

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 869 287**

51 Int. Cl.:

**H02K 11/02**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2013 PCT/IB2013/058409**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.03.2014 WO14037921**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2013 E 13802707 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.03.2021 EP 2893620**

54 Título: **Un componente del capacitor**

30 Prioridad:

**10.09.2012 GB 201216099**

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

**25.10.2021**

73 Titular/es:

**PROTEAN ELECTRIC LIMITED (100.0%)  
Silvertree Unit 10b Coxbridge Business Park  
Alton Road  
Farnham, Surrey GU10 5EH, GB**

72 Inventor/es:

**OWEN, GEOFFREY**

74 Agente/Representante:

**SÁEZ MAESO, Ana**

ES 2 869 287 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

Un componente del capacitor

5 La presente invención se refiere a un componente del capacitor, en particular a un motor eléctrico o generador que tiene un capacitor.

10 Los sistemas de motor eléctrico incluyen típicamente un motor eléctrico y una unidad de control que se dispone para controlar la energía del motor eléctrico. Ejemplos de tipos conocidos de motor eléctrico incluyen el motor de inducción, el motor sincrónico de imán permanente sin escobillas, el motor de reluctancia conmutada y el motor lineal. En el ámbito comercial, los motores eléctricos trifásicos son el tipo más común de motor eléctrico disponible.

15 Un motor eléctrico trifásico incluye típicamente tres conjuntos de bobinas, donde cada conjunto de bobinas se dispone para generar un campo magnético que se asocia con una de las tres fases de una tensión alterna.

Para aumentar el número de polos magnéticos que se forman dentro de un motor eléctrico, cada conjunto de bobinas tendrá típicamente un número de subconjuntos de bobinas que se distribuyen alrededor de la periferia del motor eléctrico, que se impulsan para producir un campo magnético giratorio.

20 A modo de ilustración, la Figura 1 muestra un motor eléctrico trifásico 10 típico que tiene tres conjuntos de bobinas 14, 16, 18. Cada conjunto de bobinas consta de cuatro subconjuntos de bobinas que se conectan en serie, donde para un conjunto de bobinas dado, el campo magnético que se genera mediante los respectivos subconjuntos de bobinas tendrá una fase común.

25 Los tres conjuntos de bobinas de un motor eléctrico trifásico se configuran típicamente en una configuración delta o estrella. Una unidad de control para un motor eléctrico trifásico que tiene un suministro de energía de CC incluirá típicamente un inversor de puente trifásico que genera un suministro de tensión trifásico para accionar el motor eléctrico. Cada una de las respectivas fases de tensión se aplica a un respectivo conjunto de bobinas del motor eléctrico.

30 Un inversor de puente trifásico incluye un número de dispositivos de conmutación, por ejemplo, conmutadores electrónicos de energía tal como los conmutadores de Transistor Bipolar de Puerta Aislada (IGBT), que se usan para generar una tensión alterna a partir de un suministro de tensión de CC.

35 Para reducir los efectos de la inductancia en los inversores cuando se conmuta la corriente, los capacitores se usan como una fuente de tensión local para los inversores de motores eléctricos. Al colocar un capacitor cerca de un inversor, se minimiza la inductancia que se asocia con la fuente de tensión. En consecuencia, para un motor eléctrico que tiene múltiples inversores, es conveniente un anillo capacitor anular para minimizar la distancia entre el elemento del capacitor y los inversores.

40 Un capacitor necesita tener una barra colectora para permitir que la carga fluya hacia y desde las placas del capacitor.

45 El documento US 2007/284157 describe un tren de transmisión para un vehículo de motor que tiene una máquina eléctrica, donde el capacitor y la electrónica de energía del motor eléctrico se distribuyen alrededor de la circunferencia exterior del motor eléctrico.

Sin embargo, cuando se fabrican barras colectoras concéntricas, como se requiere para un capacitor que se forma como un anillo anular, las tolerancias para las barras colectoras necesitan ser altas y la expansión térmica de las barras colectoras puede causar daños al conjunto del anillo capacitor.

50 Es conveniente mejorar esta situación.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un componente del capacitor de acuerdo con las reivindicaciones adjuntas.

55 Al tener una separación en el anillo de la barra colectora del capacitor, la presente invención proporciona la ventaja de permitir que la barra colectora se expanda/contraiga debido a variaciones térmicas sin causar estrés a los componentes circundantes, de esta manera se reducen los requisitos de tolerancia de fabricación para los anillos de la barra colectora.

La presente invención se describirá ahora, a manera de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

60 La Figura 1 ilustra un motor eléctrico trifásico de la técnica anterior;

La Figura 2 ilustra una vista despiezada de un motor que incorpora la presente invención;

65 La Figura 3 ilustra una vista despiezada del motor eléctrico que se muestra en la Figura 1 desde un ángulo alternativo;

La Figura 4 ilustra un motor eléctrico de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Figura 5 ilustra módulos de control para un motor eléctrico de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

5 La Figura 6 ilustra una vista parcial de un motor eléctrico de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Figura 7 ilustra un módulo de control para un motor eléctrico de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

10 La Figura 8 ilustra una vista en sección transversal de un estator de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Figura 9 ilustra un elemento del capacitor de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Figura 10 ilustra un diagrama esquemático de un capacitor de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

15 La Figura 11 ilustra una vista en sección transversal de un capacitor de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Figura 12 ilustra un elemento del capacitor de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

20 La Figura 13 ilustra un elemento del capacitor de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Figura 14 ilustra un elemento del capacitor de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

25 La Figura 15 ilustra un elemento del capacitor de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Figura 16 ilustra una vista parcial de una carcasa de un módulo de control de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

30 La modalidad de la invención que se describe es para un motor eléctrico que tiene un elemento del capacitor, donde el motor eléctrico es para usar en una rueda de un vehículo. Sin embargo, el motor eléctrico puede ubicarse en cualquier lugar dentro del vehículo. El motor es del tipo que tiene un conjunto de bobinas que son parte del estator para su unión a un vehículo, rodeado radialmente por un rotor que lleva un conjunto de imanes para su unión a una rueda. Para evitar dudas, varios aspectos de la invención son igualmente aplicables a un generador eléctrico que tenga la misma disposición. Como tal, la definición de motor eléctrico pretende incluir el generador eléctrico. Además, algunos de los aspectos de la invención se pueden aplicar a una disposición que tiene el rotor que se monta centralmente dentro de bobinas circundantes radialmente. Como apreciaría un experto en la técnica, la presente invención puede aplicarse para usar con otros tipos de motores eléctricos.

40 Para los propósitos de la presente modalidad, como se ilustra en la Figura 2 y la Figura 3, el motor eléctrico en la rueda incluye un estator 252 que comprende un disipador de calor 253, múltiples bobinas 254, dos módulos de control 400 que se montan en el disipador de calor 253 sobre una porción trasera del estator para accionar las bobinas, y un capacitor (que no se muestra) que se monta sobre el estator dentro de una cavidad 255 que se forma sobre la parte trasera del estator. En una modalidad preferida, el capacitor es un elemento del capacitor anular. Las bobinas 254 se forman sobre laminaciones de dientes del estator para formar embobinados de la bobina, donde las laminaciones de dientes del estator se montan sobre el disipador de calor 253. El disipador de calor 253 incluye al menos un canal de enfriamiento para permitir que un refrigerante fluya dentro del disipador de calor 253 para proporcionar enfriamiento, de esta manera se permite que el disipador de calor 253 extraiga calor de los componentes que se unen al disipador de calor 253, por ejemplo, los embobinados de la bobina y los módulos de control. Una recubrimiento de estator 256 se monta sobre la porción trasera del estator 252, que encierra los módulos de control 400 para formar el estator 252, que luego puede fijarse a un vehículo y no gira con relación al vehículo durante el uso.

50 Cada módulo de control 400 incluye dos inversores 410 y una lógica de control 420, que en la presente modalidad incluye un procesador, para controlar la operación de los inversores 410, que se representa esquemáticamente en la Figura 5.

55 El elemento del capacitor anular se acopla a través de los inversores 410 para distribuir el suministro de energía de CC a los inversores 410 y para reducir la ondulación de tensión en la línea de suministro de energía del motor eléctrico, conocida de cualquier otra manera como barra colectora de CC, durante la operación del motor eléctrico, como se describe más abajo. Para una inductancia reducida, el elemento del capacitor anular se monta adyacente a los módulos de control 400. Aunque el elemento del capacitor dentro del motor eléctrico de la presente modalidad es un capacitor anular, el elemento del capacitor puede tener cualquier forma.

60 Un rotor 240 comprende una porción frontal 220 y una porción cilíndrica 221 que forman un recubrimiento, que rodea sustancialmente el estator 252. El rotor incluye una pluralidad de imanes permanentes 242 que se disponen alrededor del interior de la porción cilíndrica 221. Para los propósitos de la presente modalidad, 32 pares de imanes se montan en el interior de la porción cilíndrica 221. Sin embargo, puede usarse cualquier número de pares de imanes.

Los imanes están muy cerca de los embobinados de la bobina en el estator 252 de modo que los campos magnéticos que se generan mediante las bobinas interactúan con los imanes 242 que se disponen alrededor del interior de la porción cilíndrica 221 del rotor 240 para hacer que el rotor 240 gire. Como los imanes permanentes 242 se utilizan para generar un torque de accionamiento para accionar el motor eléctrico, los imanes permanentes se denominan típicamente imanes de accionamiento.

El rotor 240 se une al estator 252 mediante un bloque de cojinetes 223. El bloque de cojinetes 223 puede ser un bloque de cojinetes estándar como se usaría en un vehículo en el que se va a equipar este conjunto de motor. El bloque de cojinetes comprende dos partes, una primera parte que se fija al estator y una segunda parte que se fija al rotor. El bloque de cojinetes se fija a una porción central 253 de la pared del estator 252 y además, a una porción central 225 de la pared de la carcasa 220 del rotor 240. Así, el rotor 240 se fija en rotación al vehículo con el que se va a usar, a través del bloque de cojinetes 223 en la porción central 225 del rotor 240. Esto tiene una ventaja, en la que una llanta y un neumático pueden luego fijarse al rotor 240 en la porción central 225 mediante el uso de los tornillos normales de la rueda para fijar la llanta a la porción central del rotor y, en consecuencia, firmemente en el lado giratorio del bloque de cojinetes 223. Los tornillos de la rueda pueden equiparse a través de la porción central 225 del rotor a través del propio bloque de cojinetes. Tanto con el rotor 240 como con la rueda que se monta en el bloque de cojinetes 223, existe una correspondencia uno a uno entre el ángulo de rotación del rotor y la rueda.

La Figura 3 muestra una vista despiezada del mismo conjunto de motor que se ilustra en la Figura 2 desde el lado opuesto. El rotor 240 comprende la pared exterior del rotor 220 y la pared circunferencial 221 dentro de las cuales se disponen circunferencialmente los imanes 242. Como se describió anteriormente, el estator 252 se conecta al rotor 240 a través del bloque de cojinetes en las porciones centrales del rotor y las paredes del estator.

Se proporciona un sello en forma de V entre la pared circunferencial 221 del rotor y el borde exterior del estator.

El rotor incluye además, un conjunto de imanes 227 para la detección de la posición, conocidos de cualquier otra manera como imanes de conmutación, que junto con los sensores que se montan sobre el estator permite estimar un ángulo de flujo del rotor. El ángulo de flujo del rotor define la relación posicional de los imanes de accionamiento con los embobinados de la bobina. Alternativamente, en lugar de un conjunto de imanes separados, el rotor puede incluir un anillo de material magnético que tiene múltiples polos que actúan como un conjunto de imanes separados.

Para permitir que los imanes de conmutación se usen para calcular un ángulo de flujo del rotor, preferentemente cada imán de accionamiento tiene un imán de conmutación asociado, donde el ángulo de flujo del rotor se deriva del ángulo de flujo que se asocia con el conjunto de imanes de conmutación mediante la calibración del ángulo de flujo magnético de conmutación que se mide. Para simplificar la correlación entre el ángulo de flujo magnético de conmutación y el ángulo de flujo del rotor, preferentemente el conjunto de imanes de conmutación tiene el mismo número de imanes o pares de polos magnéticos que el conjunto de pares de imanes de accionamiento, donde los imanes de conmutación y los imanes de accionamiento asociados se alinea aproximadamente de forma radial entre sí. En consecuencia, para los propósitos de la presente modalidad, el conjunto de imanes de conmutación tiene 32 pares de imanes, donde cada par de imanes se alinea aproximadamente de forma radial con un respectivo par de imanes de accionamiento.

Un sensor, que en esta modalidad es un sensor Hall, se monta sobre el estator. El sensor se posiciona de modo que, a medida que el rotor gira, cada uno de los imanes de conmutación que forman el anillo de imán de conmutación gire respectivamente más allá del sensor.

A medida que el rotor gira con relación al estator, los imanes de conmutación giran correspondientemente más allá del sensor con el sensor Hall emitiendo una señal de tensión de CA, donde el sensor genera un ciclo de tensión completo de 360 grados eléctricos para cada par de imanes que pasa por el sensor.

Para una detección de la posición mejorada, preferentemente el sensor incluye un segundo sensor asociado que se coloca 90 grados eléctricos desplazados del primer sensor.

Como se ilustra en la Figura 4, en la presente modalidad el motor eléctrico incluye cuatro conjuntos de bobinas 60, que tienen cada conjunto de bobinas 60 tres subconjuntos de bobinas 61, 62, 63 que se acoplan en una configuración de estrella para formar un submotor trifásico, dando como resultado que el motor tenga cuatro submotores trifásicos. La operación de los respectivos submotores se controla a través de uno de los dos dispositivos de control/módulos de control 400, como se describió más abajo. Sin embargo, aunque la presente modalidad describe un motor eléctrico que tiene cuatro conjuntos de bobinas 60 (es decir, cuatro submotores), el motor puede tener igualmente uno o más conjuntos de bobinas con dispositivos de control asociados. En una modalidad preferida, el motor 40 incluye ocho conjuntos de bobinas 60 con cada conjunto de bobinas 60 con tres subconjuntos de bobinas 61, 62, 63 que se acoplan en una configuración de estrella para formar un submotor trifásico, dando como resultado que el motor tenga ocho submotores trifásicos. De manera similar, cada conjunto de bobinas puede tener cualquier número de subconjuntos de bobinas, de esta manera se permite que cada submotor tenga dos o más fases.

La Figura 5 ilustra las conexiones entre los respectivos conjuntos de bobinas 60 y los módulos de control 400, donde un respectivo conjunto de bobinas 60 se conecta a un respectivo inversor trifásico 410 que se incluye en un módulo de control

400. Como es bien conocido por un experto en la técnica, un inversor trifásico contiene seis conmutadores, donde puede generarse una tensión alterna trifásica mediante la operación controlada de los seis conmutadores. Sin embargo, el número de conmutadores dependerá del número de fases de tensión que se aplicarán a los respectivos submotores, donde los submotores pueden construirse para tener cualquier número de fases.

Las respectivas bobinas de los cuatro conjuntos de bobinas se enrollan en dientes de estator individuales, que forman parte del estator. Las porciones de extremo 501 de los embobinados de la bobina sobresalen a través de la porción trasera plana 502 del dissipador de calor del estator, como se ilustra en la Figura 6. La Figura 6 ilustra una vista en perspectiva parcial del estator, donde las porciones de extremo 501 de los embobinados de la bobina para dos de los cuatro conjuntos de bobinas 60 se extienden lejos de la porción plana del dissipador de calor del estator 253.

Los módulos de control 400 se posicionan adyacentes a la porción plana del dissipador de calor del estator 253, para montarse en la porción plana del dissipador de calor del estator 253. Para propósitos ilustrativos, en la Figura 6 se muestra una vista de un solo módulo de control 400 separado del dissipador de calor del estator 253. Como se indicó anteriormente, se forma una cavidad anular 255 en la porción plana del dissipador de calor 253 para alojar el elemento del capacitor anular.

Para los propósitos de la presente modalidad, la porción plana del dissipador de calor 253 se ubica en el lado del estator que pretende montarse en un vehículo.

Preferentemente, para facilitar el montaje de los respectivos módulos de control 400 en el dissipador de calor del estator 253, las secciones extremas 501 de los embobinados de la bobina para los respectivos conjuntos de bobinas se disponen para extenderse lejos de la porción del dissipador de calor del estator en una dirección sustancialmente perpendicular con relación a la superficie de la porción del dissipador de calor del estator.

La Figura 7 ilustra una construcción modular del módulo de control 400 con una vista despiezada de una modalidad preferida de un módulo de control 400, donde cada módulo de control 400, conocido de cualquier otra manera como módulo de energía, incluye una placa de circuito impreso de energía 500 en la que se montan dos ensamblajes de sustrato de energía 510, una placa de circuito impreso de control 520, cuatro barras colectoras de fuente de energía (que no se muestran) para conectar al elemento del capacitor anular, barras colectoras de embobinado de seis fases (que no se muestran) para conectarse a los respectivos embobinados de la bobina, dos módulos de inserción 560 y seis sensores de corriente. Cada sensor de corriente incluye un sensor de Hall y una sección de material ferromagnético suave 530 que se dispone para montarse adyacente al sensor de Hall, donde preferentemente cada sensor de Hall se dispone para montarse en una sección de corte de una pieza de material ferromagnético suave moldeada en forma toroidal.

Cada uno de los componentes del módulo de control se monta dentro de una carcasa del módulo de control 550 con las cuatro barras colectoras de la fuente de energía y las barras colectoras del embobinado de seis fases que se montan, a través de los respectivos módulos de inserción, en la placa de circuito impreso de energía 500 en lados opuestos de la carcasa del dispositivo de control 550.

Cada sustrato de energía 510 se dispone para montarse en una respectiva abertura que se forma en la placa de circuito impreso de energía 500, donde cada uno de los sustratos de energía 510 tiene una placa de base de cobre de 3 mm 600 sobre la que se forma un inversor trifásico 410. Además, se forma una abertura 511 correspondiente en la carcasa del módulo de control 550 para permitir que la placa base de cobre para cada uno de los sustratos de energía 510 se coloque en contacto directo con el dissipador de calor del estator 253 cuando la carcasa del dispositivo de control 550 se monta en el estator, de esta manera se permite que el enfriamiento se aplique directamente a la base de cada uno de los sustratos de energía 510.

Montados en la parte inferior de la placa de circuito impreso de energía 500, adyacente a la placa base de cobre de los conjuntos de sustrato de energía 510, están los seis sensores Hall (que no se muestran) para medir la corriente en los respectivos embobinados de la bobina que se asocian con dos de los cuatro conjuntos de bobinas. Las lecturas del sensor Hall se proporcionan a la placa de circuito impreso de control 520.

La placa de circuito impreso de energía 500 incluye una variedad de otros componentes que incluyen controladores para los conmutadores inversores que se forman en los conjuntos de sustrato de energía 510, donde los controladores se usan para convertir las señales de control de la placa de circuito impreso de control 520 en una forma adecuada para operar conmutadores que se montan en la placa de circuito impreso de energía 500, sin embargo, estos componentes no se discutirán con más detalle.

Los módulos de inserción 560 se disponen para montarse sobre la placa de circuito impreso de energía 500 cuando la placa de circuito impreso de energía 500 se monta en la carcasa del módulo de control 550.

Cada módulo de inserción 560 se dispone para montarse sobre un respectivo conjunto de sustrato de energía 510 que se monta en la placa de circuito impreso de energía 500, en el que cada módulo de inserción 560 tiene una abertura que se dispone para extenderse alrededor de los conmutadores inversores que se forman en un respectivo conjunto de sustrato de energía 510.

Cada módulo de inserción 560 se dispone para llevar dos barras colectoras de fuente de energía y barras colectoras de embobinados trifásicos para acoplar el inversor que se forma en el conjunto de sustrato de energía 510, sobre el cual se monta el módulo de inserción 560, al elemento del capacitor anular y a los embobinados de fase de un conjunto de bobinas, respectivamente.

El módulo de inserción 560 actúa además, como un separador para separar la placa de circuito impreso de control 520 de la placa de circuito impreso de energía 500 cuando tanto la placa de circuito impreso de energía 500 como la placa de circuito impreso de control 520 se montan en la carcasa del módulo de control 550.

Un primer par de barras colectoras de fuente de energía que se monta sobre uno de los módulos de inserción 560 es para proporcionar una fuente de tensión a un primer inversor 410 que se forma en uno de los conjuntos de sustratos de energía 510. Un segundo par de barras colectoras de fuente de energía que se monta sobre un segundo módulo de inserción 560 es para proporcionar una fuente de tensión a un segundo inversor 410 que se forma en el otro conjunto de sustrato de energía 510.

Para cada par de barras colectoras de la fuente de energía, una de las barras colectoras de la fuente de energía se ubicada en un primer plano que se forma por encima del plano de la placa de circuito de energía 500. La otra barra colectora de la fuente de energía se ubicada en un segundo plano por encima del primer plano. Preferentemente, cada par de barras colectoras de fuente de energía se dispone para ser sustancialmente coplanar.

Ubicadas en la carcasa del módulo de control 550 en el lado opuesto de los respectivos conjuntos de sustrato de energía 510 a las barras colectoras de la fuente de energía están las barras colectoras de embobinado de seis fases. Una barra colectora de embobinado de fase se acopla a cada pata del inversor para acoplarla a un respectivo embobinado de la bobina, como es bien conocido por un experto en la técnica (es decir, una barra colectora de embobinado de fase se acopla a cada pata del inversor trifásico que se forma en uno de los conjuntos de sustrato de energía 510 y una barra colectora de embobinado de fase se acopla a cada pata del inversor trifásico que se forma en el otro conjunto de sustrato de energía 510).

La placa de circuito impreso de control 520 se dispone para montarse en la carcasa del módulo de control 550 por encima de la placa de circuito impreso de energía 500.

La placa de circuito impreso de control 520 incluye un procesador 420 para controlar la operación de los respectivos conmutadores inversores para permitir que cada uno de los conjuntos de bobinas de motor eléctrico 60 se suministre con un suministro de tensión trifásica mediante el uso del control de tensión PWM a través de los respectivos subconjuntos de bobinas 61, 62, 63. Para un requisito de torque dado, la tensión trifásica que se aplica a través de los respectivos conjuntos de bobinas se determina mediante el uso del control orientado al campo FOC, que se realiza mediante el procesador en la placa de circuito impreso de control mediante el uso de los sensores de corriente que se montan dentro de la carcasa del módulo de control 550 para medir la corriente que se genera.

El control PWM trabaja mediante el uso de la inductancia del motor para promediar una tensión de pulso aplicado para accionar la corriente requerida en las bobinas del motor. Mediante el uso del control PWM, se conmuta una tensión aplicada a través de los embobinados del motor. Durante el período en el que se conmuta la tensión a través de las bobinas del motor, la corriente aumenta en las bobinas del motor a una velocidad dictada por su inductancia y la tensión aplicada. El control de tensión PWM se apaga antes de que la corriente haya aumentado más allá de un valor requerido, de esta manera se permite lograr un control preciso de la corriente.

Los conmutadores inversores pueden incluir dispositivos semiconductores tales como MOSFET o IGBT. En el presente ejemplo, los conmutadores comprenden IGBT. Sin embargo, puede emplearse cualquier circuito de conmutación conocido adecuado para controlar la corriente. Un ejemplo bien conocido de tal circuito de conmutación es el circuito de puente trifásico que tiene seis conmutadores que se configuran para accionar un motor eléctrico trifásico. Los seis conmutadores se configuran como tres conjuntos paralelos de dos conmutadores, donde cada par de conmutadores se coloca en serie y forman una pata del circuito de puente trifásico. Una fuente de energía de CC se acopla a través de las patas del inversor, con los respectivos embobinados de la bobina de un motor eléctrico que se acopla entre un par respectivo de conmutadores, como es bien conocido por un experto en la técnica. Un inversor monofásico tendrá dos pares de conmutadores que se disponen en serie para formar dos patas de un inversor.

El suministro de tensión trifásico da como resultado la generación de flujo de corriente en los respectivos subconjuntos de bobinas y un correspondiente campo magnético giratorio para proporcionar un torque requerido por los respectivos submotores.

Adicionalmente, cada placa de circuito impreso de control 520 incluye una disposición de interfaz para permitir la comunicación entre los respectivos módulos de control 400 a través de un bus de comunicación con un módulo de control 400 que se dispone para comunicarse con un controlador de vehículo que se monta externamente al motor eléctrico, donde el controlador que se monta de forma externa típicamente proporcionará un valor de torque requerido al módulo

de control 400. El procesador 420 en cada módulo de control 400 se dispone para manejar la comunicación a través de la disposición de interfaz.

Como se indicó anteriormente, aunque la presente modalidad describe que cada conjunto de bobinas 60 tiene tres subconjuntos de bobinas 61, 62, 63, la presente invención no se limita por esto y se apreciaría que cada conjunto de bobinas 60 puede tener uno o más subconjuntos de bobinas.

La Figura 8 ilustra una vista en sección transversal de una sección del estator con el elemento del capacitor anular 800 que se aloja dentro de una carcasa del elemento del capacitor 810 que se monta dentro de la cavidad anular 255 que se forma en la porción plana del disipador de calor 253.

El elemento del capacitor anular 800 incluye una primera barra colectora, donde la primera barra colectora se acopla a un primer electrodo del capacitor interno a través de un primer electrodo externo. Una segunda barra colectora que se monta adyacente a la primera barra colectora se acopla a un segundo electrodo del capacitor interno a través de un segundo electrodo externo, como se describió más abajo. La primera barra colectora permite que la carga fluya hacia y desde el primer electrodo del capacitor interno. La segunda barra colectora permite que la carga fluya hacia y desde el segundo electrodo del capacitor interno. El primer electrodo del capacitor interno y el segundo electrodo del capacitor interno corresponden a las placas del capacitor.

La Figura 9 ilustra una vista despiezada del elemento del capacitor anular 800, donde tanto la primera barra colectora 900 como la segunda barra colectora 910 se montan alrededor de la superficie circunferencial exterior de un componente del capacitor anular 920 con la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910 que se separan mediante una primera película aislante 930. La primera barra colectora 900 se aísla eléctricamente de la circunferencia exterior del componente del capacitor anular 920 con una segunda película aislante 940.

Tener barras colectoras concéntricas 900, 910 que se forman alrededor del componente del capacitor anular, donde las barras colectoras 900, 910 se separan mediante una fina capa de aislamiento 930, en lugar de colocarse en lados separados de un elemento del capacitor, minimiza la inductancia, de esta manera se reducen las pérdidas en el inversor.

La primera barra colectora 900 incluye un primer elemento de acoplamiento eléctrico 950 para acoplar la primera barra colectora 900 a un primer terminal de una fuente de energía de CC, por ejemplo, una batería que se ubica dentro del vehículo que aloja el motor eléctrico en la rueda. De manera similar, la segunda barra colectora 910 incluye un segundo elemento de acoplamiento eléctrico 960 para acoplar la segunda barra colectora a un segundo terminal de la fuente de energía de CC, de esta manera se permite que el elemento del capacitor anular se acople en paralelo entre la fuente de energía de CC y los respectivos inversores que se montan en el motor eléctrico en la rueda.

Adicionalmente, la primera barra colectora y la segunda barra colectora incluyen miembros de acoplamiento 980 para acoplar a las respectivas barras colectoras de la fuente de energía del inversor que se montan en los módulos de control para permitir que el elemento del capacitor anular 800 actúe como una fuente de tensión para cada uno de los inversores correspondientes, de esta manera se permite que un solo capacitor se use para soportar una pluralidad de inversores.

En una modalidad, la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910 pueden ser componentes anulares prefabricados que se ajustan a presión en el componente del capacitor anular 920 de modo que las barras colectoras 900, 910 sean concéntricas. Sin embargo, para minimizar las tolerancias dimensionales de las barras colectoras 900, 910 y el riesgo de daño al conjunto del capacitor que podría resultar de la expansión térmica, al menos una de las barras colectoras 900, 910 se fabrican en forma de C, donde una sección 970 de cada una de las barras colectoras 900, 910 se elimina para permitir variaciones en el diámetro del componente del capacitor anular 920 que resultan de la fabricación y/o expansión térmica. De manera similar, tener una separación en la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910 permite que las barras colectoras se expandan/contraigan sin causar estrés a los componentes circundantes. La separación que se forma en la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910 para formar las barras colectoras en forma de C puede ser de cualquier tamaño adecuado, sin embargo, preferentemente el tamaño de la separación se calculará mediante el uso del coeficiente de los valores de expansión térmica de los materiales que se usan para las barras colectoras y tolerancias de fabricación de ingeniería y tamaño de los componentes para determinar un tamaño de la separación que evitará que los extremos de las barras colectoras entren en contacto sobre la envoltura térmica del motor eléctrico.

Como se describió más abajo, preferentemente el componente del capacitor anular 920 combina una pluralidad de capacitores en un solo elemento del capacitor, donde el componente del capacitor anular 920 incluye un primer capacitor, un segundo capacitor y un tercer capacitor.

El primer capacitor se dispone para acoplar la fuente de tensión de CC a los respectivos inversores que se montan en los módulos de control 400 en el motor eléctrico, donde el primer capacitor se dispone para inhibir los transitorios de tensión que se generan a través de los conmutadores del inversor, lo que podría causar pérdidas y estrés eléctrico en los dispositivos de conmutación y proporcionan altas cargas de corriente de pulso desde el inversor. Esto tiene el efecto de reducir la inductancia en los inversores durante la conmutación de corriente. El primer elemento del capacitor se acopla en paralelo entre la fuente de tensión CC y los respectivos inversores.

Para reducir el ruido electromagnético que se genera por los inversores, el componente del capacitor anular 920 incluye además, un segundo y tercer capacitor integrados que se conectan en línea con el primer capacitor. El segundo y tercer capacitor actúan como elementos del capacitor Y y se acoplan en serie entre sí y en paralelo con el primer capacitor. Aunque el segundo y tercer capacitor se integran con el primer capacitor para formar un elemento del capacitor anular, el segundo y tercer capacitor también pueden además, formarse como elementos separados del primer capacitor.

Los capacitores Y actúan como parte de una solución EMC dentro de un sistema de motor eléctrico, donde los capacitores Y se usan en combinación con un capacitor de enlace de CC local (es decir, el primer capacitor) para reducir/controlar las emisiones electromagnéticas al proporcionar una trayectoria para las corrientes EMC de modo común para que fluyan de regreso al enlace de CC, de esta manera se reducen las corrientes EMC que fluyen fuera del motor.

Para un motor eléctrico que tiene una pluralidad de submotores con inversores asociados, típicamente se requieren dos capacitores Y para cada inversor. Para una configuración de múltiples inversores, esto puede tener un impacto adverso en el empaque, el costo y la confiabilidad de un sistema de motor eléctrico. Sin embargo, la presente invención permite que una sola configuración del capacitor Y soporte múltiples inversores, de esta manera se reducen los requisitos de empaque y simplificando el proceso de fabricación.

La Figura 10 ilustra un circuito equivalente para el componente del capacitor anular que se integra 920 con el primer capacitor 1010 que se acopla entre los rieles de energía positivo y negativo de la fuente de tensión de CC con el segundo capacitor 1020 que se acopla entre el riel de energía positivo y un potencial de referencia, por ejemplo, el bastidor del vehículo y el tercer capacitor 1030 se acoplan entre el riel de energía negativo y el potencial de referencia. Como se indicó anteriormente, los respectivos inversores se acoplan a través de los rieles de energía positiva y negativa de la fuente de tensión de CC.

Mediante el uso un solo capacitor para soportar una pluralidad de inversores, la capacitancia total puede reducirse, con una reducción en el espacio, ya que la pluralidad de inversores no extraerá la misma corriente en el mismo tiempo debido a las variaciones de conmutación, temporización y demanda del inversor. Puede configurarse un solo capacitor para estar cerca de la pluralidad de inversores separados cuando se configura como un elemento anular, de esta manera se reducen los efectos inductivos y retirar la necesidad de capacitores amortiguadores.

La Figura 11 ilustra una vista en sección transversal de una sección del elemento del capacitor anular 800, que incluye la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910.

El componente del capacitor anular 920 incluye al menos una película dieléctrica que se enrolla para formar un elemento anular, donde se forma una pluralidad de electrodos internos (es decir, las placas de capacitor) sobre la película. Los electrodos internos pueden formarse mediante cualquier medio adecuado, sin embargo, para los propósitos de la presente modalidad, los electrodos internos se forman al crear una capa de metalización sobre la película. En una modalidad alternativa, puede usarse una pluralidad de películas con un electrodo separado que se forma en cada película. Por ejemplo, dos capas de película, cada una con un recubrimiento de metal que se forma en un lado de las respectivas películas, que se envuelven en forma cilíndrica.

Para simplificar las conexiones entre los respectivos capacitores que forman el componente del capacitor anular 920, para los propósitos de la presente modalidad, el tercer capacitor se integra entre el primer capacitor y el segundo capacitor. Sin embargo, los capacitores pueden disponerse en cualquier orden.

El primer capacitor 1010, el segundo capacitor 1020 y el tercer capacitor 1030 pueden formarse mediante el uso de una sola película con una región aislante que se forma en la película para separar eléctricamente el primer capacitor 1010 del tercer capacitor 1030 y una región aislante que se forma en la película para separar eléctricamente el tercer capacitor 1030 del segundo capacitor 1020 (por ejemplo, el recubrimiento de metal se elimina de una porción de la película). Sin embargo, para los propósitos de la presente modalidad, el primer capacitor 1010, el segundo capacitor 1020 y el tercer capacitor 1030 se forman en películas separadas, donde la película para el tercer capacitor 1030 se enrolla en el primer capacitor 1010 y la película para el segundo capacitor 1020 se enrolla en el tercer capacitor 1030 para formar un elemento del capacitor que tiene tres capas de película separadas, correspondiendo cada capa de película separada a un capacitor separado. Para aumentar el aislamiento eléctrico entre los elementos del capacitor, preferentemente se coloca una película aislante separada entre el primer capacitor 1010 y el tercer capacitor 1030 y entre el tercer capacitor 1030 y el segundo capacitor 1020.

La película dieléctrica puede estar hecha de cualquier material adecuado, por ejemplo, una película de polímero.

Las capas de metalización que se forman en las películas dieléctricas que forman los electrodos internos del primer capacitor 1010, el segundo capacitor 1020 y el tercer capacitor 1030 se disponen para extenderse hasta un borde de la película dieléctrica que es normal a la superficie de la película. En particular, una primera capa de metalización, que forma un primer electrodo, se dispone para extenderse hasta un borde de la película dieléctrica que es normal a la superficie de la película. Sin embargo, la primera capa de metalización no se extiende hasta el borde opuesto de la película dieléctrica, de esta manera se deja una región aislada en el borde opuesto de la película dieléctrica. La segunda capa de metalización



correspondiente, que forma un segundo electrodo, se dispone para extenderse hasta el borde de la película dieléctrica que es normal a la superficie de la película y que está opuesto al borde al que se dispone para extenderse a la primera capa de metalización. La segunda capa de metalización no se extiende hasta el borde opuesto de la película dieléctrica, de esta manera se deja una región aislada en el borde opuesto de la película dieléctrica.

Consecuentemente, los bordes de las capas de metalización se usan como placas positivas y negativas de los elementos del capacitor, donde los bordes del elemento del capacitor anular que son normales a la superficie de la película dieléctrica se recubren mediante una capa de metal para formar un primer electrodo externo 1110 y un segundo electrodo externo 1120 respectivamente para el elemento del capacitor anular.

Al tener un capacitor de múltiples elementos con los elementos del capacitor integrados, es necesario que los elementos del capacitor individuales puedan ser capaces de aislarse entre sí para permitir que se hagan conexiones eléctricas específicas a los respectivos terminales del capacitor.

Para lograr el aislamiento eléctrico entre los respectivos elementos del capacitor, el primer electrodo externo 1110 se divide en dos secciones, donde una capa de aislamiento 1130 divide el primer electrodo externo 1110 en la interfaz entre el primer capacitor 1010 y el tercer capacitor 1030. La capa de aislamiento 1130 toma la forma de una primera película de aislamiento que se coloca entre el primer capacitor 1010 y el tercer capacitor 1030 para proporcionar una barrera de aislamiento entre las dos secciones del primer electrodo externo 1110 para formar una sección interior radial 1140 y una sección exterior radial 1150. Preferentemente, la película aislante existente que se usa dentro del capacitor de película puede usarse para formar esta barrera de aislamiento. Para un aislamiento eléctrico mejorado entre la sección radial interior 1140 y la sección radial exterior 1150 del primer electrodo externo 1110, la primera película de aislamiento 1130 se dispone para extenderse perpendicular desde la superficie del primer electrodo externo 1110, es decir, la película de aislamiento 1130 sobresale por encima de la superficie del terminal extendiendo la distancia de separación, como se ilustra en la Figura 11.

El segundo electrodo externo 1120 se divide en dos secciones, donde una capa de aislamiento 1160 divide el segundo electrodo externo 1120, en la interfaz entre el segundo capacitor 1020 y el tercer capacitor 1030. La capa de aislamiento 1160 toma la forma de una segunda película de aislamiento que se coloca entre el segundo capacitor 1020 y el tercer capacitor 1030 para proporcionar una barrera de aislamiento entre las dos secciones del segundo electrodo externo 1120 para formar una sección interior radial 1170 y una sección exterior radial 1180. Preferentemente, la película aislante existente que se usa dentro del capacitor de película puede usarse para formar una barrera de aislamiento. Para un aislamiento eléctrico mejorado entre la sección radial interior 1170 y la sección radial exterior 1180 del segundo electrodo externo 1120, la segunda película de aislamiento 1160 se dispone para extenderse perpendicular desde la superficie del segundo electrodo externo 1120, es decir, la película de aislamiento 1160 sobresale por encima de la superficie del terminal extendiendo la distancia de separación, como se ilustra en la Figura 11.

Al permitir que las respectivas películas de aislamiento 1130, 1160 se extiendan lejos de las superficies de los electrodos externos 1110, 1120, esto permite que los puntos de conexión de la barra colectora a los electrodos externos 1110, 1120 del elemento del capacitor se coloquen cerca de la interfaz/unión entre elementos del capacitor de modo que no sea necesario aumentar el tamaño/ancho del elemento del capacitor anular 800.

Como se indicó anteriormente, montadas alrededor de la superficie circunferencial exterior del componente del capacitor anular están la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910, donde la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910 se aíslan eléctricamente entre sí mediante el uso de una película aislante colocada entre ellas.

En la presente modalidad, los electrodos internos para el primer capacitor 1010, el segundo capacitor 1020 y el tercer capacitor 1030 y la primera y segunda barras colectoras 900, 910 son radialmente simétricas alrededor de un eje.

Para permitir que se hagan conexiones eléctricas entre el primer electrodo del capacitor externo 1110, el segundo electrodo del capacitor externo 1120, la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910; la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910 incluyen brazos de contacto para hacer contacto eléctrico con el primer electrodo del capacitor externo 1110 y el segundo electrodo del capacitor externo 1120. En la Figura 12 se ilustra un brazo de contacto 1210 para la primera barra colectora 900.

Los brazos de contacto de la barra colectora se extienden desde el cuerpo principal de las respectivas barras colectoras 900, 910 en una dirección hacia el componente del capacitor anular sustancialmente a 90 grados de los electrodos del capacitor interno. Esta orientación de los brazos de contacto de la barra colectora 1210 permite que los brazos de contacto de la barra colectora se extiendan sobre los respectivos electrodos del capacitor externo.

La Figura 11 ilustra las respectivas conexiones eléctricas entre la primera barra colectora y la segunda barra colectora a los respectivos capacitores que forman el elemento del capacitor anular para proporcionar el circuito equivalente que se ilustra en la Figura 10.

Un primer brazo de contacto 1190 que se forma en un extremo de la primera barra colectora 900 se acopla a la porción radial interior 1140 del primer electrodo del capacitor externo 1110 con un segundo brazo de contacto 1191 que se forma en el extremo opuesto de la primera barra colectora 900 que se acopla al porción radial exterior 1180 del segundo electrodo del capacitor externo 1120. El primer brazo de contacto 1190 se dispone para extenderse sobre la película de aislamiento 1130 que sobresale entre el primer capacitor 1010 y el tercer capacitor 1030.

Un segundo brazo de contacto 1192 que se forma en un extremo de la segunda barra colectora 910 se acopla a la porción radial interior 1170 del segundo electrodo del capacitor externo 1120. El segundo brazo de contacto 1192 se dispone para extenderse sobre la película de aislamiento 1160 que sobresale entre el tercer capacitor 1030 y el segundo capacitor 1020.

La porción radial exterior 1150 del primer electrodo del capacitor externo 1110 se dispone para acoplarse a un potencial de referencia, por ejemplo, el bastidor del vehículo.

Para minimizar el costo de fabricación de las respectivas barras colectoras 900, 910, las barras colectoras 900, 910 se disponen para tener múltiples secciones de brazos de contacto sustancialmente idénticos para acoplar eléctricamente las barras colectoras 900, 910 al componente del capacitor anular 920 y miembros de acoplamiento de fuente de energía 980 para acoplar las barras colectoras 900, 910 a los inversores que se alojan en los respectivos módulos de control 400. Las múltiples secciones forman un patrón repetitivo que permite que las herramientas más pequeñas/más baratas corten secciones de la barra colectora del capacitor repetidamente en lugar de usar una sola herramienta grande en un proceso de una sola vez. El patrón de repetición múltiple se ilustra en la Figura 12 y la Figura 13.

Adicionalmente, al colocar la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910 alrededor de la circunferencia exterior del componente del capacitor anular 920, conocido de cualquier otra manera como anillo capacitor, en paralelo con el primer electrodo del capacitor interno y el segundo electrodo del capacitor interno y perpendicular al primer electrodo del capacitor externo 1110 y el segundo electrodo del capacitor externo 1120 aumentan el área superficial de las barras colectoras del capacitor, de esta manera se permite reducir el grosor de las láminas de metal que componen la primera barra colectora 900 y la segunda barra colectora 910. Esto asegura que el ancho axial del anillo capacitor no aumente mientras tenga un impacto mínimo en el diámetro del anillo capacitor. El aumento del área superficial de la barra colectora da además, como resultado una reducción de la inductancia y la temperatura de la barra colectora. Adicionalmente, al aumentar el área superficial de la barra colectora se permite reducir el grosor de la sección transversal de las láminas de metal que se usan para fabricar las barras colectoras, de esta manera se permite que las láminas de metal que componen las barras colectoras se enrollen más fácilmente alrededor del elemento del capacitor anular para facilitar la fabricación del componente.

La Figura 14 ilustra una vista en perspectiva del elemento del capacitor anular 800 que se monta dentro de una carcasa de elemento del capacitor anular 810 y una vista despiezada del elemento del capacitor anular 800 y la carcasa de elemento del capacitor anular 810.

La Figura 15 ilustra una vista en planta y una vista en sección transversal del componente del capacitor anular 920.

Para permitir que los respectivos embobinados de la bobina para dos de los cuatro conjuntos de bobinas 60 se acoplen a una respectiva barra colectora de embobinado de fase dentro de una carcasa de módulo de control 550, la carcasa de módulo de control 550 se dispone para tener seis aberturas 610.

Las seis aberturas 610 se forman en un borde exterior de la carcasa del módulo de control 550 en el lado de la carcasa 550 que se va a montar adyacente a la porción plana del disipador de calor del estator 253.

El tamaño y la posición de las seis aberturas 610 que se forman en la carcasa del módulo de control 550 se disponen para coincidir con las posiciones y los diámetros de las porciones de extremo de los embobinados de la bobina que se extienden desde la porción plana del disipador de calor del estator 253, de esta manera se permite que las respectivas porciones de extremo de los embobinados de la bobina se extiendan a través de las aberturas 610 cuando la carcasa del módulo de control 550 se monta en la parte plana del disipador de calor del estator 253.

En la Figura 16 se ilustra una vista en perspectiva parcial de la carcasa del módulo de control 550. Se forma una cavidad 710 alrededor de cada una de las seis aberturas 610 que se forman en la carcasa del módulo de control 550, donde cada cavidad 710 se dimensiona para permitir que un toroide parcial hecho de material ferromagnético suave 530, por ejemplo un elemento de ferrita, se ubique en la cavidad 710. La parte superior del toroide parcial se dispone para estar sustancialmente a nivel con la sección de la parte inferior de la carcasa del módulo de control 550 cuando el toroide parcial 530 se monta en una cavidad 710. El toroide parcial de material ferromagnético 530 tiene una sección que falta en el toroide que corresponde sustancialmente al tamaño del sensor Hall que se monta en la placa de circuito impreso de energía 500. Para facilitar el guiado de los embobinados de la bobina a medida que pasan a través de la abertura 610, la carcasa del módulo de control 550 se dispone para tener una sección de conducto que se forma alrededor de cada abertura 610. Las secciones de conducto que se forman alrededor de cada una de las respectivas aberturas evitan además, que un elastómero que se coloca en la carcasa del módulo de control 550 escape a través de las aberturas durante el proceso de curado del elastómero.

Preferentemente, las cavidades 710 que se forman en la base de la carcasa del módulo de control 550 se codifican para garantizar que los toroides parciales de material ferromagnético suave 530 solo puedan orientarse dentro de una cavidad 710 en una posición en la que la sección faltante del toroide se alinea con la posición del sensor Hall que se monta en la placa de circuito impreso de energía 500 cuando la placa de circuito impreso de energía 500 se monta dentro de la carcasa del módulo de control 550.

Una vez que los toroides parciales de material ferromagnético suave 530 se han montado en las respectivas cavidades 710 que se forman en la base de la carcasa del módulo de control 550, la placa de circuito impreso de energía 500 se baja a su posición en la carcasa del módulo de control. Al bajar la placa de circuito impreso de energía 500 a su posición en la carcasa del módulo de control 550, como resultado de la alineación de los toroides parciales de material ferromagnético suave 530 y los sensores Hall que se montan en la placa de circuito impreso de energía 500, los sensores Hall se montan en la placa de circuito impreso de energía 500 se insertan en las secciones faltantes de los respectivos toroides parciales 530 que se montan en la carcasa del módulo de control 550.

Una vez que la placa de circuito impreso de energía 500 se ha bajado a su posición en la carcasa del módulo de control, los módulos de inserción se posicionan sobre un respectivo conjunto de sustrato de energía con el respectivo inversor que se forma en los sustratos de energía que se acoplan a las respectivas barras colectoras de fuente de energía y barras colectoras de embobinado de fase.

Cada una de las barras colectoras de embobinado de fase que se forman en los respectivos módulos de inserción se disponen para incluir una sección de acoplamiento para acoplar la barra colectora de embobinado de fase a un embobinado de fase de uno de los conjuntos de bobinas. La sección de acoplamiento para cada barra colectora de embobinado de fase se dispone para extenderse alrededor de una respectiva abertura 610 que se forma en la base de la carcasa del módulo de control 550.

La placa de circuito impreso de control 520 se monta entonces en la carcasa del módulo de control 550 sobre la placa de circuito impreso de energía 500, con la placa de circuito impreso de control 520 que se acopla eléctricamente a la placa de circuito impreso de energía 500 para permitir que la placa de circuito impreso de control 520 controle la operación de los conmutadores en los inversores que se forman en los conjuntos de sustrato de energía 510.

Para montar el módulo de control 400 en el estator, las respectivas secciones de los extremos de los embobinados de la bobina forman dos conjuntos de bobinas 60 que se extienden desde la superficie plana del disipador de calor del estator 253 (es decir, seis secciones de los extremos de los embobinados de la bobina) se alinean con las respectivas aberturas 610 que se forman en la base de la carcasa 550 del módulo de control. A continuación, el módulo de control 400 se empuja al ras con la superficie del estator de modo que las respectivas secciones de los extremos de los embobinados de la bobina para dos conjuntos de bobinas 60 que se extienden desde la superficie plana del disipador de calor del estator 253 (es decir, seis secciones de los extremos de los embobinados de la bobina) se extienden a través de las respectivas aberturas 610 que se forman en la base de la carcasa del módulo de control 550 con cada uno de los sensores de corriente que se montan en el módulo de control 400 que se montan adyacentes a una sección de extremo respectiva de un embobinado de bobina.

El módulo de control puede montarse en el estator por cualquier medio adecuado, por ejemplo, uno o más pernos que se extienden a través del módulo de control hasta la superficie del disipador de calor del estator.

Una vez que el módulo de control se ha montado en el estator, las respectivas secciones de acoplamiento de las barras colectoras del embobinado de fase que se montan en la placa de circuito impreso de energía 500 se acoplan a una sección de extremo respectiva de un embobinado de bobina, donde puede usarse cualquier medio adecuado para acoplar el sección de acoplamiento de la barra colectora de embobinado de fase a una sección de extremo respectiva de un embobinado de bobina, por ejemplo, rizado o soldadura. De manera similar, las respectivas barras colectoras de la fuente de energía que se alojan en los módulos de control se acoplan a los miembros de acoplamiento respectivos en la primera barra colectora y la segunda barra colectora mediante el uso cualquier medio adecuado, por ejemplo, rizado o soldadura.

El inversor 410 que se forma en un conjunto de energía 510, que se acopla a través de las respectivas barras colectoras de embobinado de fase a un primer conjunto de bobinas 60, se dispone para controlar la corriente en el primer conjunto de bobinas. El otro inversor 410 que se forma en el otro conjunto de energía 510 en el módulo de control 400 se dispone para controlar la corriente en un segundo conjunto de bobinas 60, donde las mediciones de corriente hechas mediante los respectivos sensores de corriente se usan por el procesador en la placa de circuito impreso de control 520 para controlar la corriente en los respectivos conjuntos de bobinas 60.

De manera similar, el segundo módulo de control 400 se dispone para controlar la corriente en un tercer y cuarto conjunto de bobinas 60.

# REIVINDICACIONES

1. Un componente del capacitor que comprende una primera barra colectora (900), un primer electrodo (1110) y un segundo electrodo (1120) que se separa mediante una película dieléctrica, en donde el primer electrodo, el segundo electrodo y la película dieléctrica se disponen en un anillo anular con la primera barra colectora que se dispone alrededor de la circunferencia exterior del anillo anular, en donde la primera barra colectora está en contacto eléctrico con el primer electrodo y la primera barra colectora incluye una separación en una porción circunferencial de la primera barra colectora, caracterizado porque la separación se forma mediante un primer extremo de la primera barra colectora y un segundo extremo de la primera barra colectora que se desconectan para formar una forma de C.
2. Un componente del capacitor de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el tamaño de la separación que se forma en la porción circunferencial de la primera barra colectora es suficiente para evitar que las porciones de extremo de la barra colectora en la separación entren en contacto entre sí debido a la expansión térmica de la primera barra colectora sobre el intervalo de temperatura de operación del componente del capacitor.
3. Un componente del capacitor de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, que comprende además una segunda barra colectora (910) que se dispone alrededor de la circunferencia exterior de la primera barra colectora y en contacto eléctrico con el segundo electrodo, en donde la primera barra colectora y la segunda barra colectora se separan mediante una película aislante (930).
4. Un componente del capacitor de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la segunda barra colectora (910) incluye una separación en una porción circunferencial de la segunda barra colectora.
5. Un componente del capacitor de acuerdo con la reivindicación 4, en donde el tamaño de la separación que se forma en la porción circunferencial de la segunda barra colectora es suficiente para evitar que las porciones de extremo de la barra colectora en la separación entren en contacto entre sí debido a la expansión térmica de la segunda barra colectora sobre el intervalo de temperatura de operación del componente del capacitor.
6. Un componente del capacitor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la primera barra colectora incluye elementos de contacto (1190) para acoplar eléctricamente la primera barra colectora al primer electrodo.
7. Un componente del capacitor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 3 al 6, en donde la segunda barra colectora incluye elementos de contacto (1192) para acoplar eléctricamente la segunda barra colectora al segundo electrodo.
8. Un componente del capacitor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el primer electrodo, el segundo electrodo y la película dieléctrica corresponden a un primer capacitor (1010), que comprende además un capacitor Y que se integra con el primer capacitor, en donde el capacitor Y incluye un segundo capacitor (1020) y un tercer capacitor (1030), en donde el segundo y el tercer capacitor se disponen en serie y en paralelo al primer capacitor.
9. Un componente del capacitor de acuerdo con la reivindicación 8, en donde la primera barra colectora y la segunda barra colectora se disponen para acoplar eléctricamente el primer, segundo y tercer capacitor.
10. Un componente del capacitor de acuerdo con las reivindicaciones 8 o 9, en donde los electrodos que forman el primer capacitor, el segundo capacitor y el tercer capacitor son sustancialmente paralelos a la circunferencia exterior del anillo anular.
11. Un componente del capacitor de acuerdo con la reivindicación 10, en donde una primera y una segunda superficie exterior del componente del capacitor que son sustancialmente normales a la pluralidad de electrodos internos se recubren mediante un recubrimiento metálico.
12. Un componente del capacitor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 al 11, que comprende además una primera y una segunda lámina de película separadora eléctricamente aislante que separa los electrodos que forman el primer, segundo y tercer capacitor.
13. Un componente del capacitor de acuerdo con la reivindicación 12 cuando depende de la reivindicación 11, en donde la primera lámina de película separadora eléctricamente aislante se dispone para separar el recubrimiento metálico en la primera superficie exterior en una primera sección y una segunda sección que se aíslan entre sí, y la segunda lámina de película separadora eléctricamente aislante se dispone para separar el recubrimiento metálico en la segunda superficie exterior en una primera sección y una segunda sección que se aíslan entre sí.
14. Un componente del capacitor de acuerdo con la reivindicación 13, en donde la primera barra colectora se conecta eléctricamente a la primera sección en la primera superficie exterior, y la segunda barra colectora se conecta a la

primera sección en la segunda superficie exterior y a la segunda sección de la primera superficie exterior, y en el que la segunda sección de la segunda superficie exterior se conecta a un potencial de referencia.

- 5      15.    Un componente del capacitor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde la primera barra colectora, la segunda barra colectora, el primer capacitor, el segundo capacitor y el tercer capacitor se forman como un anillo que encierra un eje común, de manera que cada una de la primera barra colectora y la segunda barra colectora tiene un diámetro que es mayor que el del primer, segundo y tercer capacitor.
- 10     16.    Un motor o generador eléctrico que comprende un componente del capacitor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

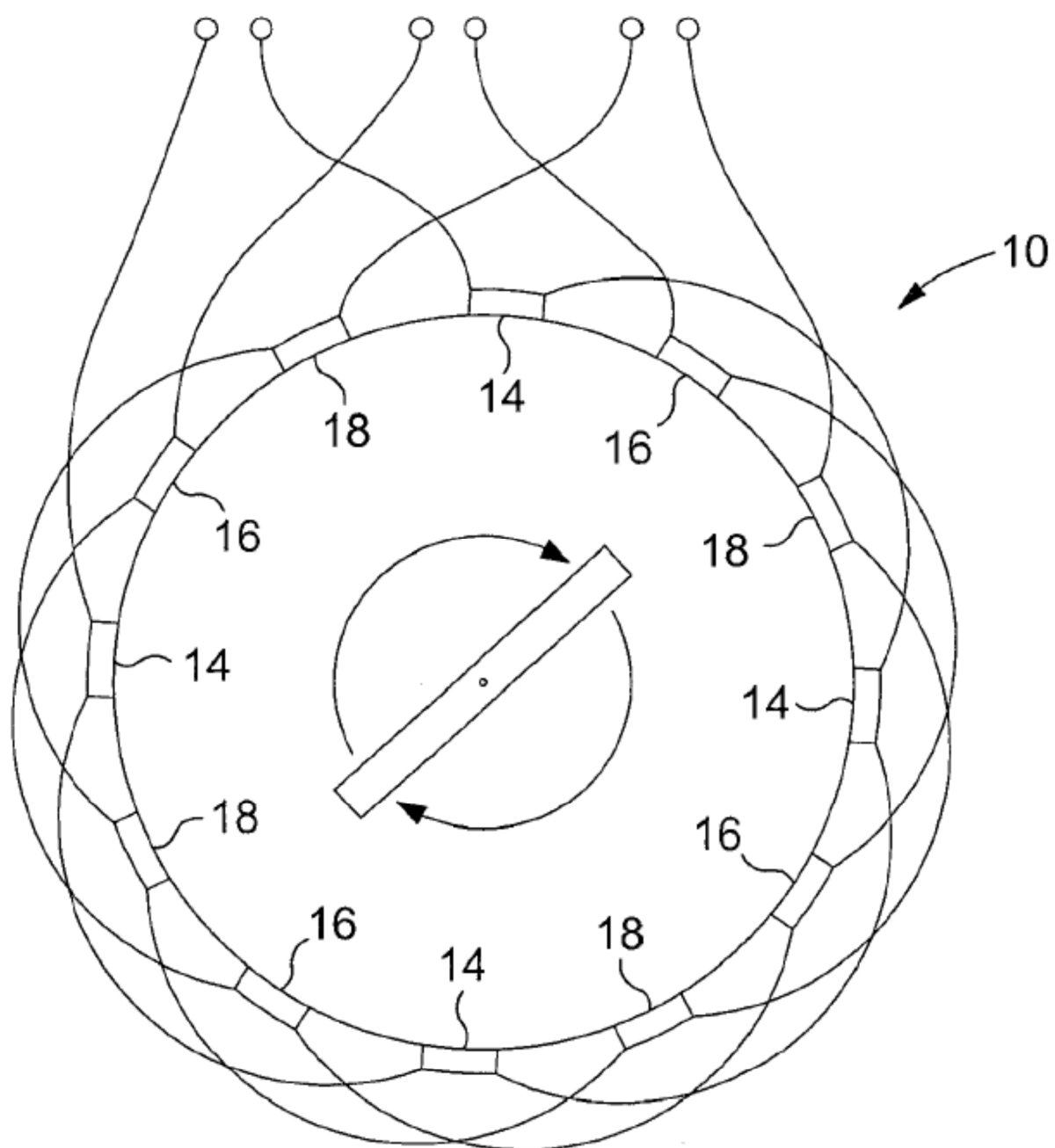


Figura 1

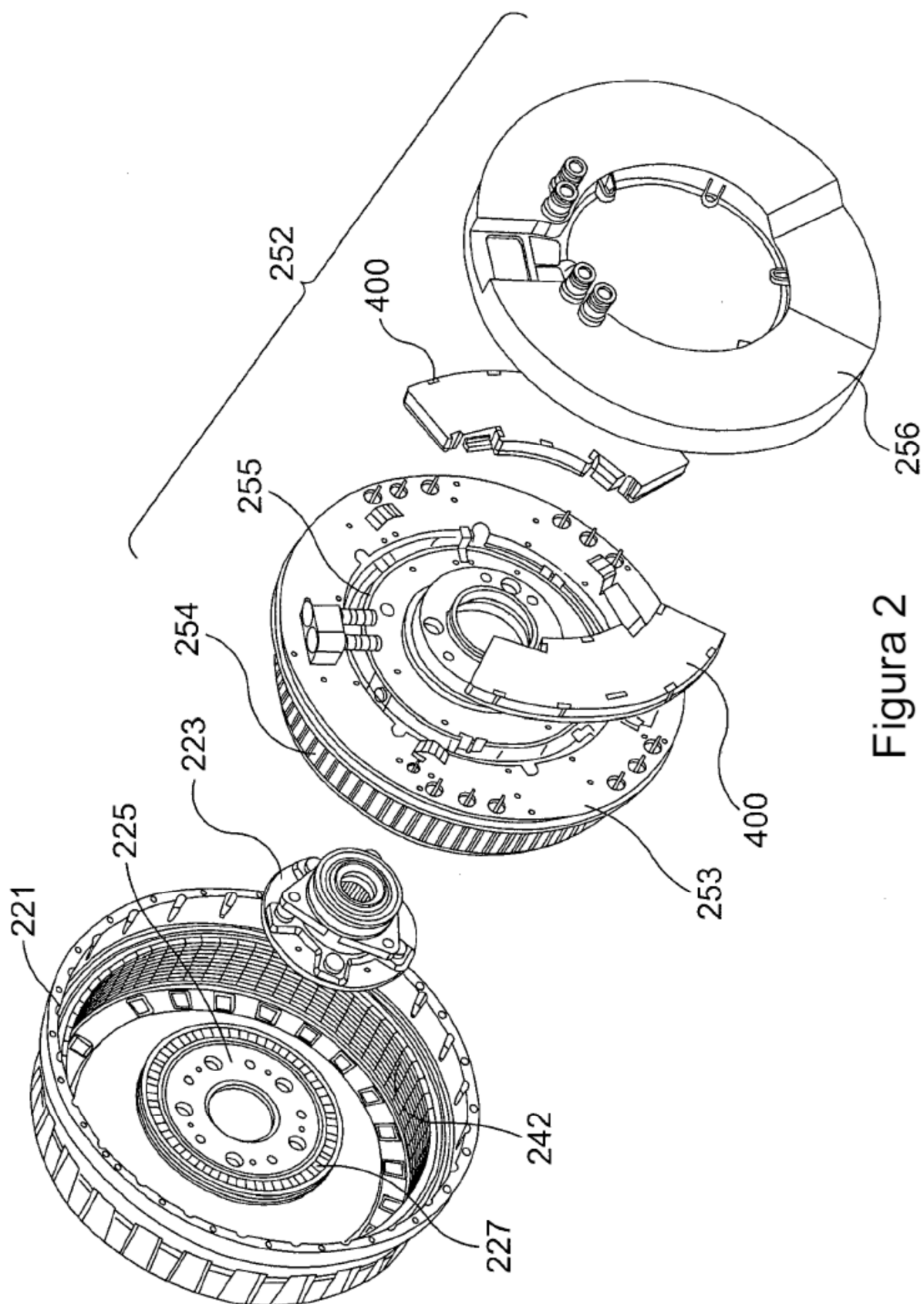


Figura 2

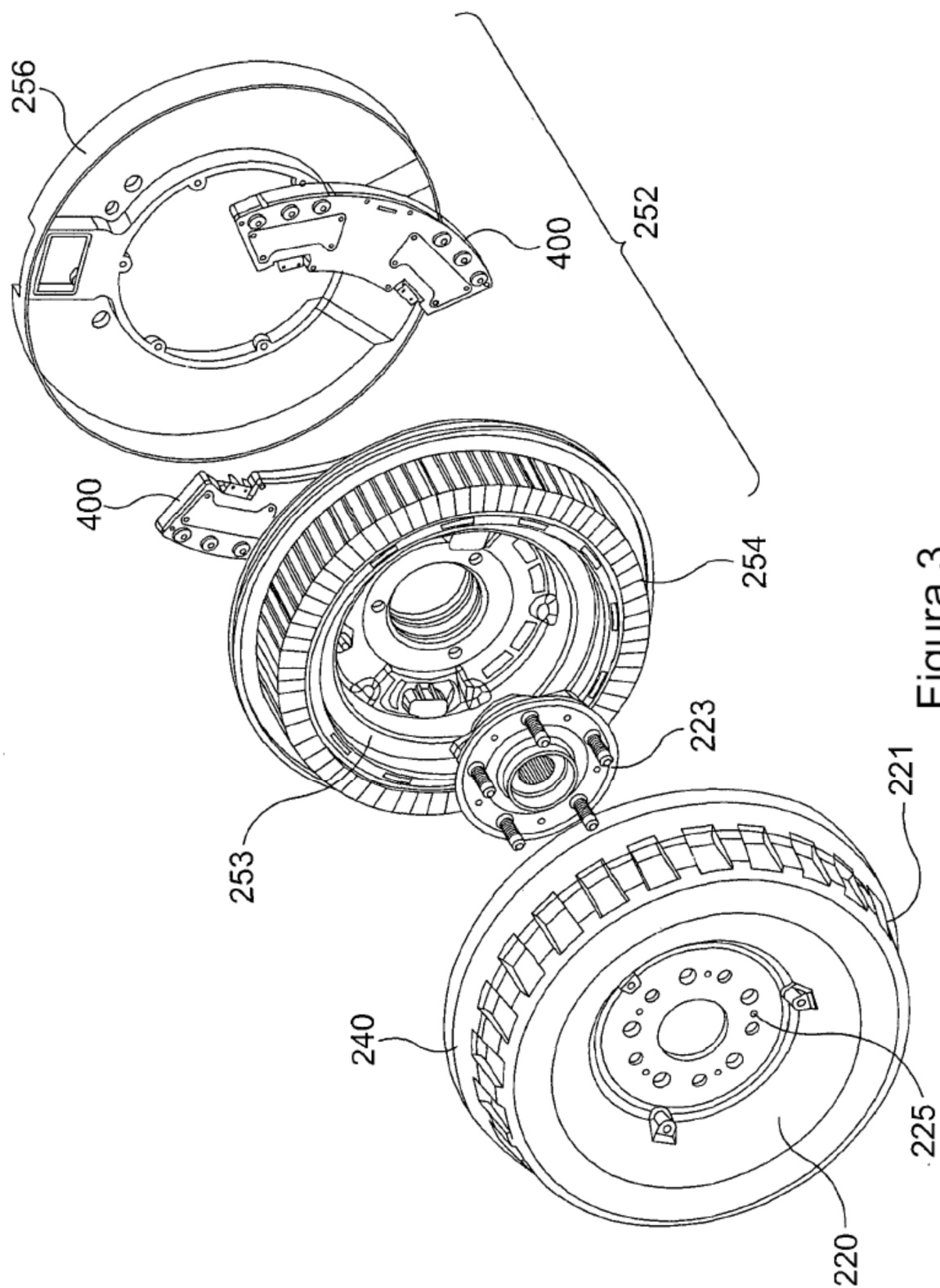


Figura 3



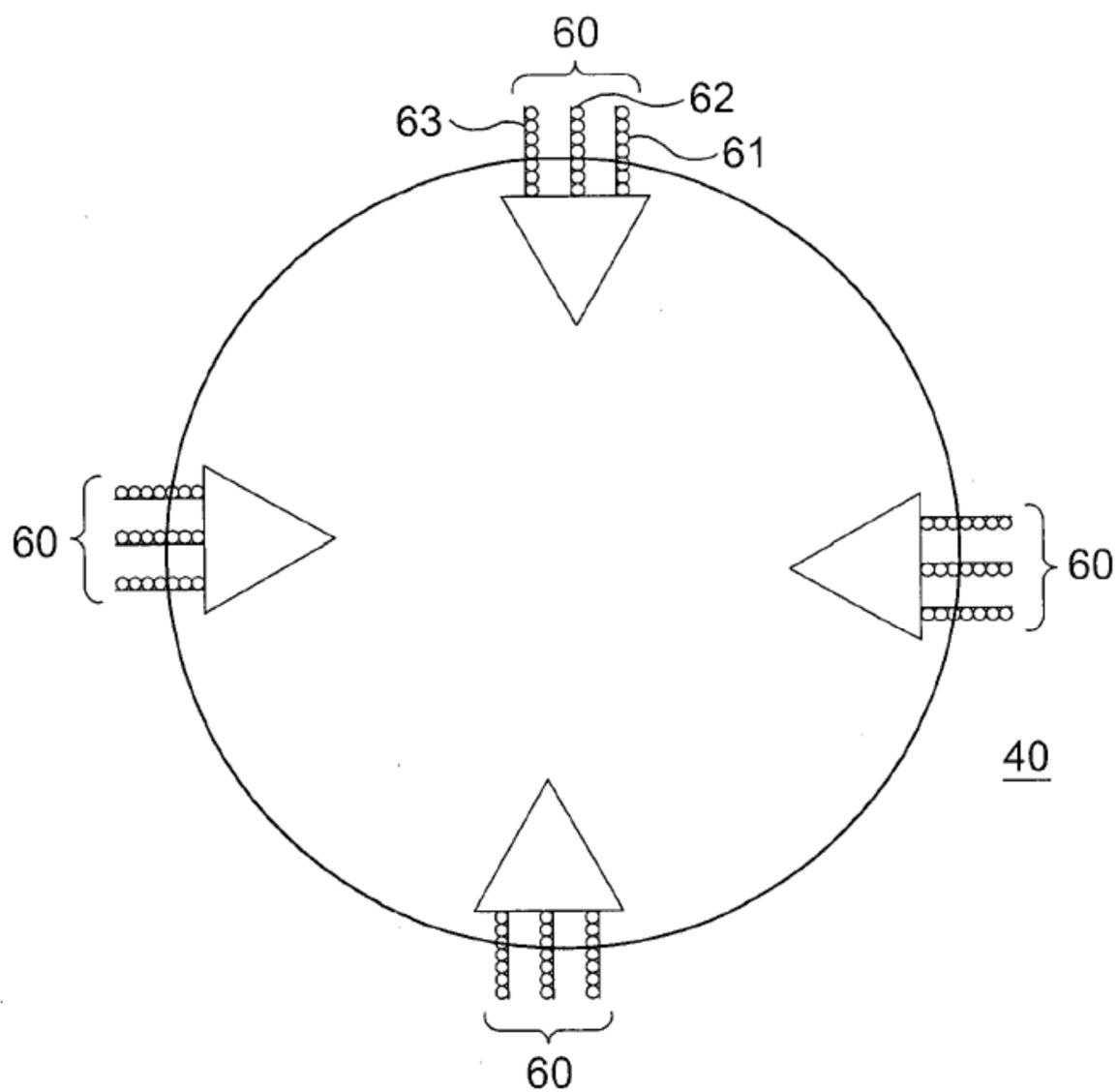


Figura 4

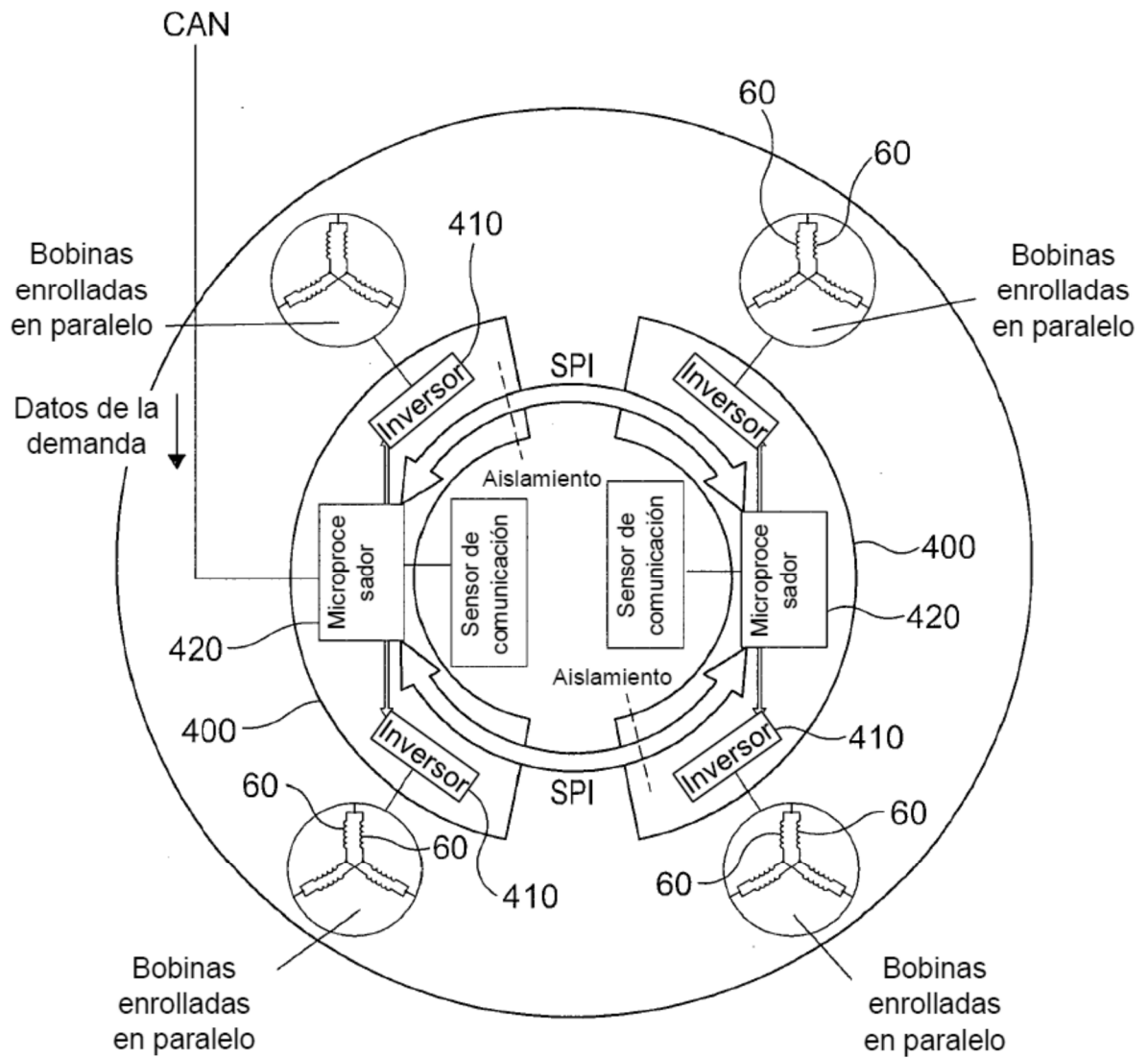


Figura 5

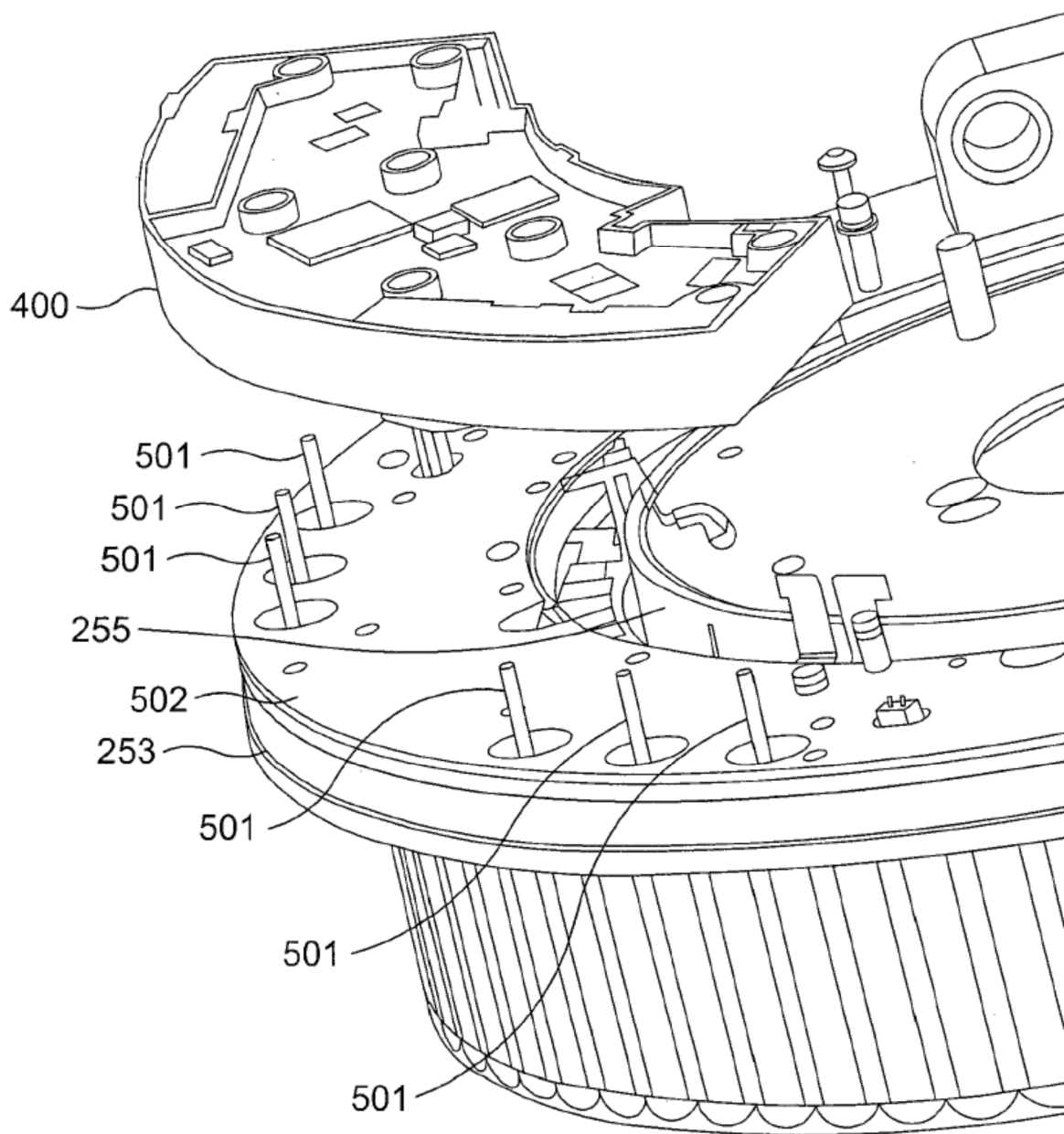


Figura 6

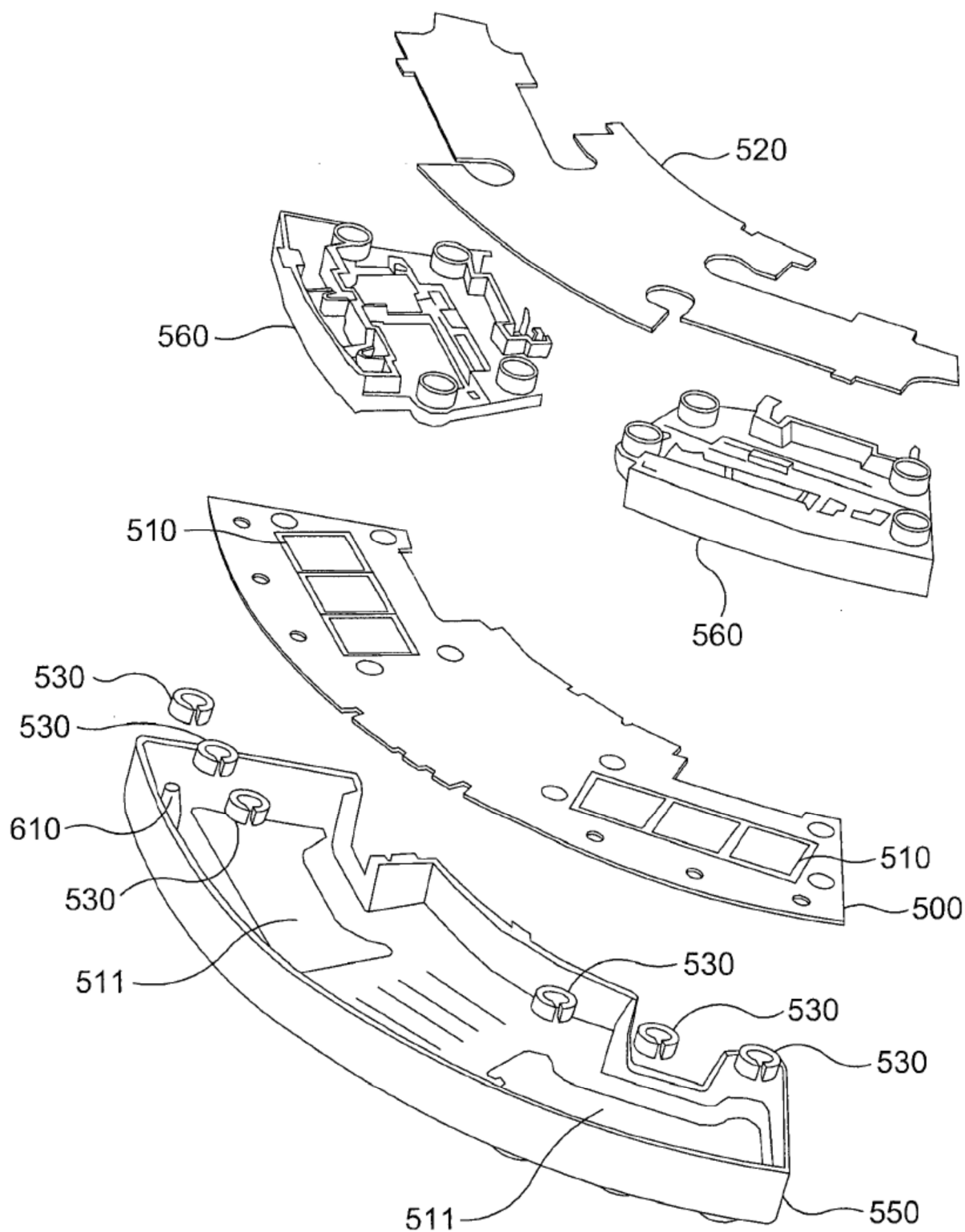


Figura 7

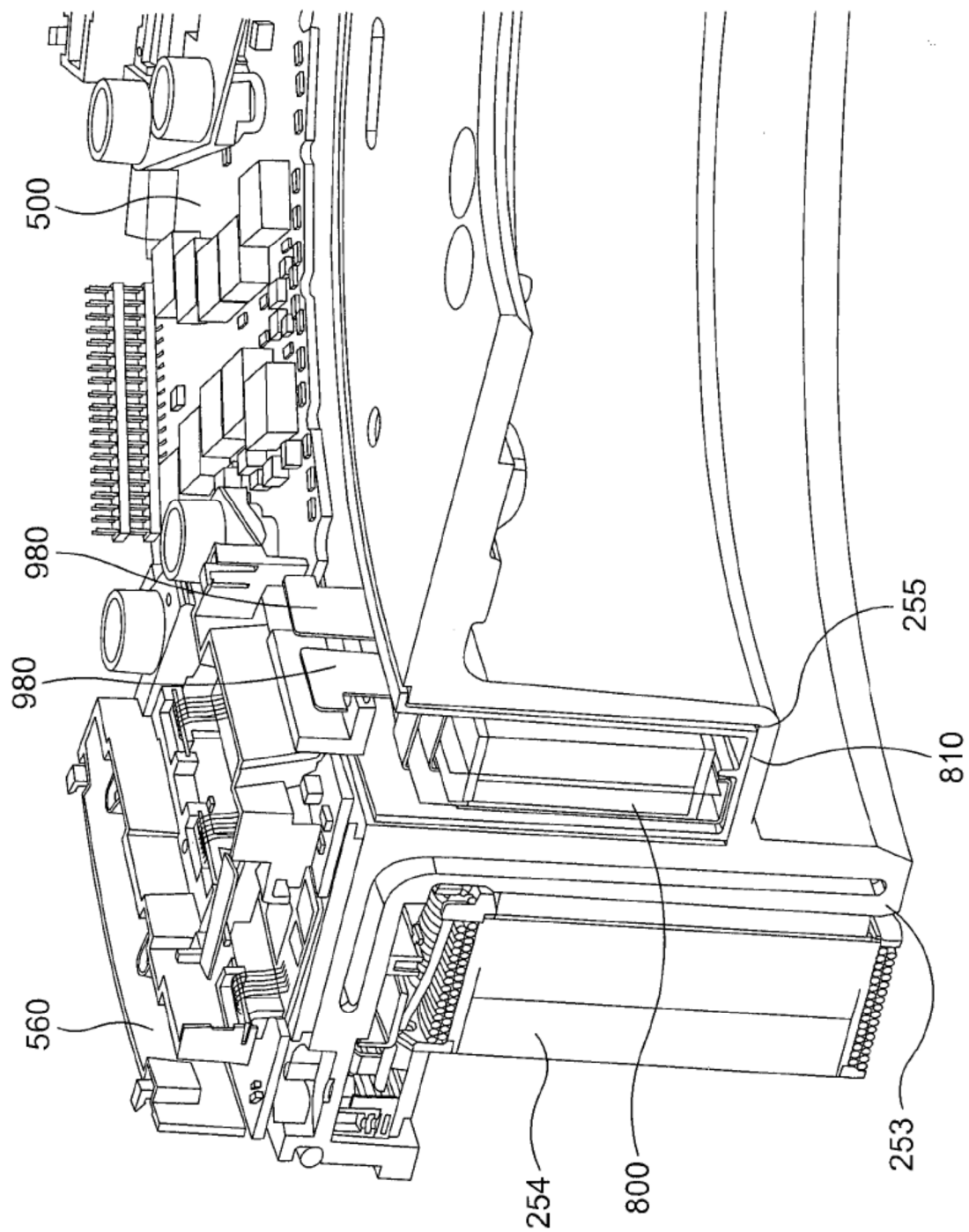


Figura 8

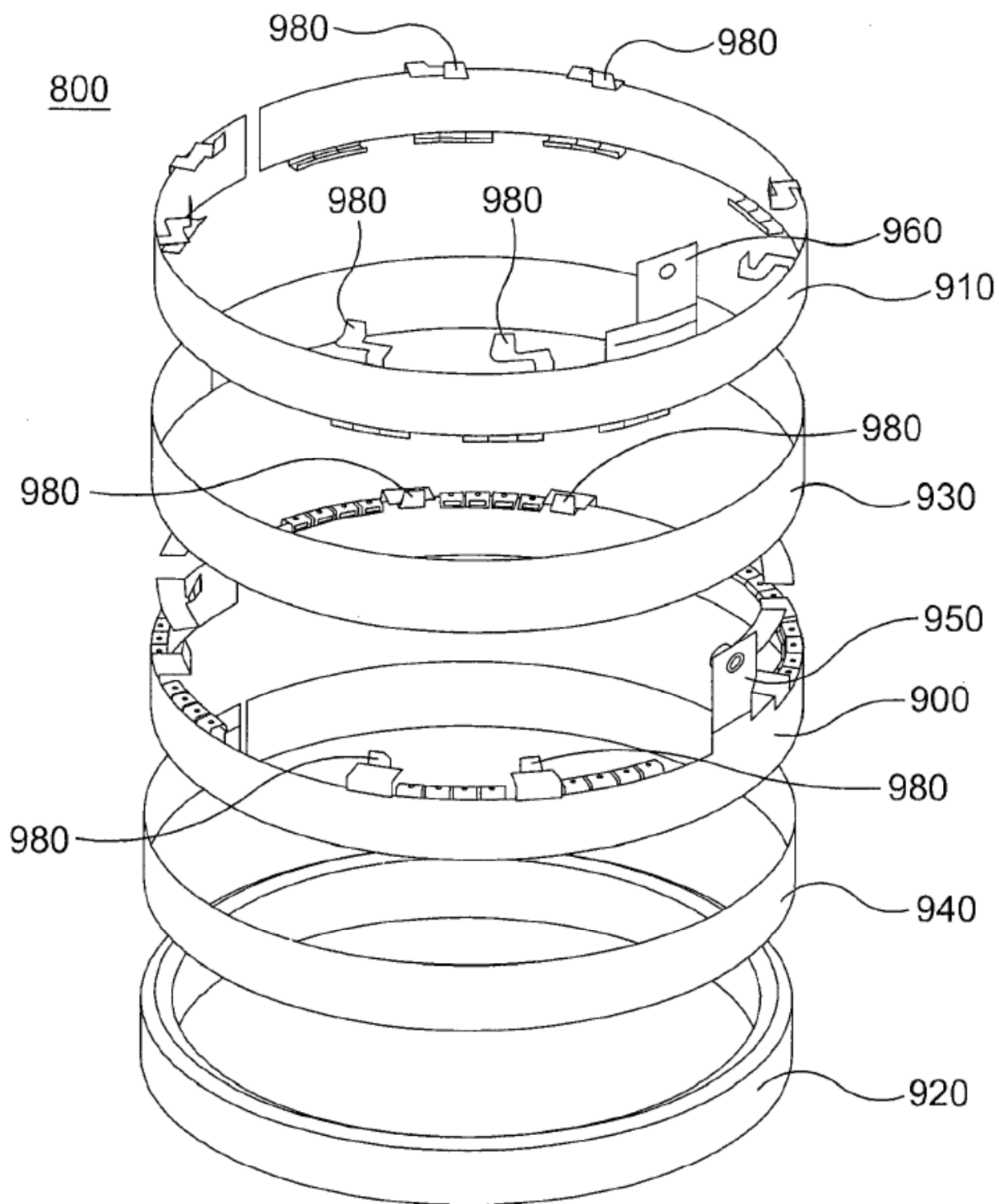


Figura 9

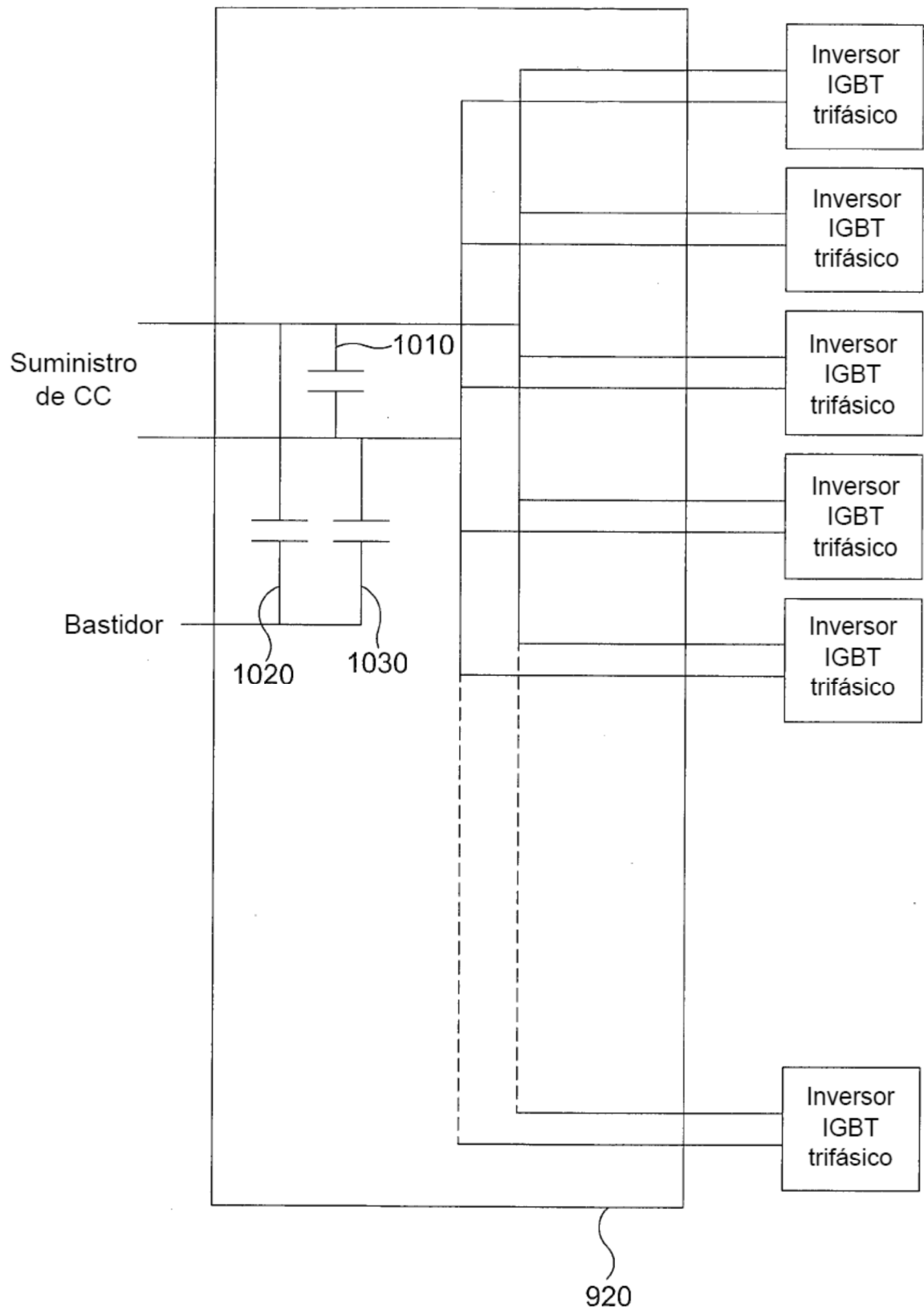


Figura 10

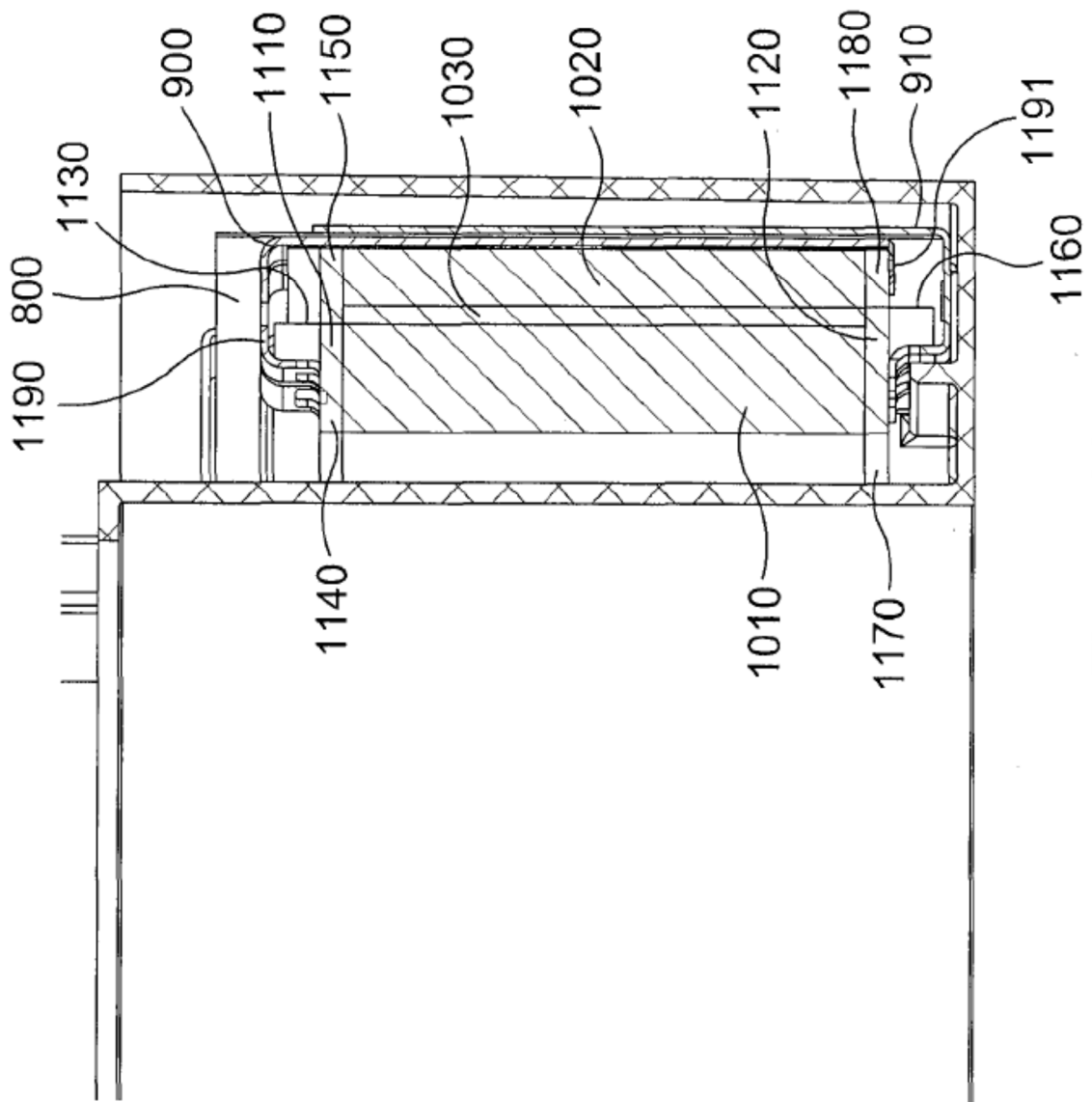


Figura 11



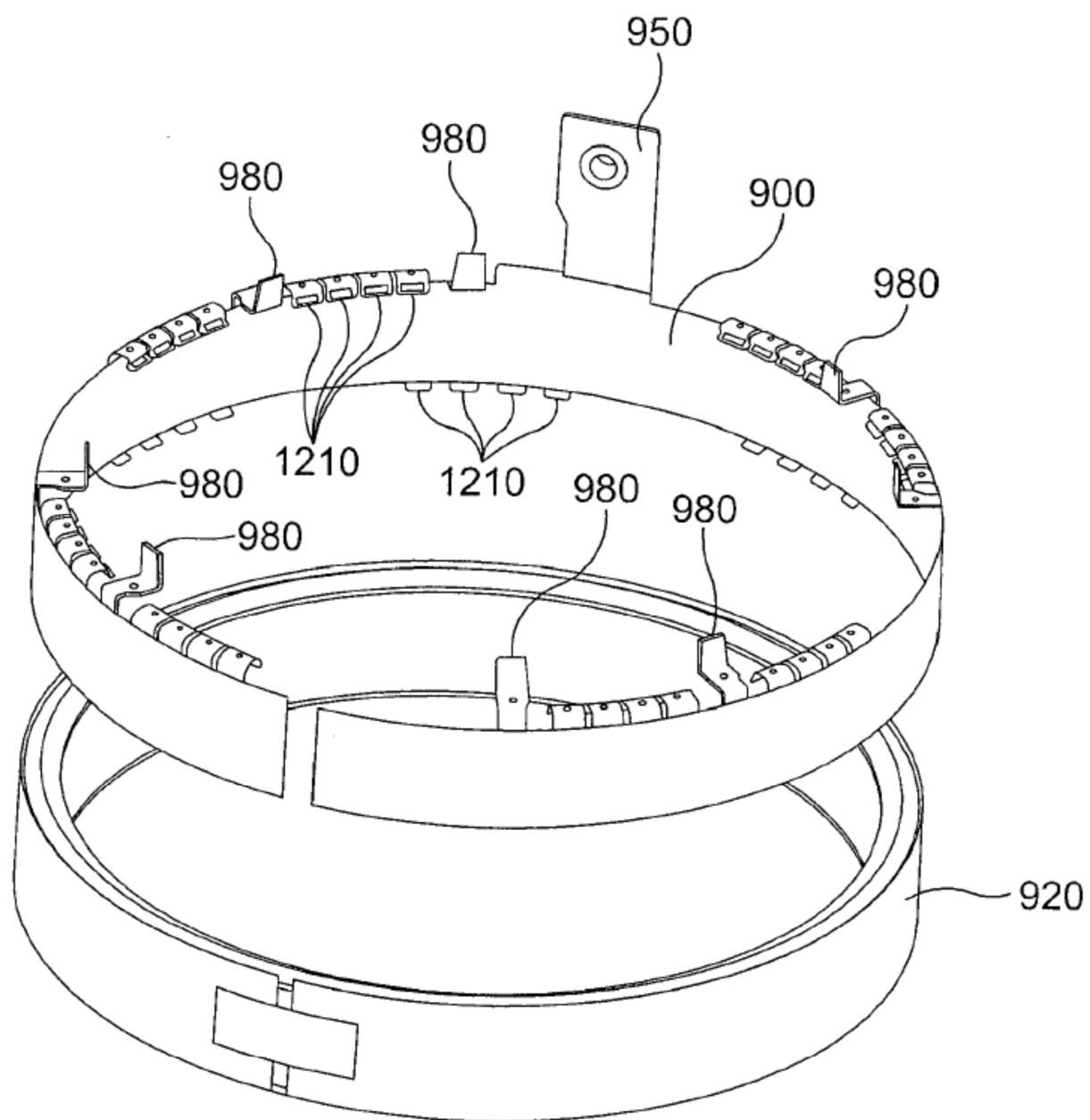


Figura 12

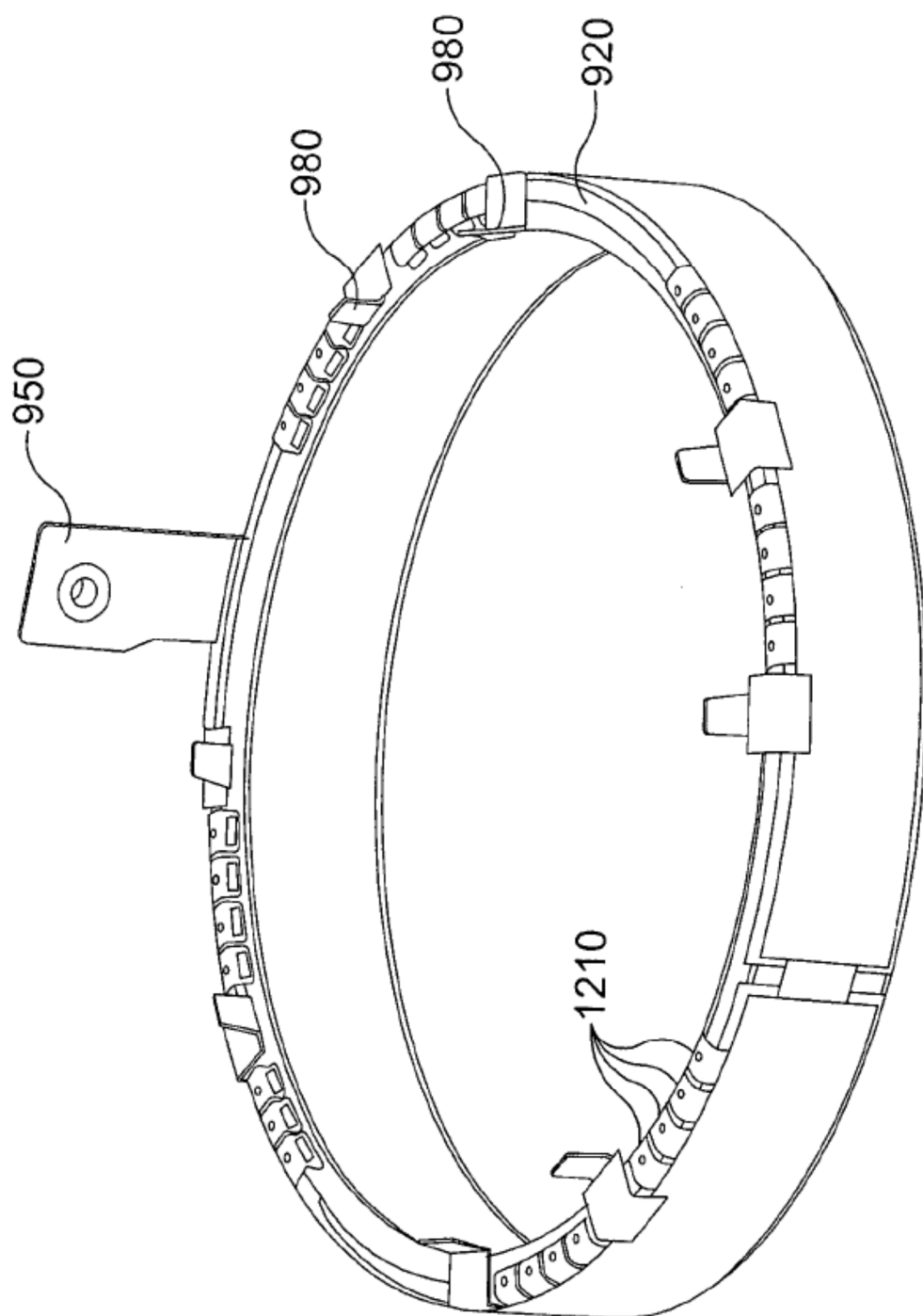


Figura 13

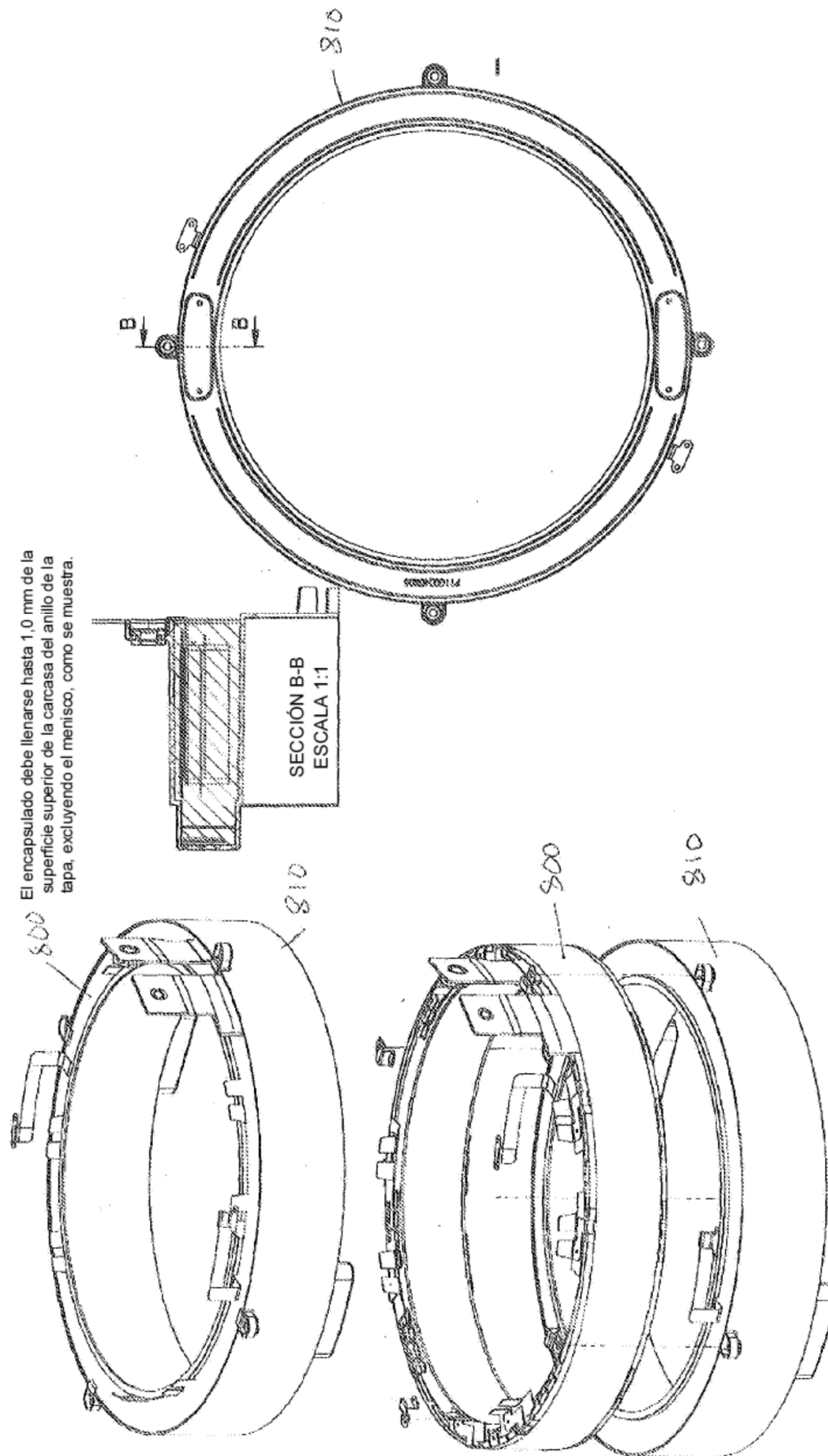


Figura 14

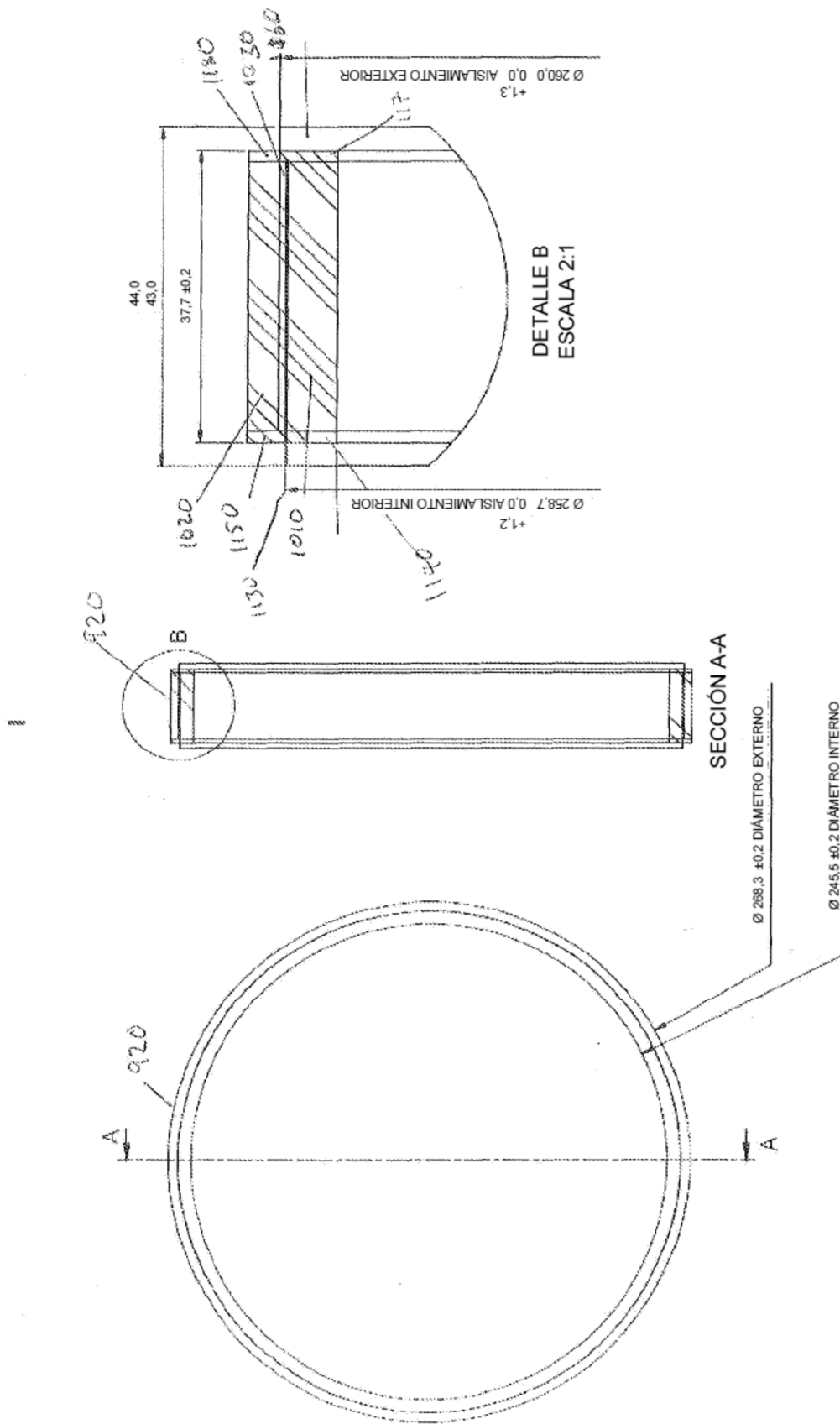


Figura 15

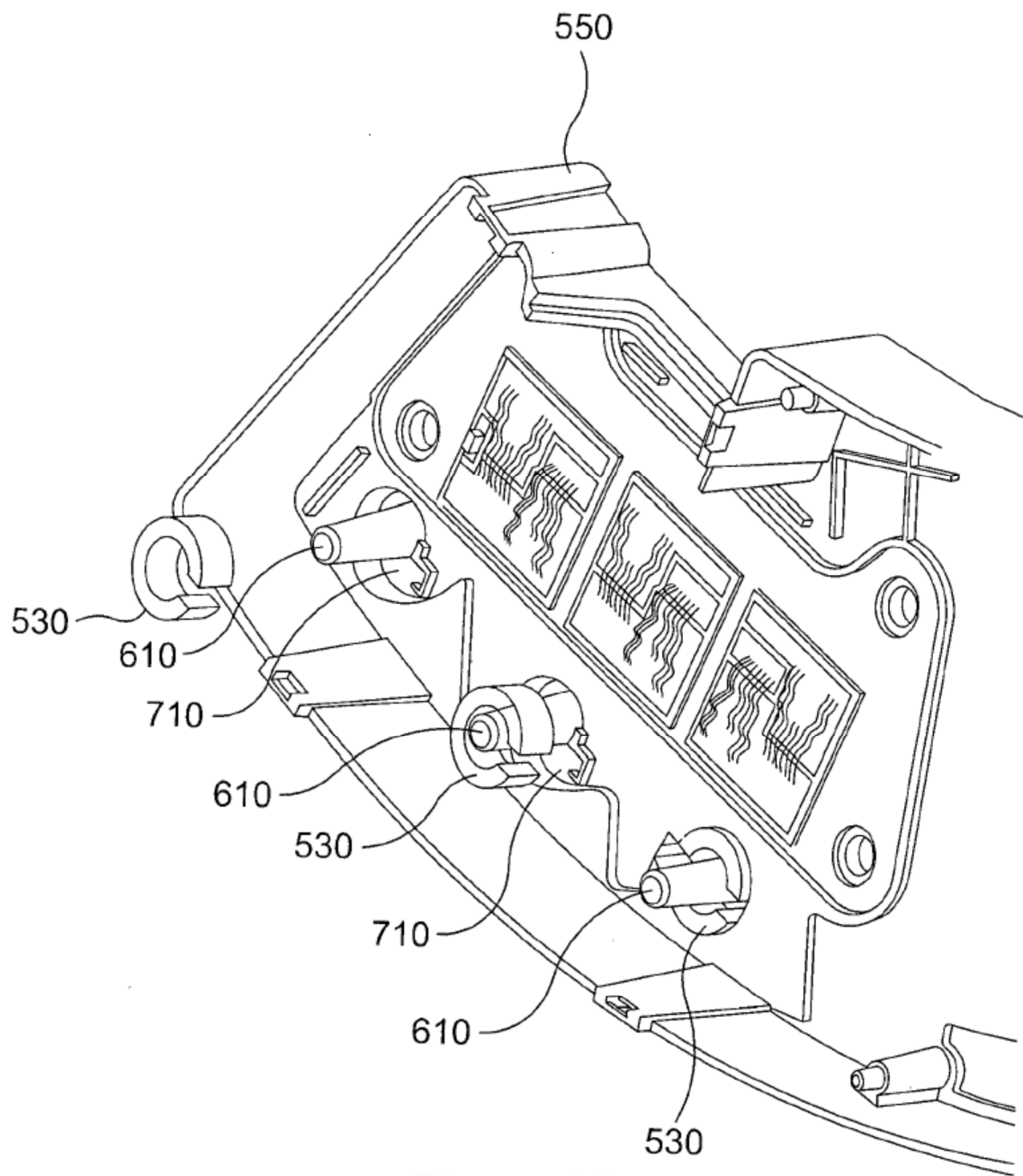


Figura 16