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

25 Con el fin de resumir la divulgación, ciertos aspectos, ventajas y características novedosas de las invenciones se han descrito en el presente documento. Se debe entender que no todas estas ventajas pueden lograrse necesariamente de acuerdo con cualquier modo de realización particular de la invención. Por lo tanto, la invención puede realizarse o llevarse a cabo de una manera que logre u optimice una ventaja o un grupo de ventajas, según se enseña en el presente documento, sin conseguir necesariamente otras ventajas, como se pueda enseñar o sugerir en el presente documento.

30 Varias modificaciones de los modos de realización descritos anteriormente serán inmediatamente evidentes, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otros modos de realización sin apartarse del alcance de la invención definida por las reivindicaciones. Por lo tanto, la presente invención no pretende limitarse a los modos de realización mostrados en el presente documento, sino que ha de concedérsele el alcance congruente con las reivindicaciones enmendadas.

35

**REIVINDICACIONES**

1. Un procedimiento (700) de detección de la alineación en un receptor de energía inalámbrica, que comprende:
  - 5 la recepción (710) de energía inalámbrica en un primer elemento inductivo desde un transmisor;
  - la recepción (720) de energía inalámbrica en un segundo elemento inductivo desde el transmisor;
  - el acoplamiento eléctrico intermitente de un nodo común a ambos elementos inductivos primero y segundo con una salida;
  - la medición de una característica entre un extremo del primer elemento inductivo y la salida;
  - 10 la medición de una característica entre un extremo del segundo elemento inductivo y la salida; y
  - la determinación (730) de una posición lateral del receptor con respecto al transmisor, basándose en las características medidas.
2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que al menos una de las características comprende una tensión inducida en los elementos inductivos primero y segundo.
3. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que los elementos inductivos primero y segundo se conectan eléctricamente en serie en una configuración de "doble D".
- 20 4. El procedimiento de la reivindicación 3, que comprende además la división eléctrica de los elementos inductivos primero y segundo.
5. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además la recepción de energía inalámbrica en una bobina de cuadratura, esencialmente entre los elementos inductivos primero y segundo.
- 25 6. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además la determinación de una posición longitudinal del receptor con respecto al transmisor, basándose en un gradiente de un parámetro de alineación escalar y/o una dirección de giro de al menos una rueda.
- 30 7. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además la alineación de un vehículo eléctrico con respecto al transmisor, basándose en la posición lateral determinada.
8. Un aparato (800) para detectar la alineación en un receptor de energía inalámbrica, que comprende:
  - 35 un primer elemento inductivo (810) configurado para recibir energía de carga inalámbrica desde un transmisor;
  - un segundo elemento inductivo (820) configurado para recibir energía de carga inalámbrica desde un transmisor;
  - medios para acoplar eléctricamente, de manera intermitente, un nodo común a ambos elementos inductivos primero y segundo, con una salida de un conmutador;
  - 40 medios para medir una característica entre un extremo del primer elemento inductivo y la salida del conmutador;
  - medios para medir una característica entre un extremo del segundo elemento inductivo y la salida del conmutador; y
  - 45 medios (830) para determinar una posición lateral del receptor con respecto al transmisor, basándose en las características medidas.
9. El aparato de la reivindicación 8, en el que al menos una de las características comprende una tensión inducida en los elementos inductivos primero y segundo.
- 50 10. El aparato de acuerdo la reivindicación 8, en el que los elementos inductivos primero y segundo se conectan eléctricamente en serie en una configuración de "doble D".
11. El aparato de la reivindicación 10, que comprende además medios para dividir eléctricamente los elementos inductivos primero y segundo.
- 55 12. El aparato de la reivindicación 8, que comprende además una bobina de cuadratura esencialmente entre los elementos inductivos primero y segundo.
- 60 13. El aparato de la reivindicación 8, que comprende además medios para determinar una posición longitudinal del receptor con respecto al transmisor, basándose en un gradiente de un parámetro de alineación escalar y/o una dirección de giro de al menos una rueda.
- 65 14. El aparato de la reivindicación 8, que comprende además medios para alinear un vehículo eléctrico con respecto al transmisor, basándose en la posición lateral determinada.

15. Un medio no transitorio legible por ordenador que comprende código que, cuando se ejecuta, hace que un aparato de carga inalámbrica lleve a cabo un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

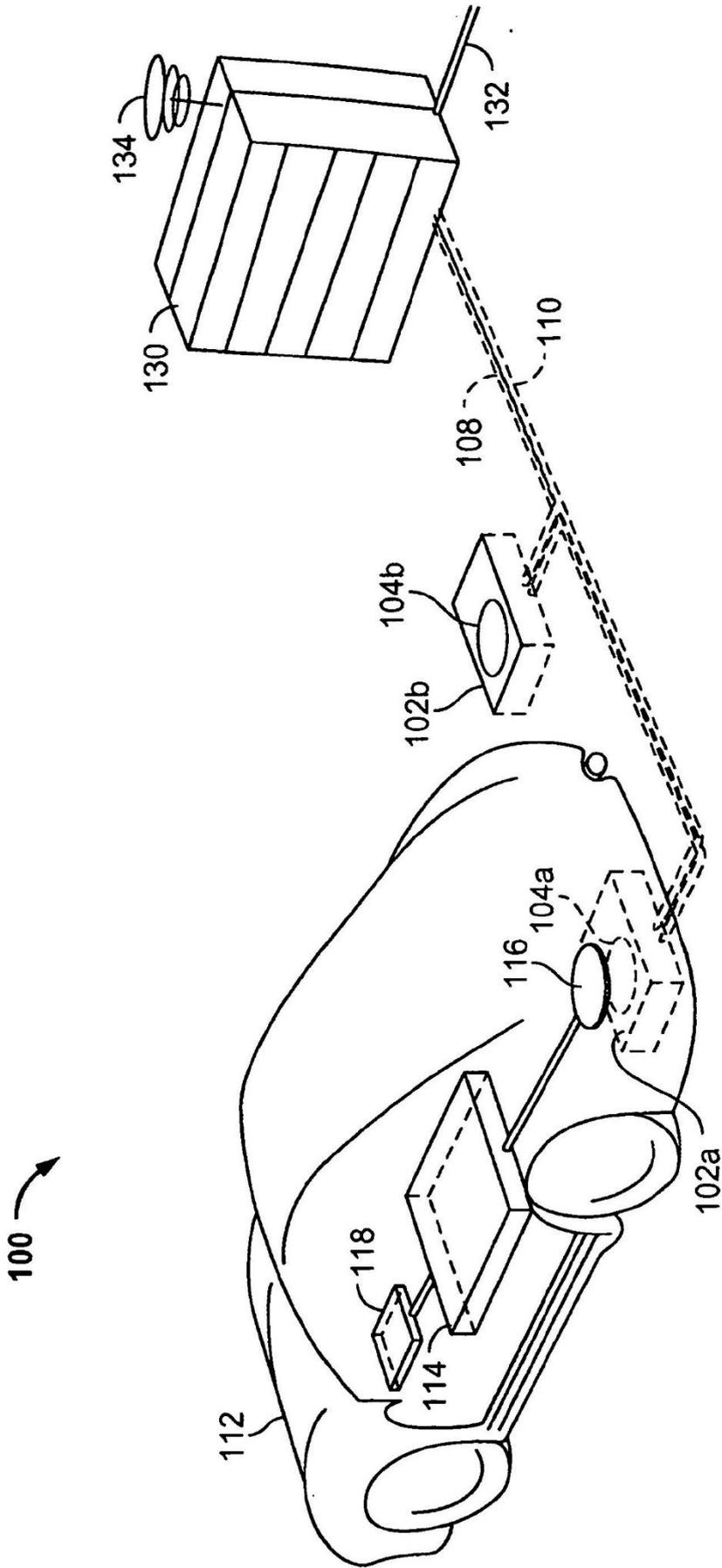


FIG. 1

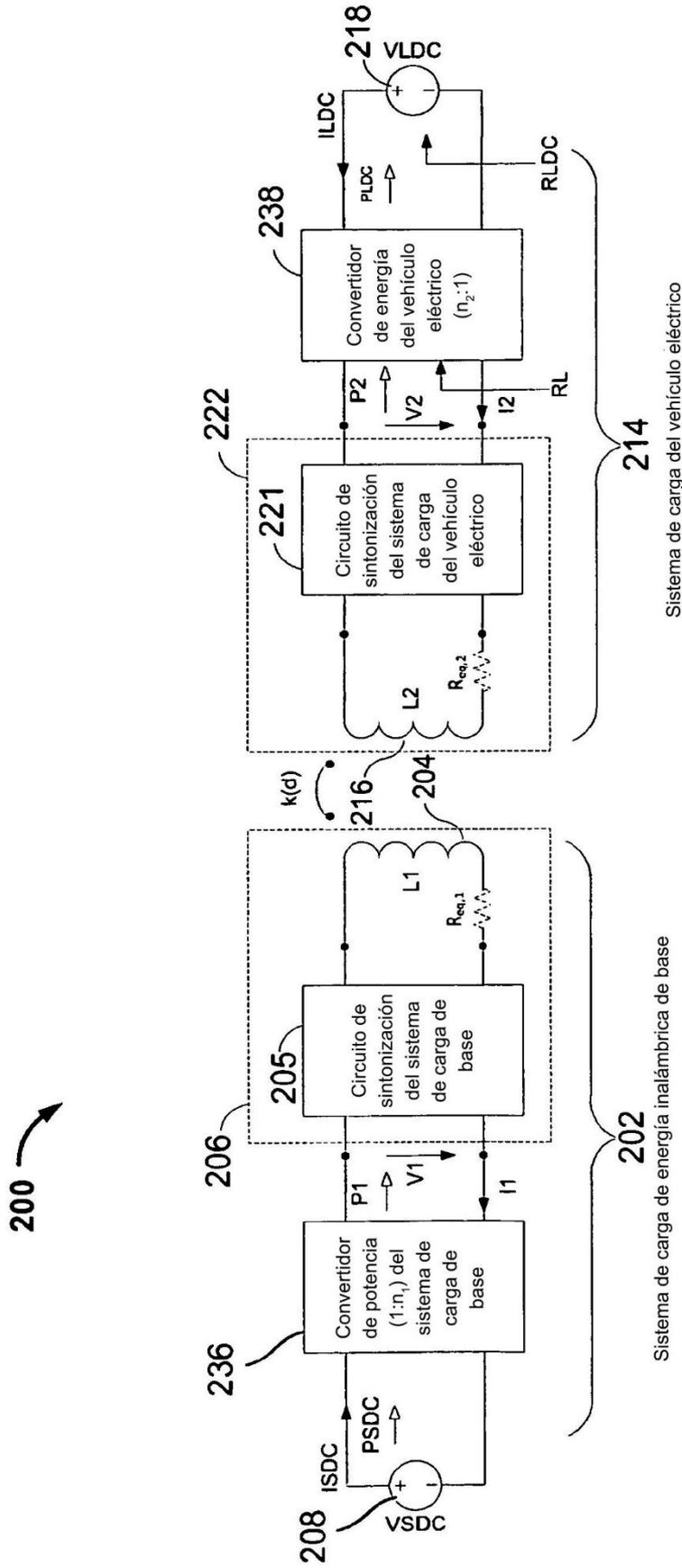


FIG. 2

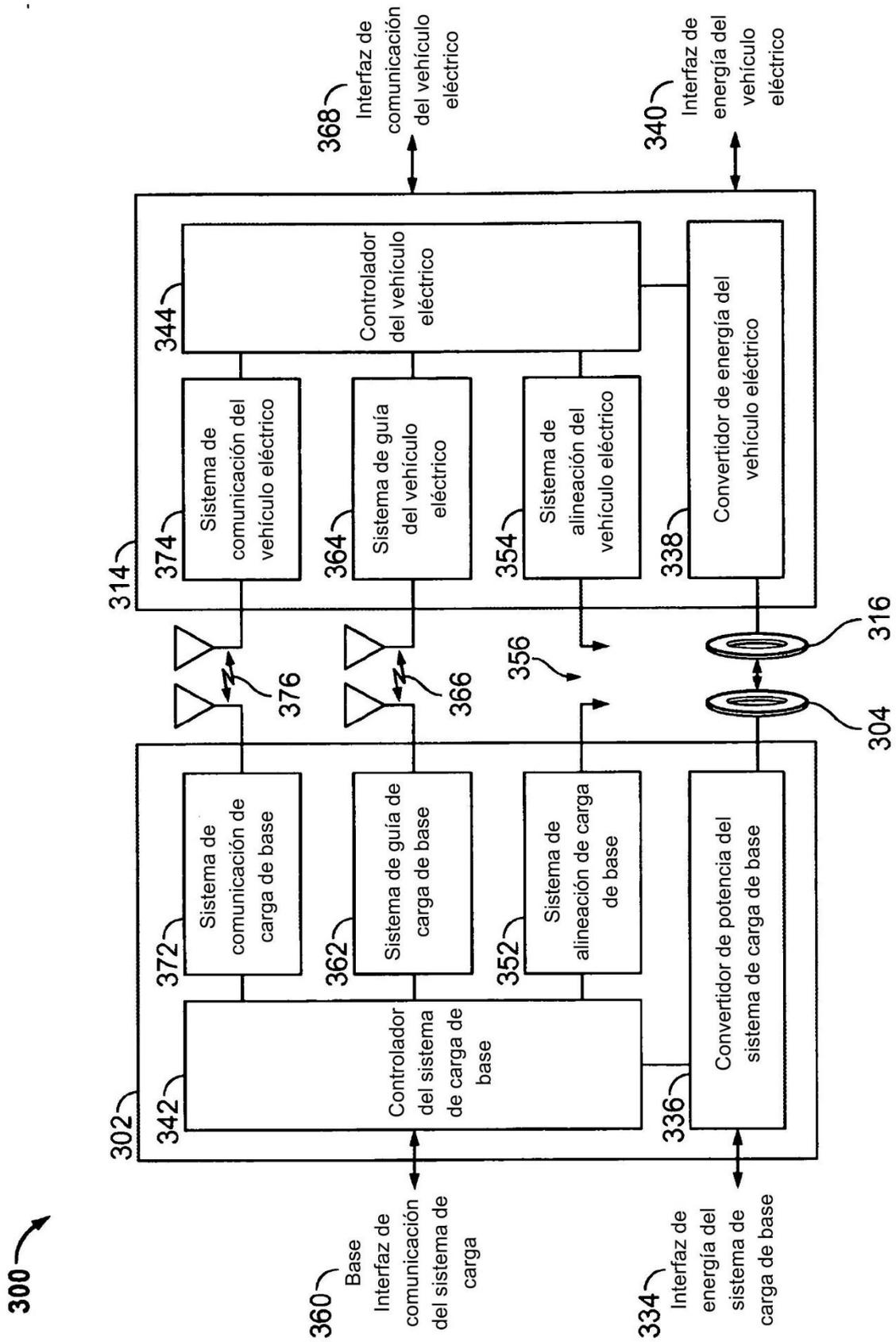


FIG. 3

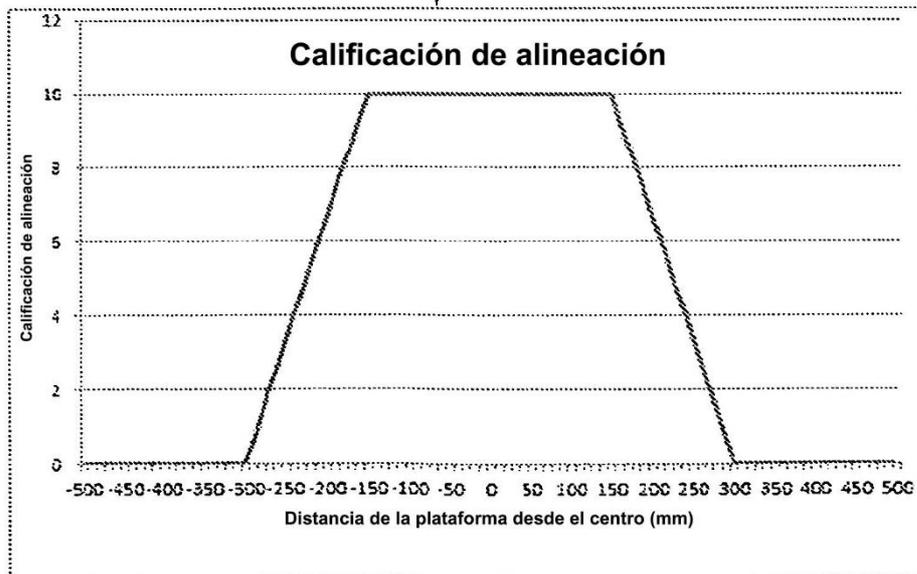
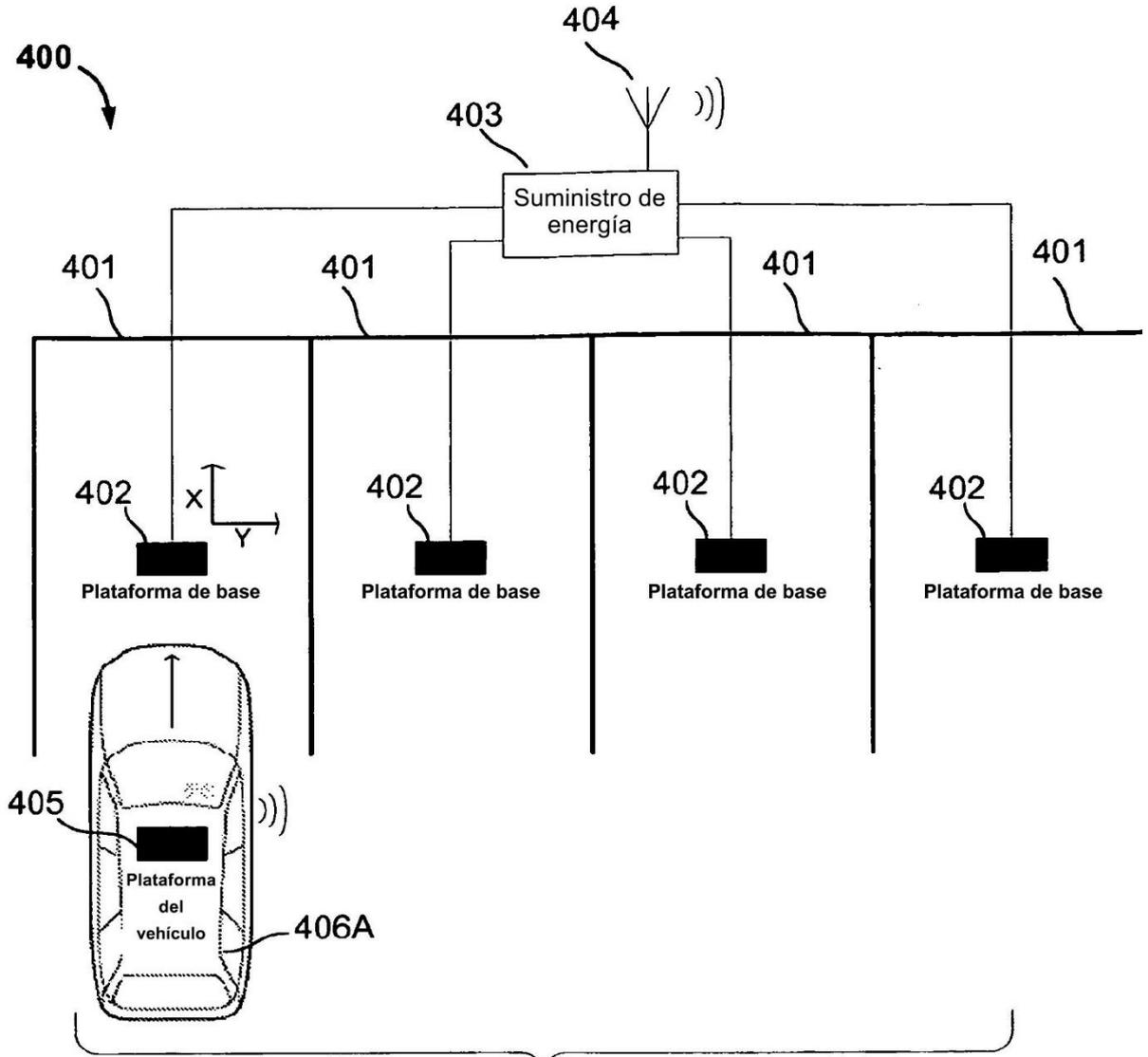


FIG. 4A

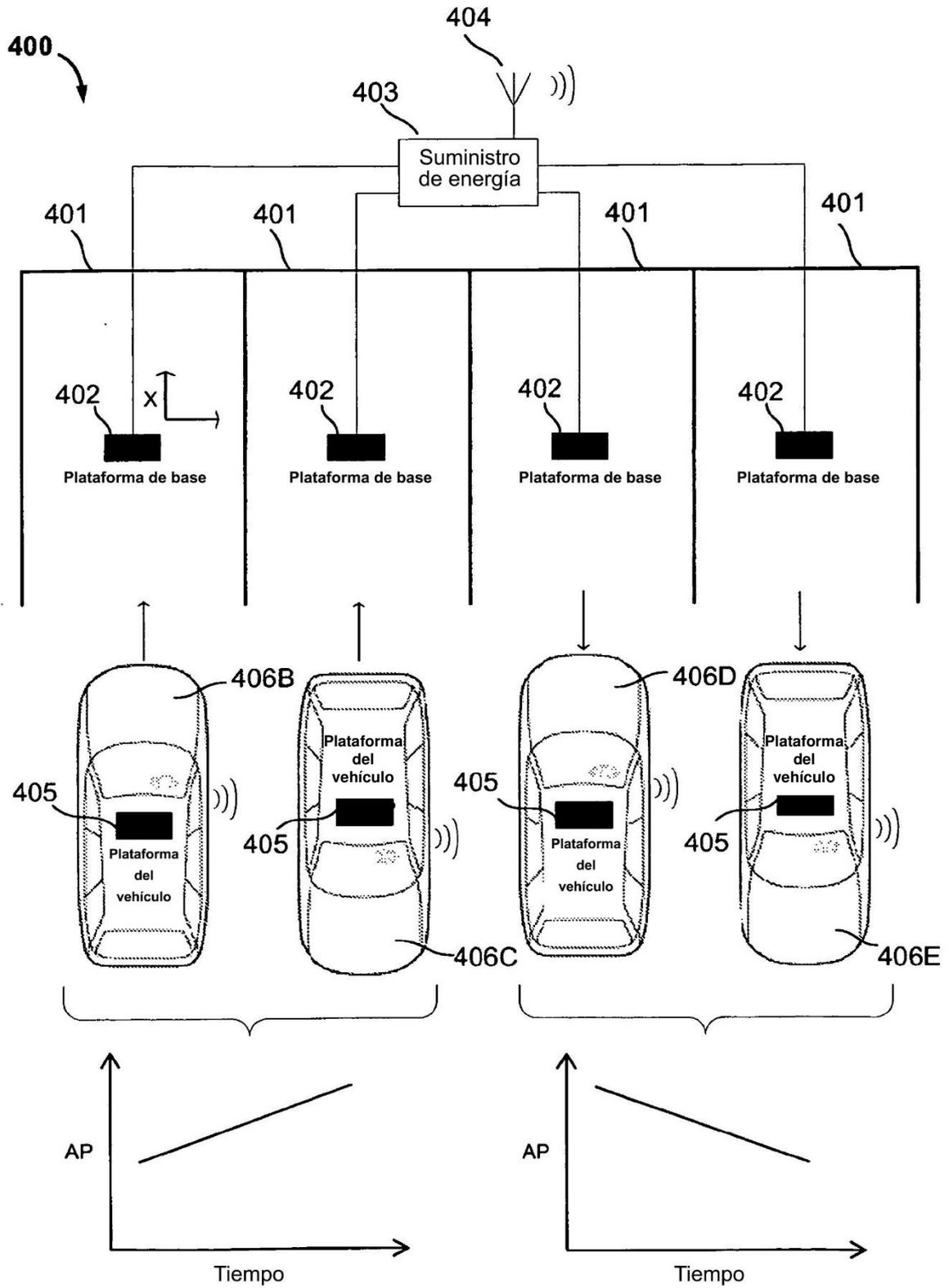


FIG. 4B

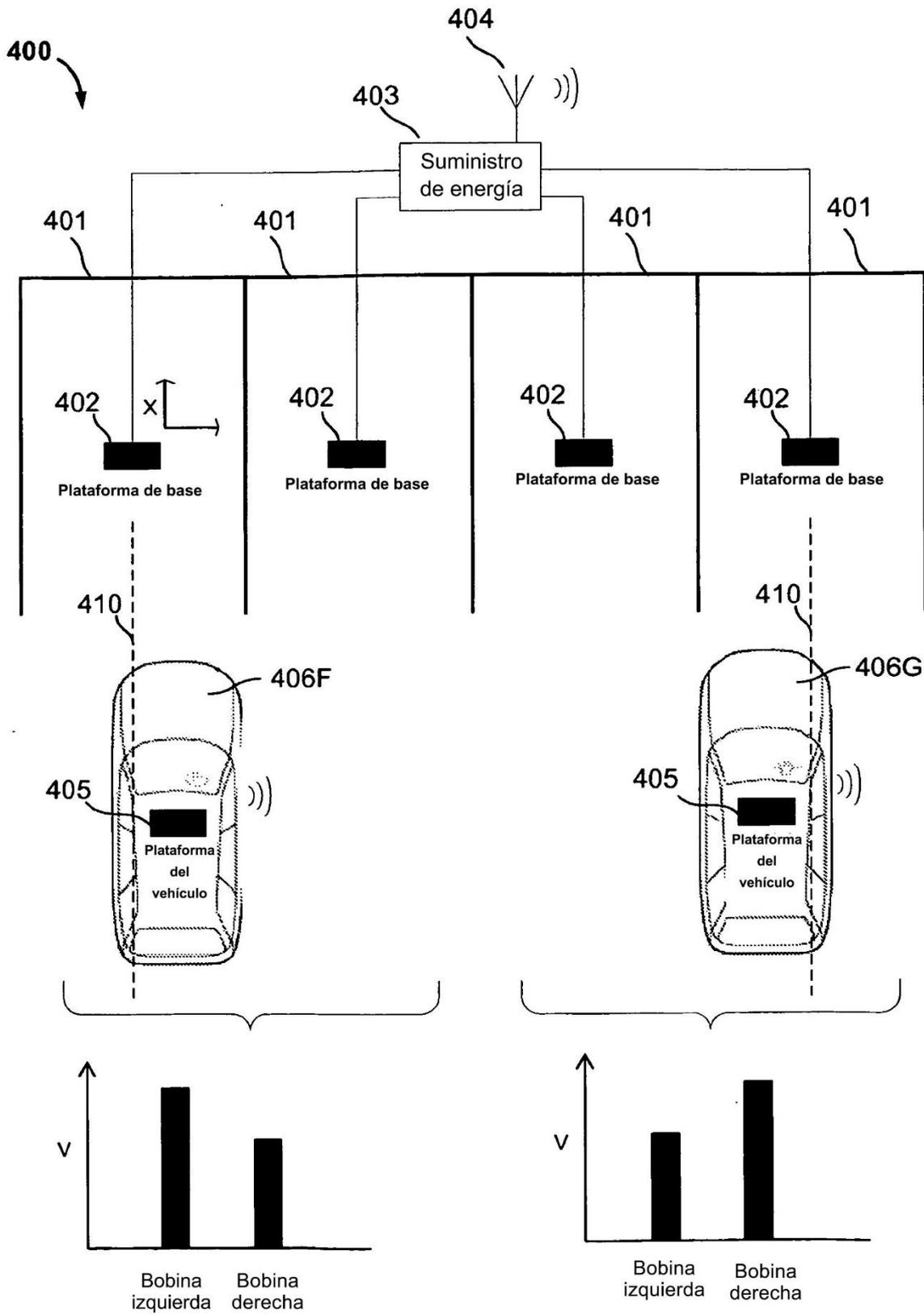


FIG. 4C

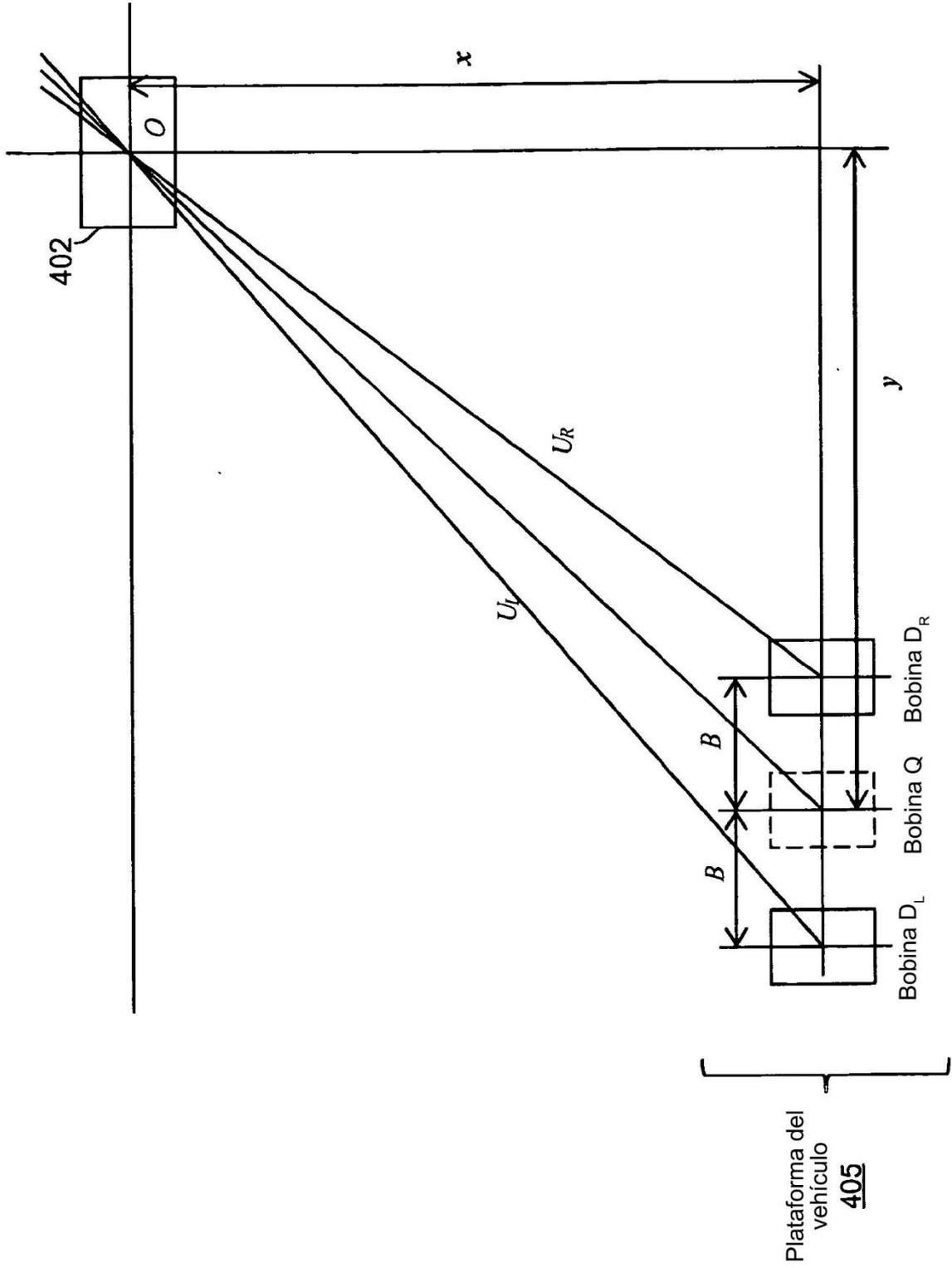
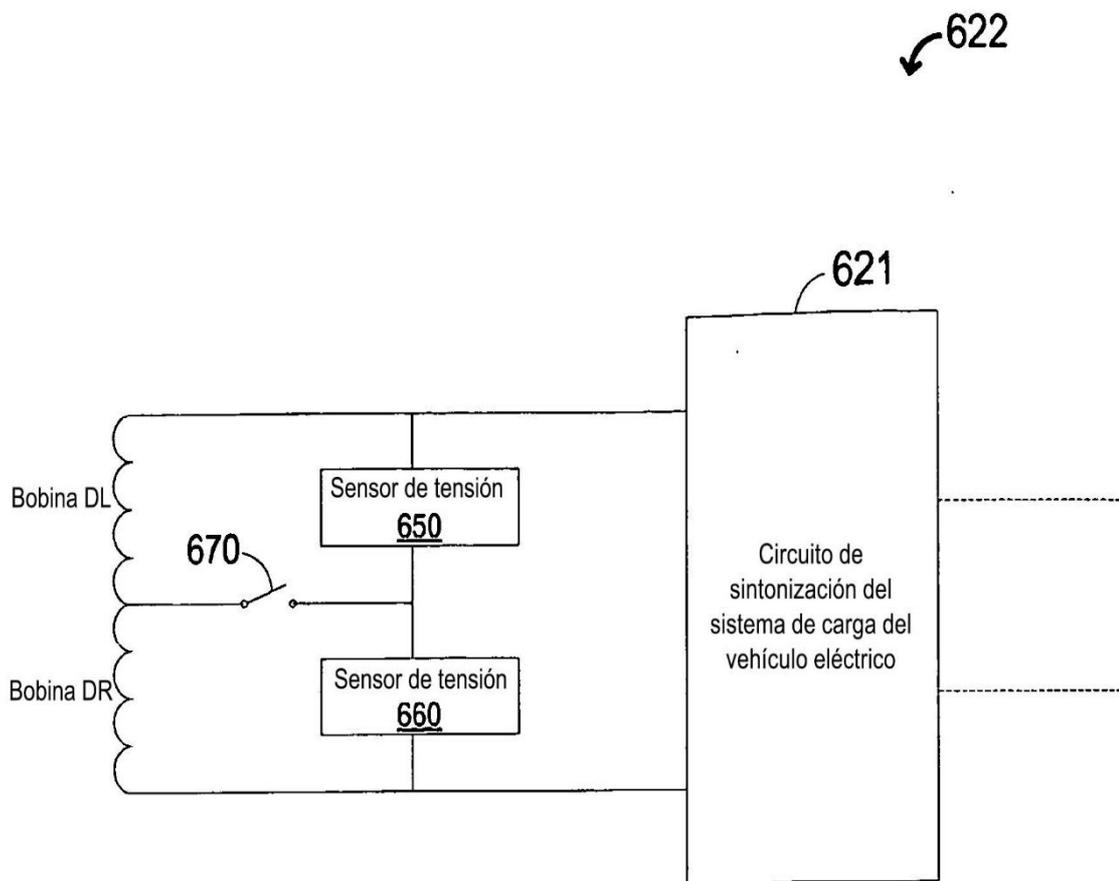


FIG. 5



**FIG. 6**

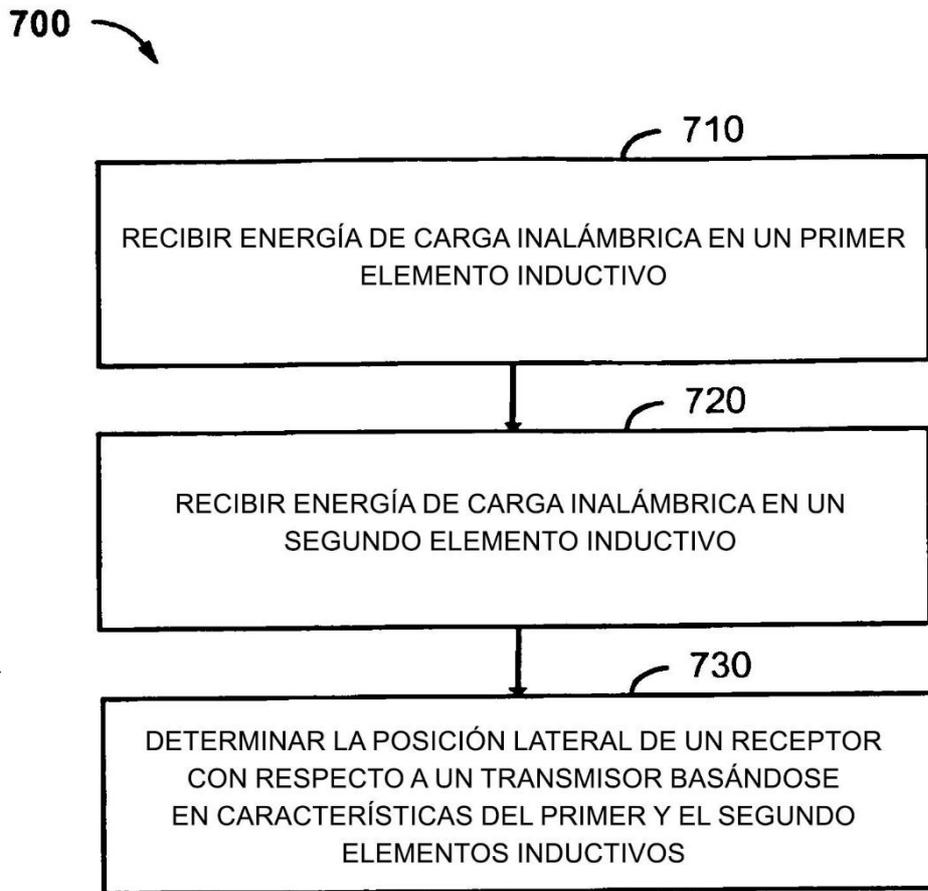


FIG. 7

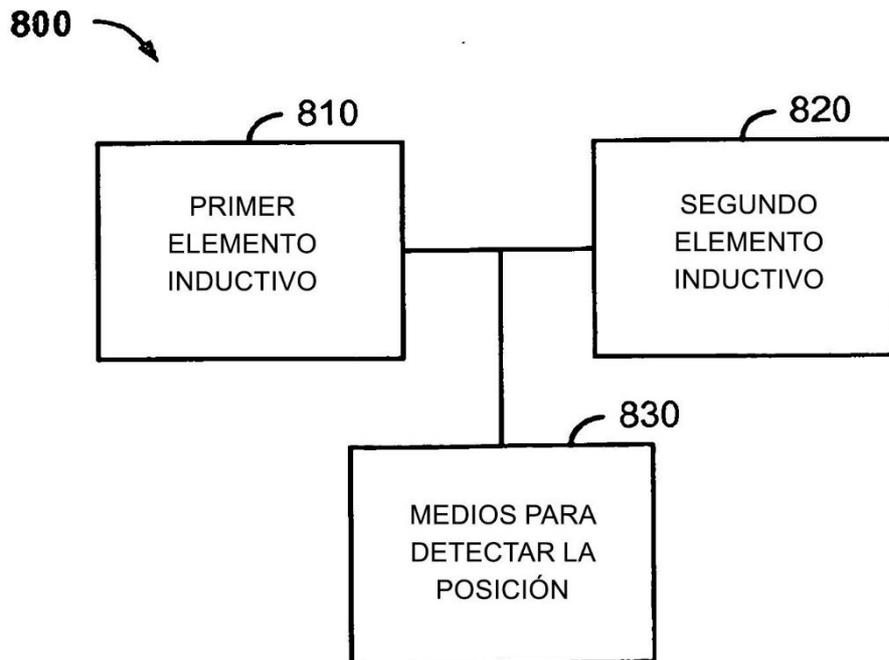


FIG. 8