

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 879 849**

51 Int. Cl.:

B60L 15/20 (2006.01)
B60L 50/50 (2009.01)
B60L 50/51 (2009.01)
B60L 50/60 (2009.01)
B60L 53/14 (2009.01)
B60L 53/24 (2009.01)
B60L 58/13 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.10.2017** **PCT/US2017/055427**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.04.2018** **WO18067880**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.10.2017** **E 17859225 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.05.2021** **EP 3507132**

54 Título: **Vehículo eléctrico**

30 Prioridad:

05.10.2016 US 201662404706 P

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

23.11.2021

73 Titular/es:

VOLTU MOTOR, INC. (100.0%)
440 N Wolfe Rd
Sunnyvale, California 94085, US

72 Inventor/es:

GEBHART, JORGE GUILLERMO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 879 849 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

Vehículo eléctrico

Campo técnico

- 5 Los aspectos de las implementaciones ejemplares se refieren a un vehículo impulsado por electricidad, y más específicamente, a un motor, un controlador de motor y un cargador de paquete de baterías, y los procedimientos y aparatos relacionados utilizados en asociación con una motocicleta eléctrica.

Técnica relacionada

- 10 Los vehículos eléctricos (VE) (por ejemplo, coches eléctricos, camiones eléctricos, bicicletas eléctricas, motocicletas eléctricas, o cualquier otro vehículo eléctrico que pueda ser evidente para una persona de conocimiento ordinario en la técnica) se están volviendo más ubicuos a medida que la tecnología mejora y se construye una infraestructura de soporte (por ejemplo, estaciones de carga, cargadores domésticos). Las figuras 1 - 3 ilustran esquemas de circuitos de los sistemas eléctricos de un VE de la técnica relacionada. Como ilustra, en los VE de la técnica relacionada se proporcionan sistemas separados para el sistema de accionamiento eléctrico y el sistema de carga eléctrica. Específicamente, la figura 1 ilustra el sistema de accionamiento eléctrico 100 del VE de la técnica relacionada y la figura 2 ilustra el sistema de carga eléctrica 200 del VE de la técnica relacionada. Las unidades del sistema de accionamiento eléctrico 100 pueden estar acopladas comunicativamente con el sistema de carga eléctrica 200.

- 20 Como se ilustra en la figura 1, el sistema de accionamiento eléctrico 100 incluye un motor eléctrico trifásico 105 que incluye 3 bobinas de motor 107a - 107c, un paquete de baterías 130 y un microcontrolador 125 que controla el flujo eléctrico entre el paquete de baterías 130 y el motor 105. El sistema de accionamiento 100 también incluye tres sensores de corriente 110a - 110c que monitorizan la corriente a través de cada fase (bobinas de motor 107a - 107c) del motor 105 y proporcionan las lecturas al microcontrolador 125. Además, una pluralidad de módulos de transistor 115a - 115c están provistos en el sistema de accionamiento 100. Cada uno de los módulos de transistor 115a - 115c está conectado a una fase (bobinas de motor 107a - 107c) del motor 105 y controla el flujo de corriente entre la batería 130 y las tres fases (bobinas de motor 107a - 107c) del motor sobre la base de las señales del microcontrolador 125. El sistema de accionamiento también puede incluir un condensador 120 acoplado eléctricamente a los terminales del paquete de baterías 130, y sensores de tensión y corriente (135, 140) del paquete de baterías 130. La aplicación, un motor, un controlador de motor y un cargador de baterías se proporcionan como unidades diferentes. Estas unidades pueden estar acopladas comunicativamente unas a las otras. El siguiente dibujo ilustra un sistema de VE de la técnica relacionada.

- 30 Como se ilustra en la figura 2, el sistema de carga eléctrica 200 incluye un conector 205 configurado para conectarse a una fuente de CA para recibir tensión de CA, el paquete de baterías 130 y un microcontrolador cargador 225 que controla el flujo eléctrico entre el paquete de baterías 130 y el conector 205 que recibe la tensión de CA. El sistema de carga eléctrica 200 también incluye sensores de tensión y corriente 201, 203 que miden la tensión y la corriente de la fuente de CA y proporcionan lecturas al microcontrolador 225 del cargador. El microcontrolador 225 del cargador puede controlar un relé 209 que acopla selectivamente el conector 205 al circuito de carga 214 del sistema 200 por medio del circuito puente 211 y el condensador, como se ilustra.

- 40 El sistema de carga 200 también incluye tres sensores de corriente 210a - 210c que monitorizan la corriente a través de cada fase (inductor 207a - 207c) del circuito de carga 214 y proporcionan las lecturas al microcontrolador de carga 225. Además, una pluralidad de módulos de transistor 215a - 215c también están provistos en el circuito de carga 214. Cada uno de los módulos de transistor 215a - 215c está conectado a una fase (inductor 207a - 207c) del circuito de carga 214 y controla el flujo de corriente entre la batería 130 y las tres fases (inductor 207a - 207c) del circuito de carga 214 sobre la base de las señales del microcontrolador de carga 225. El sistema de carga 200 también puede incluir un condensador 220 acoplado eléctricamente a los terminales del paquete de baterías 130, y sensores de tensión y corriente (235, 240) del paquete de baterías 130.

- 45 Sin embargo, como se ilustra en la figura 3, tener el sistema de accionamiento eléctrico 100 y el sistema de carga eléctrica 200 separados da lugar a componentes redundantes entre los dos sistemas 100, 200. Por ejemplo, tanto el sistema de accionamiento eléctrico 100 como el sistema de carga eléctrica 200 incluyen un conjunto de tres inductores correspondientes a tres fases de tensión alterna (por ejemplo, las bobinas de motor 107a - 107c del motor 105 y los inductores 207a - 207c del circuito de carga 214). Del mismo modo, tanto el sistema de accionamiento eléctrico 100 como el sistema de carga eléctrica 200 incluyen un conjunto de tres sensores de corriente correspondientes a tres fases de tensión de CA (por ejemplo, los sensores de corriente 110a - 110c y los sensores de corriente 210a - 210c). Además, tanto el sistema de accionamiento eléctrico 100 como el sistema de carga eléctrica 200 incluyen conjuntos de tres módulos de transistor correspondientes a tres fases de tensión alterna (por ejemplo, los módulos de transistor 115a - 115c y los módulos de transistor 215a - 215c). Estos componentes redundantes pueden suponer un peso añadido, lo que puede reducir la autonomía de un VE. El documento WO2011 / 151131A1 desvela un sistema de control eléctrico para un vehículo eléctrico, comprendiendo el citado vehículo un motor eléctrico, una batería

y un adaptador para cargar la batería, comprendiendo el citado adaptador una unidad de filtro con inductancias en el trayecto de carga. La unidad de filtro puede estar en el vehículo o fuera del vehículo en una estación de carga.

Sumario de la divulgación

Aspectos de la presente divulgación pueden incluir un sistema de control eléctrico para un vehículo eléctrico. La presente invención está definida en las reivindicaciones adjuntas. El sistema de control eléctrico puede estar configurado para funcionar en una pluralidad de modos. El sistema de control eléctrico puede incluir un motor eléctrico polifásico que tiene una pluralidad de bobinas de motor, un dispositivo de almacenamiento de energía configurado para proporcionar energía al sistema de control eléctrico, una pluralidad de módulos de transistor que acopla selectivamente el motor eléctrico al dispositivo de almacenamiento de energía, un conector configurado para acoplarse selectivamente a una fuente de alimentación de CA, un dispositivo de conmutación controlable configurado para acoplar selectivamente el conector al motor eléctrico multifásico, y un microcontrolador configurado para controlar el dispositivo de conmutación para acoplar selectivamente el conector a al menos una de las bobinas de motor durante un modo de carga detectado, y controlar uno o más de la pluralidad de módulos de transistor para acoplar selectivamente la al menos una bobina del motor al dispositivo de almacenamiento de energía durante el modo de carga detectado.

Otros aspectos de la presente divulgación pueden incluir un vehículo eléctrico. El vehículo eléctrico puede incluir un tren de accionamiento que tiene al menos una rueda, un motor eléctrico multifásico que tiene una pluralidad de bobinas de motor acopladas al tren de accionamiento para proporcionar un par motor a la al menos una rueda, un sistema de control eléctrico configurado para operar en una pluralidad de modos. El sistema de control puede incluir un dispositivo de almacenamiento de energía configurado para suministrar energía al sistema de control eléctrico, una pluralidad de módulos de transistor que acoplen selectivamente el motor eléctrico al dispositivo de almacenamiento de energía, un conector configurado para acoplarse selectivamente a una fuente de alimentación de CA, un dispositivo de conmutación controlable configurado para acoplar selectivamente el conector al motor eléctrico multifásico y un microcontrolador configurado para controlar el dispositivo de conmutación para acoplar selectivamente el conector a al menos una de las bobinas de motor durante un modo de carga detectado, y controlar uno o más de la pluralidad de módulos de transistor para acoplar selectivamente la al menos una bobina del motor al dispositivo de almacenamiento de energía durante el modo de carga detectado.

Adicionalmente, aspectos de la presente divulgación pueden incluir un dispositivo de almacenamiento de energía para un vehículo eléctrico. El dispositivo de almacenamiento de energía puede incluir una carcasa que define un volumen interior, una pluralidad de celdas de potencia, dispuestas en el volumen interior de la carcasa, teniendo cada celda de potencia un primer terminal en un extremo y un segundo terminal en otro extremo, en el que cada una de la pluralidad de celdas de potencia se extiende en una configuración sustancialmente paralela con espacios intermedios que se proporcionan entre las celdas de potencia adyacentes, una lámina de resina que encapsula al menos un extremo de cada una de la pluralidad de celdas de potencia y mantiene la pluralidad de celdas de potencia en una configuración rígida, y un fluido absorbente de calor dentro de la carcasa, que circula a través de los espacios intermedios contactando con un exterior de al menos una de la pluralidad de celdas de potencia.

Breve descripción de los dibujos

Las figuras 1 - 3 ilustran los esquemas de circuitos de los sistemas eléctricos de un VE de la técnica relacionada.

Las figuras 4 - 10 ilustran los esquemas de circuito de un sistema de tren de accionamiento completo para vehículos eléctricos de acuerdo con las implementaciones ejemplares de la presente solicitud.

Las figuras 11A - 11E ilustran vistas exteriores de implementaciones ejemplares de un paquete de baterías de acuerdo con la presente solicitud.

La figura 11F ilustra una vista en despiece ordenado de un ejemplo de implementación del paquete de baterías de acuerdo con la presente solicitud.

La figura 12 ilustra varias implementaciones ejemplar de celdas individuales para un paquete de baterías de acuerdo con la presente solicitud.

Las figuras 13A - 13E ilustran una configuración de celdas de empaquetamiento dentro del paquete de baterías de acuerdo con implementaciones ejemplares de la presente aplicación.

Las figuras 14A - 14D ilustran la configuración para enfriar las celdas individuales de un paquete de baterías de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente aplicación.

La figura 15 ilustra una implementación ejemplar de un módulo de energía formado por una pluralidad de paquetes de baterías de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

Las figuras 16A y 16B ilustran vistas en perspectiva del módulo de energía de la figura 15 con un sistema de refrigeración integrado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

Las figuras 17A y 17B ilustran una representación esquemática del funcionamiento del Sistema de Gestión de Baterías (BMS) de acuerdo con implementaciones ejemplares de la presente solicitud.

5 Las figuras 18A y 18B ilustran vistas extremas de un motor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

Las figuras 18C y 18D ilustran vistas laterales del motor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

10 Las figuras 18E y 18F ilustran vistas en perspectiva del motor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 18G ilustra una vista en despiece ordenado del motor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 18H ilustra una vista en sección transversal del motor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

15 La figura 19A ilustra una vista en perspectiva del estator segmentado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 19B ilustra una vista en perspectiva de una unidad de dientes del estator de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

20 La figura 19C ilustra un cuerpo de diente de estator de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 19D ilustra una lámina de estator que se puede utilizar para formar un cuerpo de diente de estator de acuerdo con la presente solicitud.

La figura 20A ilustra una vista superior de un cuerpo de motor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

25 La figura 20B ilustra una vista lateral de un cuerpo de motor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 20C ilustra una vista inferior de un cuerpo de motor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

30 La figura 20D ilustra una vista en sección transversal de un cuerpo de motor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 20E es una vista en perspectiva del cuerpo del motor con el conjunto del estator instalado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 20F es una vista de extremo del cuerpo del motor con el conjunto del estator instalado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

35 La figura 20G es una vista lateral del cuerpo del motor con el conjunto del estator instalado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 20H es una vista en sección transversal del cuerpo del motor con el conjunto del estator instalado.

La figura 21A es una vista en perspectiva de una pantalla de extremo de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

40 La figura 21B es una vista frontal de una pantalla de extremo de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 21C es una vista posterior de una pantalla de extremo de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

45 La figura 21D es una vista en sección transversal de una pantalla de extremo de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 22A es una vista superior de una lámina de rotor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 22B es una vista en perspectiva de una lámina de rotor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

5 La figura 22C es una vista en perspectiva de un núcleo de rotor formado a partir de una pluralidad de láminas de rotor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 23A ilustra una vista superior de un imán para un rotor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

10 La figura 23B ilustra una vista en perspectiva de un imán para un rotor de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 24A ilustra una vista superior de un rotor montado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 24B ilustra una vista en perspectiva del rotor montado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

15 La figura 24C ilustra una vista superior de un rotor montado con un eje instalado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

La figura 24D ilustra una vista en perspectiva del rotor montado con el eje instalado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud.

Descripción detallada

20 La siguiente descripción detallada proporciona más detalles de las figuras y las implementaciones ejemplares de la presente solicitud. Los números de referencia y las descripciones de elementos redundantes entre las figuras se omiten para mayor claridad. Los términos utilizados a lo largo de la descripción se proporcionan como ejemplos y no pretenden ser limitativos. Por ejemplo, el uso del término "automático" puede implicar implementaciones totalmente automáticas o semiautomáticas que impliquen el control del usuario o del operador sobre ciertos aspectos de la
25 implementación, dependiendo de la implementación deseada para alguien con conocimiento ordinario en la técnica que practique implementaciones de la presente solicitud.

Como se ha explicado más arriba, los vehículos eléctricos (VE) de la técnica relacionada utilizan sistemas separados para cargar una batería a bordo y para accionar un motor eléctrico desde la batería. Sin embargo, el uso de sistemas completamente separados puede hacer que los dos sistemas tengan elementos duplicados (por ejemplo, inductores, sensores y módulos de transistor) que aumentan el peso y la complejidad de los sistemas eléctricos. Las implementaciones ejemplares de la presente solicitud pueden combinar un sistema de conducción del motor, un sistema de carga de la batería y, opcionalmente, un generador de CA para lograr múltiples modos de funcionamiento con el mismo hardware y permitir que el motor se utilice no sólo para la conducción, sino también para la carga y la generación de CA (corriente alterna), reutilizando las bobinas de motor como inductores de convertidor elevador o reductor. Esto permite reducir el coste, el peso y la complejidad del sistema, y cargar la misma corriente de pico que el motor.

La figura 4 ilustra un esquema eléctrico de un sistema de tren de accionamiento completo del VE 400 de acuerdo con implementaciones ejemplar de la presente solicitud. Las implementaciones ejemplares del sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE pueden utilizarse para proporcionar los múltiples modos de funcionamiento de un vehículo eléctrico tal como un coche eléctrico, una bicicleta eléctrica y una motocicleta eléctrica. Por ejemplo, los sistemas que se describen en la presente memoria descriptiva podrían utilizarse en una motocicleta eléctrica de alto rendimiento con 90 caballos HP de potencia con una autonomía de 300 kilómetros (Km). El tren de accionamiento del vehículo eléctrico puede incluir una tecnología de motor síncrono que permite un alto rendimiento, una eficiencia energética y un volumen reducido, en comparación con la tecnología electrónica y los algoritmos propios del estado de la técnica, y utiliza energía de la batería.

Como se ilustra, el sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE incluye un motor eléctrico trifásico 405 que incluye 3 bobinas de motor 407a - 407c, un paquete de baterías 430, y un microcontrolador 425 que controla el flujo eléctrico entre el paquete de baterías 430 y el motor 405. El sistema de transmisión 400 del VE también incluye tres sensores de corriente 410a - 410c que controlan la corriente a través de cada fase (bobina del motor 407a - 407c) del motor 405 y proporcionan las lecturas al microcontrolador 425. Además, una pluralidad de módulos de transistor 415a - 415c también se proporcionan en el sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE. Cada uno de los módulos de transistor 415a - 415c está conectado a una fase (bobinas de motor 407a - 407c) del motor 405 y controla el flujo de corriente entre la batería 430 y las tres fases (bobinas de motor 407a - 407c) del motor

basándose en las señales del microcontrolador 425. El sistema de accionamiento también puede incluir un condensador 420 acoplado eléctricamente a los terminales del paquete de baterías 430, y sensores de tensión y corriente (435, 440) del paquete de baterías 430.

Además, el circuito de entrada de energía 414 del sistema de transmisión completo del VE puede incluir un conector 401 configurado para ser conectado a un voltaje de CA. El conector 401 puede estar conectado a un par de conmutadores de relé 402a, 402b controlados por el microcontrolador 425 para conmutar selectivamente entre los modos inversor (accionamiento) y de carga, y opcionalmente un modo generador de CA. En una posición, los conmutadores de relé 402a, 402b se conectan a las bobinas 407a, 407b, 407c del motor 405 por medio de un circuito de puente 409 y del conmutador reductor 403. En una segunda posición, uno de los conmutadores de relé 402a puede conectar el conector 401 a las bobinas 407a, 407b, 407c del motor 405, evitando el circuito de puente 409 y el conmutador reductor 403, como se ilustra en (A). El otro conmutador de relé 402b conecta el conector 401 a un terminal central del paquete de baterías 430 como se ilustra en (B) en su segunda posición.

Con el par de conmutadores de relé en la posición 1 (conectados al puente rectificador 409) el circuito puede funcionar como un inversor (accionamiento) y como cargador de baterías. Cuando los conmutadores están en la posición 2, el circuito puede generar corriente alterna para inyectarla a la red.

El sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE también incluye sensores de corriente y de voltaje 419, 421 que miden la corriente y el voltaje en el conmutador reductor 403 y proporcionan lecturas al microcontrolador 425. Además, el sistema de control también puede incluir un sensor de tensión 422 que mide la tensión en las bobinas 407a - 407c y proporciona lecturas al microcontrolador 425.

Las implementaciones ejemplares de esta configuración pueden permitir el uso del mismo hardware para accionar el motor y cargar la batería mediante la reutilización de las bobinas de motor como inductores de carga por medio del control selectivo de la conmutación dentro del sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE. Esto puede permitir reducir el coste, el peso y la complejidad del sistema, y cargar hasta la misma corriente de pico que el motor.

Las implementaciones ejemplares de este sistema pueden ser diseñadas para utilizar eficientemente toda la energía disponible en las baterías en toda la curva de velocidad / par. Normalmente, otros sistemas se adaptan a la capacidad de potencia máxima del motor.

Las implementaciones ejemplares de este sistema pueden implementar una unidad principal de control del vehículo en el mismo hardware.

Además, como se explicará más adelante, las implementaciones ejemplares de este sistema son capaces de suministrar energía a una red eléctrica comunitaria por medio de la generación de una corriente alterna utilizando el banco de baterías 430 y el mismo hardware del sistema de tren de accionamiento 400 del VE. Esta funcionalidad adicional puede permitir el suministro de una fuente estable de CA a una casa o cualquier otra aplicación que la pueda requerir.

Esta funcionalidad selectiva puede lograrse en algunas aplicaciones combinando el controlador del motor, el cargador y el inversor en una única configuración de hardware, lo que permite utilizar el motor eléctrico no sólo para la motorización, sino también para la carga y la inversión, reutilizando las bobinas de motor como inductores del convertidor elevador y reductor. En algunas implementaciones ejemplares, el sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE puede utilizar el motor 405 como un controlador de motor síncrono trifásico o como un motor BLDC con control vectorial de campo, control de debilitamiento de flujo, frenado regenerativo, cargador y unidad de control del vehículo (gestión general del vehículo).

Como se explicará más adelante, cuando el motor 405 no está en funcionamiento, el sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE puede funcionar como un cargador utilizando las bobinas de motor 407a - 407c y los mismos módulos de transistor 415a - 415c para elevar la tensión de entrada para cargar las baterías. Eso, combinado con la información de un sistema de gestión de batería (BMS) 432 integrado en el paquete de baterías 430 y el conmutador reductor 403 para cargar la batería cuando su tensión es inferior a la de entrada y el microcontrolador PFC 425 implementado en el mismo sistema, da como resultado un sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE para motorizar y cargar la batería.

Otra funcionalidad opcional de las implementaciones ejemplares de este sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE puede incluir la capacidad de comportarse como una fuente de tensión / corriente de CA cuando el motor no está en funcionamiento. Esta funcionalidad puede lograrse controlando el par de conmutadores de relé 402a, 402b que están conectados al conector de entrada de CA 401. Esta configuración puede permitir la entrega de una onda sinusoidal obtenida mediante la conmutación de los módulos de transistor compartidos 415a - 415c entre una configuración que puede utilizarse para accionar el motor 405 y una configuración que puede utilizarse para cargar el paquete de baterías 430.

En algunas implementaciones ejemplares, el sistema de tren de accionamiento completo del VE puede establecer un protocolo de comunicación de red de área de controladores (CAN) para comunicarse con las otras partes del sistema e incorpora un canal de comunicación USB para enviar y recibir información del sistema de infoentretenimiento.

- 5 Las figuras 5 - 10 ilustran configuraciones de circuito simplificadas que representan diferentes modos del sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE que se ilustra en la figura 4. Las configuraciones de los circuitos que se ilustran en las figuras 5 - 10 representan los circuitos funcionales que se consiguen cambiando selectivamente las posiciones de los relés y los conmutadores del sistema de transmisión completo del VE 400 que se ilustra en la figura 4.

10 Modo de accionamiento del motor

- La figura 5 ilustra el circuito funcional 500 utilizado para accionar el motor 405 basándose en la energía del paquete de baterías 430. En esta configuración, el circuito funcional 500 ha sido aislado del circuito de entrada de energía 414 que se ilustra en la figura 4. Como se ilustra, al accionar, la corriente fluye desde el paquete de baterías 430 al motor 405, con los tres módulos de transistor 415a - 415c funcionando como tres medios puentes para modular la corriente de la batería de CC en una corriente sinusoidal equilibrada trifásica si el motor 405 es un motor síncrono de imanes permanentes (PMSM) o en una corriente trapezoidal si el motor 405 es un motor eléctrico de CC sin escobillas (motor BLDC). Además, el circuito funcional puede utilizar conmutadores en cada módulo de transistor 415a - 415c para elevar la tensión y controlar la corriente que fluye hacia la batería. Los tres módulos de transistor 415a - 415c también pueden utilizarse para implementar el control vectorial de flujo, el debilitamiento de flujo, el frenado regenerativo, el control de corriente y el control de velocidad.

Por ejemplo, cuando el vehículo eléctrico está desacelerando, se puede utilizar un modo de frenado regenerativo para utilizar la energía cinética del vehículo para hacer girar el motor 405 como un generador y los tres módulos de transistor 415a - 415c pueden operar para transferir la corriente generada por el motor 405 para cargar parcialmente el paquete de baterías 430.

25 Modo de carga

Las figuras 6 y 7 ilustran los circuitos funcionales 600, 700 utilizados para cargar el paquete de baterías 430 en un modo de accionamiento sin motor. En estas configuraciones, los circuitos funcionales 600, 700 están conectados al circuito de entrada de energía 414 que se ilustra en la figura 4.

- En el modo de carga, el motor 405 está parado y se conecta una fuente principal de CA en el conector 401. Cuando el microcontrolador 425 del sistema de tren de accionamiento VE 400 detecta que la fuente principal de CA está conectada y en condiciones normales de funcionamiento, puede comenzar un proceso de carga. Este sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE puede incluir dos etapas de carga de red: una etapa de topología de reducción que se ilustra en la figura 7 y una etapa de topología de elevación de la figura 6. Si la tensión de la batería es superior a la tensión de pico rectificadora de la fuente de CA (caso típico), el controlador 425 implementa un convertidor elevador controlado por corriente mediante la conmutación de la parte inferior de uno de los módulos de transistor 415a. El uso de un solo tramo de cada módulo de transistor 415a - 415c es suficiente para completar el ciclo de carga. En algunas implementaciones ejemplares, el microcontrolador 425 del sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE puede estar configurado para utilizar un tramo diferente de cada uno de los módulos de transistor 415a - 415c, cada vez que se activa un modo de carga para extender la vida útil de los componentes que forman parte de los módulos de transistor 415a - 415c.

- Esta configuración puede eliminar la necesidad de un condensador de entrada conectado a la fuente de CA en el circuito de carga. En algunas implementaciones ejemplares, esta configuración también puede permitir la implementación de un algoritmo mejorado de corrección del factor de potencia (PFC) utilizado en el cargador. Por ejemplo, el sistema de gestión de batería (BMS) 432 puede supervisar individualmente cada celda (o grupo de celdas en paralelo) conectadas en serie en el paquete de baterías 430 (también denominado paquete de energía) e implementar un protocolo de equilibrado cuando el voltaje de una celda particular (o grupo de celdas en paralelo) alcanza un límite preestablecido. Cuando todas las celdas alcanzan la tensión de carga máxima preestablecida, dependiendo de la configuración seleccionada por el usuario, el microcontrolador 425 puede implementar un bucle de control de tensión hasta que la corriente sea mínima y, por lo tanto, la carga haya terminado.

- La figura 6 ilustra un diagrama de circuito simplificado 600 de un convertidor elevador PFC implementado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. Como se ilustra, hay tres círculos 601 - 603 que destacan los componentes del circuito del convertidor elevador. En el círculo número 601, se ilustra el conmutador reductor 403. El conmutador reductor 403 puede estar configurado para la corrección del factor de potencia durante el modo de carga cuando un valor de tensión de la batería es superior a un valor de tensión de pico de entrada. En el círculo número 602, se ilustra el conmutador superior 604 del módulo de transistor 415a. En la configuración del convertidor elevador, el conmutador superior 604 estará completamente desconectado (por ejemplo, el diodo

schottky paralelo del módulo de transistor 415a actuará como diodo de funcionamiento libre del circuito elevador). Por último, el transistor bipolar de puerta aislada (IGBT) 605 del módulo de transistor 415a en el círculo 603 será el conmutador principal de la configuración de elevación del sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE. En algunas implementaciones ejemplar, el microcontrolador 425 puede utilizar un algoritmo de corrección del factor de potencia para lograr una mayor eficiencia (por ejemplo, permitir el uso de componentes más pequeños) y evitar el requisito de un condensador de filtro de entrada.

La figura 7 ilustra un diagrama de circuito simplificado 700 de una configuración de carga reductora implementada de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. Si la tensión de la batería 430 es inferior a la tensión de entrada rectificadora del conector 401, el conmutador de carga reductor 403 se acciona con señales de modulación de ancho de impulso (PWM) y los tres módulos de transistor 415a - 415c se mantienen desconectados (por ejemplo, sólo se muestran los diodos Schottky paralelos de los módulos de transistor 415a - 415c, porque los transistores inferiores están desconectados y no tienen ningún efecto en el circuito equivalente simplificado). En esta configuración, el microcontrolador 425 también implementa un algoritmo de corrección del factor de potencia para permitir una mayor eficiencia y evitar cualquier requisito de un condensador de entrada. El microcontrolador 425 puede controlar la corriente de entrada hasta que la tensión en la batería sea igual a la de entrada. A continuación, el conmutador de carga reductor se mantiene en estado PFC y comienza la fase de carga anterior (fase de convertidor elevador).

Funcionalidad adicional: Inyección de energía a la red eléctrica

Además del modo de accionamiento y de los modos de carga, un ejemplo de implementación del sistema completo de tren de accionamiento del VE 400 puede incluir también uno o más modos para almacenar electricidad e inyectar la energía en una red eléctrica. Las figuras 8 - 10 ilustran circuitos simplificados para implementaciones ejemplares de almacenamiento de electricidad e inyección de energía en la red eléctrica.

Como se ilustra en el circuito simplificado 800 de la figura 8, un ejemplo de implementación puede implicar el uso de una de las patas de cada módulo de transistor 415a - 415c como un inversor, y el conmutador de los relés dedicados 402a, 402b de la figura 4. Por ejemplo, con referencia a la figura 4, el conmutador del relé 402b puede estar configurado para conectarse a lo largo de la conexión (B) a un punto medio del paquete de baterías 430 y convertir el conector de entrada de CA 401 en un conector de salida de CA 401, así como desconectar los pines del conector del puente de diodos rectificadores 409 y conectarlos al punto medio del paquete de baterías 430 y a la salida del inversor (pin del lado derecho del inductor del motor 407a) respectivamente.

En algunas implementaciones ejemplares, esta característica puede lograrse implementando una modulación de ancho de impulso sinusoidal (SPWM) en las entradas del transistor bipolar de compuerta aislada (IGBT) y, por lo tanto, generando una onda sinusoidal en la salida del circuito que se ilustra en la figura 8

Como se ilustra, una de las patas del módulo de transistor 415a está conectada al paquete de baterías 430 en una configuración de punto medio. En otras palabras, el transistor superior 801 está conectado al terminal positivo de la batería 803 (colector), y al inductor (bobina del motor 407a) del motor 405 (emisor), mientras que el transistor inferior 802 está conectado entre la bobina del motor 407a (colector) y el terminal de tierra 804 de la batería 430 (emisor). Con este circuito 800 y una modulación de ancho de impulso sinusoidal bien implementada, se puede obtener una onda sinusoidal casi pura entre el pin 805 del punto medio del paquete de baterías 430 y el pin derecho de la bobina del motor 407a, ambos conectados al conector de CA 401, siendo la amplitud máxima de pico de la salida del circuito la mitad de la tensión absoluta del paquete de baterías 430. En el primer semiciclo de la onda sinusoidal, el transistor superior 801 se activará (alcanzando una tensión positiva en la salida), y en el segundo semiciclo de la onda sinusoidal, el transistor inferior 802 se activará (generando la salida de tensión negativa). Se puede generar una salida de CA trifásica mediante la conexión de las otras dos patas de los módulos de transistor, produciendo respectivamente una onda sinusoidal desfasada en 120 grados y otra en 240 grados.

La figura 9 ilustra otro ejemplo de implementación de un circuito 900 para generar corriente alterna reutilizando el hardware del sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE. En la figura 9, el sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE se ha modificado mediante la adición de un conmutador 901a - 901c entre el punto medio 902a - 902c de cada módulo de transistor 415a - 415c y cada inductor (bobina del motor 407a - 407c) y la adición de conmutadores 901d - 901f que conectan selectivamente el conector 401 al punto medio 902a - 902c de cada módulo de transistor 415a - 415c. En algunas implementaciones ejemplares, los conmutadores 901a y 901d pueden emparejarse para lograr una operación deseada. Además, en algunas implementaciones ejemplares, los conmutadores 901b y 901e pueden estar emparejados para lograr una operación deseada. Además, en algunas implementaciones ejemplares, los conmutadores 901c y 901f pueden emparejarse para lograr una operación deseada.

En la configuración de la figura 9, no es necesario añadir un punto medio al paquete de baterías 430, porque se utiliza una implementación de inversor de puente H. Además, el microcontrolador 425 puede alternar cuál de los

módulos de transistor 415a - 415c se utiliza como generador para aumentar la vida útil del sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE.

La figura 10 ilustra un diagrama de circuito simplificado del inversor de la figura 9. Como se ilustra, la conmutación de sólo uno de los tres relés 901a - 901c (que puede ser cada uno un relé de doble polo y doble tiro (DPDT)) que se muestra en la figura 9, se produce el circuito simplificado 1000 de la figura 10. Este circuito simplificado 1000 es un inversor que es capaz de generar una corriente alterna en su salida mediante el uso de una modulación de anchura de pulso sinusoidal en las puertas de los transistores de los módulos de transistor 415a, 415b. Cuando el transistor superior izquierdo 1001 y el transistor inferior derecho 1002 se activan, y los otros dos transistores 1003, 1004 están en estado desactivado, se genera una onda sinusoidal de medio ciclo positivo en la carga, y cuando el transistor superior derecho 1004 y el transistor inferior izquierdo 1003 se activan y los otros dos transistores 1001, 1002 están en estado desactivado, se genera una onda sinusoidal de medio ciclo negativo en la carga. En algunas implementaciones ejemplares, se puede colocar un condensador de salida entre los pines del conector de CA para formar un filtro de paso bajo en combinación con la inductancia de las bobinas de motor 407a - 407c para generar una onda sinusoidal en la salida.

Configuración del paquete de baterías / módulo de energía

Las figuras 11A - 11E ilustran diferentes vistas del exterior de un ejemplo de implementación del paquete de baterías 430 que se ilustra en las figuras 4 - 10 más arriba. En algunas implementaciones ejemplares, se puede utilizar un único paquete de baterías 430. Sin embargo, en algunas implementaciones ejemplares, una pluralidad de paquetes de baterías 430 pueden apilarse para construir un paquete de energía más grande.

La figura 11A ilustra una vista en perspectiva de un ejemplo de implementación del paquete de baterías 430. La figura 11B ilustra una vista superior de un ejemplo de implementación del paquete de baterías 430. La figura 11C ilustra una vista lateral de un ejemplo de implementación del paquete de baterías 430. La figura 11D ilustra una vista de extremo de un ejemplo de implementación del paquete de baterías 430. La figura 11E ilustra una vista inferior de un ejemplo de implementación del paquete de baterías 430. La figura 11F ilustra una vista en despiece ordenado de un ejemplo de implementación del paquete de baterías 430. Como se ilustra, el paquete de baterías 430 incluye una carcasa de baterías 1105 formada por una pared superior 1110, una pared inferior 1115 y un par de paredes laterales 1120. Como se ilustra, los extremos 1125 del paquete de baterías 430 se ilustran como abiertos para permitir la visualización del interior de la carcasa de la batería 1105. La pared superior 1110, la pared inferior 1115 y un par de paredes laterales 1120 pueden estar unidas unas a las otras por cualquier mecanismo que podrá ser evidente para una persona con conocimientos ordinarios en la materia. Por ejemplo, la pared superior 1110, la pared inferior 1115 y el par de paredes laterales 1120 pueden estar unidas con pernos, atornilladas, remachadas o soldadas en una implementación ejemplar de la presente solicitud.

Dentro de la carcasa 1105 de la batería, se puede proporcionar una pluralidad de celdas 1200 junto con una pluralidad de láminas conductoras 1140 que conectan los terminales de las celdas 1200. Como se explicará más adelante, un par de láminas de resina 1305, 1310 pueden ser utilizadas como paredes en los lados 1125 de la carcasa de la batería 430 para encerrar las celdas 1200. Como se explicará más adelante, el paquete de baterías 430 puede ser una implementación de un módulo de batería específico montado con una pluralidad de celdas individuales ubicadas en el mismo. Además, se puede hacer circular un fluido refrigerante a través del paquete de baterías 430 para enfriar las celdas individuales. Como se ilustra en las figuras 11A - 11F, la pared superior 1110 y la pared inferior 1115 pueden tener cada una un puerto de conexión eléctrica 1130 para conectar el paquete de baterías 430 con otros paquetes de baterías 430 o con los demás componentes del sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE. La pared superior 1110 y la pared inferior 1115 también pueden tener un puerto de intercambio 1135 para permitir que el fluido de refrigeración sea bombeado dentro y fuera del paquete de baterías 430.

En el despiece ordenado de la figura 11F, se ilustra la carcasa 1105 de la batería formado por las paredes laterales 1120, la pared superior 1110 y la pared inferior 1115. El puerto de intercambio 1135 pasa por medio de la carcasa 1105 de la batería para proporcionar una comunicación de fluido por medio de él. En algunas implementaciones ejemplares, se puede proporcionar un anillo de sellado 1137 alrededor de cada puerto de fluido para evitar fugas. En algunas implementaciones ejemplares, los bloques de soporte 1155 y las placas BMS 432 cubiertos por una lámina de resina 1144 pueden estar provistos en cualquiera de las paredes laterales 1120.

Dentro de la carcasa 1105 de la batería, una pluralidad de celdas cilíndricas 1200 están dispuestas con una pluralidad de láminas conductoras 1140 situadas en ambos extremos. Las láminas conductoras 1140 pueden proporcionar la interconexión eléctrica entre los terminales de cada una de las celdas individuales 1200. Las láminas metálicas pueden estar formadas por cualquier metal conductor que será evidente para una persona con conocimientos ordinarios en la materia, incluyendo, por ejemplo, cobre, oro, plata o cualquier otro material de contacto eléctrico que pueda ser evidente para una persona con conocimientos ordinarios en la materia. La estructura de las celdas individuales 1200 se explicará con más detalle a continuación.

Las láminas de resina 1305, 1310 se pueden proporcionar fuera de las láminas conductoras 1140 para proporcionar soporte estructural y aislamiento eléctrico a los extremos de las celdas 1200. Además, se pueden proporcionar bloques de terminales conductores 1142 en los extremos superiores e inferiores de las láminas conductoras 1140 para conectarse a los terminales superior e inferior 1315, 1320 insertados en los puertos eléctricos 1130 para permitir la conexión eléctrica a otros paquetes de baterías 430 o al sistema eléctrico 400 que se ha explicado más arriba. Adicionalmente, una serie de tarjetas del sistema de gestión de baterías (BMS) 432 puede ser proporcionada en una de las paredes laterales 1120 para controlar el estado de carga (SOC) de las baterías y de esta manera ayudar a garantizar una mayor vida útil. Las placas BMS 432 también pueden estar cubiertas por láminas de resina 1144 para proporcionar soporte y aislamiento eléctrico.

La figura 12 ilustra varios ejemplos de implementación de celdas individuales 1200. En algunas implementaciones ejemplares, cada celda individual 1200 puede ajustarse al estándar industrial de celdas de energía 18650, que pueden ser prefabricadas en grandes cantidades. Esto puede permitir la reducción de costes, la independencia del fabricante, la independencia de la química de las celdas, el suministro continuo, la mejora continua de la química de las celdas y la aplicación diferente al cambiar el modelo de las celdas en función de los requisitos de rendimiento deseados, eligiendo entre las diferentes opciones disponibles en el mercado.

Como se ilustra, cada celda individual 1200 puede tener una estructura generalmente cilíndrica con un terminal 1205 situado en cada extremo. Además, se puede aplicar a los lados de cada celda un revestimiento no conductor 1210 formado por plástico, cerámica u otro material no conductor.

Las figuras 13A - 13E ilustran una implementación ejemplar de una configuración de las celdas dentro del paquete de baterías 430. La figura 13A ilustra una vista en perspectiva de la implementación ejemplar de las celdas dentro del paquete de baterías 430. La figura 13B ilustra una vista frontal de la implementación ejemplar de las celdas dentro del paquete de baterías 430. La figura 13C ilustra una vista lateral de la implementación ejemplar de las celdas dentro del paquete de baterías 430. La figura 13D ilustra una vista de extremo de la implementación ejemplar de las celdas dentro del paquete de baterías 430. La figura 13E ilustra una sección transversal del paquete de baterías 430 a lo largo de la línea XIII - XIII' mostrando la configuración de las celdas individuales 1200 dentro de la carcasa 1105. Dentro del paquete de baterías 430, la configuración de las celdas no está particularmente limitada y se pueden seleccionar diferentes tipos específicos para proporcionar diferentes niveles de corriente y, por lo tanto, diferentes niveles de potencia basados en la aplicación necesitada.

Como se ilustra en las figuras 13A - 13E, las celdas 1200 pueden estar en una configuración ajustadamente apretada de filas y columnas con un terminal superior 1315 y un terminal inferior 1320 para permitir la conexión a otros paquetes de baterías 430 o a los otros componentes del sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE que se ha explicado más arriba. El terminal superior 1315 y el terminal inferior 1320 pueden estar ubicados dentro de los puertos de conexión eléctrica 1130 que se han explicado más arriba. Las celdas 1200 de cada fila pueden estar dispuestas para tener todos los mismos terminales orientados en la misma dirección (por ejemplo, la fila inferior de la figura 13B tienen terminales positivos (+) orientados hacia adelante). Además, las celdas 1200 en filas adyacentes verticalmente pueden estar dispuestas para tener terminales en direcciones opuestas (por ejemplo, la segunda fila desde abajo de la figura 13B tienen terminales negativos (-) orientados hacia adelante). Algunos de los terminales 1205 de las celdas individuales 1200 pueden estar conectados al sistema de gestión de la batería 432 para monitorizar los niveles de voltaje y corriente del paquete de baterías 430 para proporcionar monitorización y control durante las operaciones de carga y descarga.

Adicionalmente, como se ilustra, un par de láminas de resina 1305, 1310 han sido provistas en cada terminal 1205 de las celdas individuales 1200. Estas láminas de resina 1305, 1310 pueden estar formadas por un compuesto de resina especial utilizado para aislar los terminales 1205 de las celdas individuales 1200 y las láminas metálicas (1140 en la figura 11F), que proporcionan interconexiones entre las celdas individuales 1200. Las láminas de resina 1305, 1310 pueden proporcionar sellado y soporte mecánico a las celdas 1200 dentro de la estructura de la carcasa del paquete de baterías 1105. Además, las láminas de resina 1305, 1310 también pueden fijar y sellar una porción de Conector Eléctrico (CE) formada por los terminales superior e inferior 1315, 1320 dentro de los puertos de conexión eléctrica 1130 (que se ilustran en las figuras 11A - 11F) del paquete de baterías 430 que se ha explicado más arriba. El material de la resina no está particularmente limitado y puede incluir cualquier resina que pueda ser resistente al agua y capaz de soportar un rango de temperatura de trabajo del paquete de baterías 430 sin degradación de sus propiedades. Estas láminas de resina son las que forman las paredes del bastidor de soporte interno.

En algunas implementaciones ejemplares, la lámina de resina 1305 puede considerarse una lámina de resina del lado posterior que encapsula los terminales del lado posterior 1205 de las celdas individuales 1200. La lámina de resina 1310 puede considerarse una lámina de resina del lado frontal que encapsula los terminales del lado frontal 1205 de las celdas individuales 1200, así como las láminas conductoras 1140 y los bloques de terminales 1142. En algunas implementaciones ejemplares, la lámina de resina puede encapsular la porción EC (por ejemplo, los terminales superior e inferior 1315, 1320 dentro de los puertos de conexión eléctrica 1130 (que se ilustran en las figuras 11A - 11F) del paquete de baterías 430).

Las láminas de resina 1305, 1310 pueden formarse utilizando un procedimiento de colada para rellenar los espacios del paquete de baterías 430 para llenar el espacio entre las celdas individuales 1200 en los que la resina está prevista. En este procedimiento, se puede utilizar un pistón para empujar la resina líquida dentro del paquete de baterías 430 para distribuir la resina en los terminales de las celdas 1205, los terminales eléctricos 1315, 1320 y las láminas conductoras 1140 utilizadas para interconectar eléctricamente las celdas individuales 1200.

En algunas implementaciones ejemplares, se puede formar un espacio de separación 1325 entre la lámina de resina 1305 y la lámina de resina 1310. Como se ilustra, el puerto de intercambio 1135 está orientado para alinearse con espacio de separación 1325 para permitir que el fluido de refrigeración sea bombeado dentro y fuera del espacio de separación para sumergir los exteriores de las celdas individuales 1200 para enfriar las celdas individuales durante la operación del paquete de baterías 430 como se explica en mayor detalle a continuación.

Las figuras 14A - 14D ilustran una configuración de refrigeración de las celdas individuales 430 de un paquete de baterías 430 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. Las figuras 14A y 14B ilustran vistas en perspectiva frontal y trasera de la configuración de refrigeración. La figura 14C ilustra la sección transversal ilustrada en la figura 13E. La figura 14D ilustra una vista esquemática del flujo de fluido a través del interior del paquete de baterías 430.

Como se ha explicado más arriba, las láminas de resina 1305, 1310 pueden proporcionar sellado y soporte mecánico a las celdas 1200 dentro de la estructura de la carcasa 1105 de las baterías encapsulando los terminales 1205 de las celdas individuales 1200 así como la porción EC (por ejemplo, los terminales superior e inferior 1315, 1320 dentro de los puertos de conexión eléctrica 1130. Además, se puede formar un espacio de separación 1325 entre la lámina de resina 1305 y la lámina de resina 1310. El puerto de intercambio 1135 está orientado para alinearse con el espacio de separación 1325 para permitir que el fluido de enfriamiento sea bombeado dentro y fuera del espacio de separación 1325 para sumergir los exteriores de las celdas individuales 1200 para enfriar las celdas individuales durante la operación del paquete de baterías 430 como se explicará en mayor detalle a continuación.

Como se ilustra en la figura 14C, el fluido refrigerante 1405 puede ser bombeado al interior del espacio 1325 entre las láminas 1305, 1310 para llenar cualquier espacio entre las celdas individuales 1200. En esta configuración, las celdas 1200 pueden estar rodeadas por un fluido refrigerante no conductor (por ejemplo, el fluido refrigerante 1405) aislado por el revestimiento no conductor 1210 que cubre los lados de las celdas 1200. Los terminales 1205 de los extremos de las celdas 1200 pueden estar aislados por la resina en la que están encapsulados.

El fluido refrigerante 1405 puede ser seleccionado para que sea un material que tenga un alto calor específico para permitir una alta capacidad de calor en un pequeño volumen y absorber el calor generado por las celdas, tanto por medio de la carga y descarga como del entorno circundante, ayudando a mantener una temperatura constante dentro del paquete de baterías 430. En algunas implementaciones ejemplares, el fluido refrigerante 1405 puede ser glicol, solución de agua ultra - purificada, aceite no conductor, o combinaciones de los mismos, o cualquier otro fluido refrigerante que podrá ser evidente para una persona con conocimientos ordinarios en la técnica.

En algunas implementaciones ejemplares, el fluido de refrigeración puede circular a través del paquete de baterías 430. Por ejemplo, como se ilustra en la figura 14D, el fluido 1405 puede ser inyectado en el paquete de baterías 430 a través del puerto de intercambio 1135 en la superficie superior del paquete de baterías y retirado a través del puerto de intercambio 1135 ubicado en la superficie inferior del paquete de baterías. Dentro del paquete de baterías, no se proporciona ninguna estructura de enrutamiento o guía de fluidos entre las celdas 1200. Se puede permitir que el fluido 1405 fluya libremente entre las celdas 1200 y sea conducido a través de la batería por la presión positiva del fluido 1405 en el puerto de intercambio 1135 en la superficie superior del paquete de baterías 430, la presión negativa del fluido 1405 en el puerto de intercambio 1135 en la superficie inferior del paquete de baterías 430 y la gravedad como se ilustra en las flechas de flujo 1410. Fuera del paquete de baterías 430, el fluido 1405 puede ser enfriado por un dispositivo de enfriamiento tal como un radiador con aire forzado, agua o enfriamiento basado en aceite como se explicará más adelante. Además, en algunas implementaciones ejemplares que se explican en mayor detalle a continuación, una pluralidad de paquetes de baterías 430 pueden estar conectados unas a los otros de tal manera que el fluido 1405 puede ser bombeado fuera de un paquete de baterías 430 y a otro paquete de baterías 430 en serie o el fluido 1405 puede ser bombeado a través de múltiples paquetes de baterías en paralelo.

En algunas implementaciones ejemplares, una pluralidad de paquetes de baterías 430 pueden conectarse juntos para formar un paquete de energía o módulo de energía. La figura 15 ilustra un ejemplo de implementación de un módulo de energía 1500 formado por cuatro paquetes de baterías 430A - 430D. Como se ilustra, la carcasa rectangular 1105 de cada paquete de baterías 430A - 430D puede estar apilada e interconectada por líneas de alimentación de conexión de puente con un conector eléctrico. El conector eléctrico no está particularmente limitado y puede ser cualquier tipo de conector que pueda ser evidente para una persona de habilidad ordinaria en la técnica. Además, un BMS conjunto puede ser compartido por todos los paquetes de baterías 430A - 430D. La química y las propiedades de las celdas, así como la configuración interna de las mismas, pueden ajustarse para cada aplicación con el fin de conseguir el voltaje, la energía y la potencia total deseados del paquete de energía 1500.

Las figuras 16A y 16B ilustran vistas en perspectiva del módulo de energía 1500 con un sistema de refrigeración integrado 1600. Como se ha explicado más arriba, el módulo de energía 1500 incluye una pluralidad de paquetes de baterías 430A - 430D conectados unos a los otros como un bloque de energía integrado. Las líneas de alimentación de conexión de puente 1610A - 1610C se proporcionan para conectar eléctricamente los paquetes de baterías adyacentes 430A - 430D. Por ejemplo, la línea de alimentación de conexión de puente 1610A conecta eléctricamente el terminal inferior 1320A del paquete de baterías 430A con el terminal inferior 1320B del paquete de baterías 430B. Además, la línea de alimentación de conexión de puente 1610B conecta eléctricamente el terminal superior 1320B del paquete de baterías 430B con el terminal superior 1320C del paquete de baterías 430C. Además, la línea de alimentación de conexión de puente 1610C conecta eléctricamente el terminal inferior 1320C del paquete de baterías 430C con el terminal inferior 1320D del paquete de baterías 430D.

El sistema de refrigeración integrado 1600 incluye una serie de interconexiones de tuberías 1605A - 1605C que conectan los puertos de intercambio de fluidos 1135A - 1135D de los paquetes de baterías adyacentes 430A - 430D. Por ejemplo, la interconexión de tuberías 1605A conecta de manera fluida el puerto de intercambio inferior 1135A del paquete de baterías 430A con el puerto de intercambio inferior 1135B del paquete de baterías 430B. Además, la interconexión de tuberías 1605B conecta de manera fluida el puerto de intercambio superior 1135B del paquete de baterías 430B con el puerto de intercambio superior 1135C del paquete de baterías 430C. Además, la interconexión de tuberías 1605C conecta de manera fluida el puerto de intercambio inferior 1135C del paquete de baterías 430C con el puerto de intercambio inferior 1135D del paquete de baterías 430D.

Adicionalmente, el sistema de refrigeración integrado 1600 también incluye un radiador 1615 acoplado de manera fluida al puerto de intercambio superior 1135A del paquete de baterías 430A por el tubo de entrada 1620 y al puerto de intercambio superior 1135D del paquete de baterías 430D por el tubo de salida 1625. El fluido de refrigeración fluye desde el radiador 1615 a través de la tubería de entrada 1620 hacia el paquete de baterías 430A a través de los paquetes de baterías 430B - 430D y de vuelta al radiador 1615 a través de la tubería de salida 1625. Se puede proporcionar una bomba 1630 para bombear el fluido a través del sistema de refrigeración integrado.

Sistema de gestión de baterías (BMS)

Las figuras 17A y 17B ilustran representaciones esquemáticas del funcionamiento del Sistema de Gestión de Baterías (BMS) 432 de acuerdo con las implementaciones ejemplares de la presente solicitud. Como se ha explicado más arriba, un BMS 432 puede estar integrado en cada paquete de baterías 430 y puede ser responsable no sólo de la monitorización del voltaje y del estado de carga (SoC), sino también del equilibrio de la carga de cada celda 1200 dentro del paquete de baterías 430 durante una operación de carga para maximizar la autonomía del sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE y el ciclo de vida de cada celda 1200. El algoritmo de equilibrado y monitorización puede realizarse mediante el microcontrolador 425 o un microcontrolador integrado en el BMS. Además, el BMS también puede controlar la temperatura de cada paquete de baterías 430 en varios puntos.

El BMS 432 puede soportar varios modos y / o protocolos de comunicación con el sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE. La figura 17A ilustra un ejemplo de implementación del BMS 432 que se comunica en un Sistema Distribuido Maestro - Esclavo utilizando un protocolo de comunicación de Red de Área de Controladores (CAN). La figura 17B ilustra un ejemplo de implementación del BMS 432 que se comunica es una comunicación en cascada entre todas las tarjetas BMS.

En la comunicación distribuida maestro - esclavo (MSDC) de la figura 17A, cada BMS 432 se comunica con todo el sistema de tren de accionamiento VE 400 utilizando un protocolo de red de área de control (bus CAN). En esta configuración, cada BMS 432 no se comunica con otros BMS 432, sino con todo el sistema de tren de accionamiento VE 400.

Por el contrario, como se ilustra en el ejemplo de implementación de la figura 17B, en la configuración de comunicación en cascada, la comunicación entre las diferentes placas BMS 432A - 432n se realiza en modo serie 1705 y un único BMS 432 el sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE.

En algunas implementaciones ejemplares, el BMS 432 también puede tener un modo híbrido que permite tanto las comunicaciones entre las unidades BMS 432 individuales como la conexión directa con el sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE por múltiples unidades BMS 432.

Además, el BMS 432A - 432n puede soportar la comunicación bidireccional con el sistema de tren de accionamiento completo 400 del VE para permitir compartir información relevante, como la temperatura del módulo, o el estado de carga (SoC) de los paquetes de baterías 430A - 430n.

En algunas implementaciones ejemplares, el BMS 432A - 432n puede proporcionar una protección de sobrecorriente para proteger cada celda 1200. El BMS 432A - 432n también puede realizar las siguientes funciones:

Control de la tensión de cada celda 1200;

Equilibrio de cada celda 1200 a la tensión preestablecida en función de una configuración del usuario;

Estado de carga para indicar el nivel de carga de la batería 430A - 430n;

Carga Ah entregada o almacenada (contador de culombios) para cada celda 1200;

5 Protección contra sobretensión (durante la carga) y subtensión (durante la descarga);

Temperatura media del módulo energético 1500; y

Protección contra sobretemperatura y subtemperatura.

10 En algunas implementaciones ejemplares, las celdas 1200 de los paquetes de baterías 430A - 430n pueden conectarse unas a las otras en paralelo utilizando una tira de cobre con el fin de formar una cadena de baterías. En algunas implementaciones ejemplares se puede soldar un cable a la tira de cobre y sujetarlo a los BMS respectivos 432A - 432n. La resistencia de descarga puede estar en contacto con una de las caras del módulo energético 1500 y aislada por una película. Esto puede permitir la disipación de calor de la resistencia de descarga utilizando el sistema de refrigeración del módulo de energía 1600. En algunas implementaciones ejemplares, el BMS 432A - 432n puede estar cubierto por una resina con el fin de protegerlo y aislarlo del entorno.

15 Motor

Las figuras 18A y 18B ilustran vistas de extremo de un motor 405 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. Las figuras 18C y 18D ilustran vistas laterales del motor 405 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. Las figuras 18E y 18F ilustran vistas en perspectiva del motor 405 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 18G ilustra una vista en despiece del motor 405 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 18H ilustra una vista en sección transversal del motor 405 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. El motor 405 puede ser un motor síncrono de imanes permanentes (PMSM) radial. En algunas implementaciones ejemplares, el motor 405 puede incluir un par de escudos de extremo 1805 (por ejemplo, cubiertas derecha e izquierda), un cuerpo de motor 1810, un conjunto de estator 1900, un conjunto de rotor 2400, un par de cojinetes 2150 que soportan el conjunto de rotor 2400 y un par de soportes de cojinete 2175 que soportan los cojinetes 2150 y se fijan a los escudos de extremo 1805. El motor también puede incluir cuatro conectores de alimentación 1815 que permiten la conexión eléctrica a las tres fases y al centro de la conexión en estrella de las fases del motor. El cuerpo 1810 del motor también puede incluir una cavidad de fluido 1830 a través de la cual puede circular el refrigerante a través del puerto de refrigerante 1825 y una tapa 1820 que cubre la cavidad de fluido 1830. El motor 405 también puede incluir un sensor de temperatura 1835 y un codificador 1840 que mide la rotación angular del motor 405.

Estator

El estator no está particularmente limitado y puede tener cualquier construcción que podrá ser evidente para una persona de conocimiento ordinario en la técnica. En algunas implementaciones ejemplares, el conjunto de estator 1900 puede ser un estator segmentado. La figura 19A ilustra una vista en perspectiva del estator segmentado 1900 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 19B ilustra una vista en perspectiva de una unidad de diente de estator 1920 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 19C ilustra un cuerpo de diente de estator 1910 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 19D ilustra una lámina de estator 1905 que puede ser utilizada para formar un cuerpo de diente de estator 1910 de acuerdo con la presente solicitud. Un conjunto de estator segmentado 1900 puede permitir un bobinado más fácil y más denso directamente en la ranura junto con un procedimiento de fabricación estandarizado.

Como se ilustra en la vista en perspectiva de la figura 19A, el conjunto de estator segmentado 1900 puede estar formado por una pluralidad de unidades de dientes de estator 1920. Como se ilustra en las figuras 19B y 19C, cada unidad de dientes del estator 1920 está formada por un cuerpo de dientes del estator 1910 con una bobina de devanados 1915 alrededor de una región central 1925 del mismo. Cada cuerpo de diente de estator 1910 puede estar formado por el apilamiento de una pluralidad de láminas de estator 1905 que tienen una estructura generalmente en T.

Cuerpo del motor

Un cuerpo de motor puede cubrir el estator 1900 y proporciona soporte mecánico a las unidades de dientes 1920. La figura 20A ilustra una vista superior de un cuerpo de motor 1810 de acuerdo con una realización ejemplar de la presente solicitud. La figura 20B ilustra una vista lateral de un cuerpo de motor 1810 de acuerdo con una realización ejemplar de la presente solicitud. La figura 20C ilustra una vista inferior de un cuerpo de motor 1810 de acuerdo con una realización ejemplar de la presente solicitud. La figura 20D ilustra una vista en sección transversal de un cuerpo

de motor 1810 de acuerdo con una realización ejemplar de la presente solicitud. Como se ilustra, el cuerpo del motor tiene una pared lateral generalmente anular 1812 con un interior hueco 1814 configurado para recibir el estator 1900. En algunas implementaciones ejemplares, el cuerpo del motor 1810 puede estar hecho de aluminio.

La figura 20E es una vista en perspectiva del cuerpo del motor 1810 con el conjunto del estator 1900 instalado. La figura 20F es una vista de extremo del cuerpo del motor 1810 con el conjunto de estator 1900 instalado. La figura 20G es una vista lateral del cuerpo del motor 1810 con el conjunto del estator 1900 instalado. La figura 20H es una vista en sección transversal del cuerpo del motor 1810 con el conjunto del estator 1900 instalado. En algunas implementaciones ejemplares, el cuerpo del motor 1810 puede tener una cavidad de fluido de refrigeración 1830 formada entre la pared lateral 1812 del cuerpo del motor 1810 y una cubierta 1820 que rodea el cuerpo del motor 1810. El fluido refrigerante puede ser bombeado dentro y fuera de la cavidad de fluido a través de un par de puertos de refrigerante 1825 formados a través de la cubierta 1820.

Escudos de extremo

La figura 21A es una vista en perspectiva de un escudo de extremo 1805 de acuerdo con una realización ejemplar de la presente solicitud. La figura 21B es una vista frontal de un escudo de extremo 1805 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 21C es una vista posterior de un escudo de extremo 1805 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 21D es una vista en sección transversal de un escudo de extremo 1805 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. En implementaciones ejemplares, el escudo de extremo 1805 puede estar hecho de aluminio y puede encerrar los extremos del cuerpo del motor 1810 y un rebaje 2105 para apoyar los rodamientos de bolas 2150 en el que rota el eje del rotor.

Rotor

La figura 22A es una vista superior de una lámina de rotor 2205 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 22B es una vista en perspectiva de una lámina de rotor 2205 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 22C es una vista en perspectiva de un núcleo de rotor 2200 formado a partir de una pluralidad de láminas de rotor 2205 de acuerdo con una realización ejemplar de la presente solicitud. En algunas implementaciones ejemplares, las láminas del rotor 2205 pueden ser láminas de acero que tienen una pluralidad de lengüetas 2215 que forman espacios de separación receptores de imanes 2210 formados entre ellas. Además, las láminas del rotor 2205 pueden tener una pluralidad de orificios transversales 2220 formados en ellas. Las láminas del rotor 2205 también pueden tener un orificio axial 2225 en el que se puede insertar un eje. En algunas implementaciones ejemplares, cada lámina de rotor 2205 puede estar formada con una forma específica seleccionada para maximizar la eficiencia magnética para el requisito específico y para permitir la fijación mecánica adecuada a un tren de accionamiento. El núcleo del rotor 2200 puede ser un núcleo de acero formado por el apilamiento de las láminas.

La figura 23A ilustra una vista superior de un imán 2300 para su inserción en el núcleo del rotor 2200 para formar el conjunto de rotor 2400 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 23B ilustra la vista en perspectiva de un imán 2300 para su inserción en el núcleo de rotor 2200 para formar el conjunto de rotor 2400 de acuerdo con una realización ejemplar de la presente solicitud. Los imanes 2300 pueden tener un tamaño y forma específicos que permitan un rendimiento óptimo con una fijación mecánica robusta al núcleo de rotor 2200. En algunas implementaciones ejemplares, los imanes 2300 pueden estar dimensionados para formar una aplicación de ajuste a presión ajustada con los espacios de separación receptores de imanes 2210 de las láminas del rotor 2210.

La figura 24A ilustra una vista superior de un rotor montado 2400 con los imanes 2300 instalados en el núcleo del rotor 2200 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 24B ilustra una vista en perspectiva del rotor montado 2400 con los imanes 2300 instalados en el núcleo del rotor 2200 de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 24C ilustra una vista superior de un rotor montado 2400 con un eje 2410 instalado de acuerdo con una implementación ejemplar de la presente solicitud. La figura 24D ilustra una vista en perspectiva del rotor montado 2400 con el eje 2410 instalado. Como se ilustra, los imanes 2300 se han insertado en los espacios de separación 2210 del núcleo del rotor 2200.

Sensores

En algunas implementaciones ejemplares, el motor 405 puede estar equipado con sensores de posición angular (por ejemplo, el codificador 1840) para saber exactamente dónde está el rotor 2400 en relación con el estator 1900 y proporcionar las señales de potencia de las fases exactas necesarias. También, un sensor de temperatura 1835 puede estar provisto para asegurar la protección del motor e implementar el control de la temperatura si es necesario.

Sistemas de infoentretenimiento

- 5 En algunas implementaciones ejemplares, el vehículo eléctrico también puede incluir un sistema de infoentretenimiento que proporciona conectividad y capacidad de interacción digital. Por ejemplo, el vehículo eléctrico puede estar equipado con un dispositivo de pantalla táctil de 7" que permite configurar el salpicadero, cambiar los ajustes del vehículo, utilizar el GPS integrado, escuchar música a través de la conectividad Bluetooth o Wi - Fi, descargar los datos de la pista grabados en un ordenador o publicarlos en las redes sociales, grabar vídeo o capturar momentos de una pista mientras se conduce con la cámara delantera y trasera y cualquier otra implementación que pueda ser evidente para una persona con conocimientos ordinarios de la técnica.
- 10 La descripción detallada anterior ha expuesto varias realizaciones de los dispositivos y / o procesos mediante el uso de diagramas de bloques, esquemas y ejemplos. En la medida en que los citados diagramas de bloques, esquemas y ejemplos contienen una o más funciones y / u operaciones, cada función y / u operación dentro de los citados diagramas de bloques, diagramas de flujo o ejemplos puede ser implementada, individual y / o colectivamente, por una amplia gama de hardware, software, firmware o prácticamente cualquier combinación de los mismos. En una realización, la presente materia puede implementarse por medio de circuitos integrados de aplicación específica (ASIC). Sin embargo, las realizaciones en la presente memoria descriptiva divulgadas, en su totalidad o en parte, pueden ser implementadas de forma equivalente en circuitos integrados estándar, como uno o más programas ejecutados por uno o más procesadores, como uno o más programas ejecutados por uno o más controladores (por ejemplo, microcontroladores), como firmware, o como prácticamente cualquier combinación de los mismos.
- 15 Aunque se han descrito ciertas realizaciones, éstas se han presentado sólo a modo de ejemplo solamente y no pretenden limitar el alcance de la protección.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de control eléctrico (400) para un vehículo eléctrico configurado para operar en una pluralidad de modos, comprendiendo el sistema de control (400) :
 - un motor eléctrico multifásico (405) que tiene una pluralidad de bobinas de motor (407a, 407b, 407c);
 - 5 un dispositivo de almacenamiento de energía (430) configurado para proporcionar energía al sistema de control eléctrico (400);
 - una pluralidad de módulos de transistor (415a, 415b, 415c) que acoplan selectivamente el motor eléctrico (405) al dispositivo de almacenamiento de energía (430);
 - un conector (401) configurado para acoplarse selectivamente a una fuente de alimentación de CA;
 - 10 un dispositivo de conmutación controlable configurado para acoplar selectivamente el conector (401) al motor eléctrico multifásico (405);
 - un microcontrolador (425) configurado para controlar el dispositivo de conmutación para acoplar selectivamente el conector (401) a al menos una de las bobinas de motor (407a, 407b, 407c) durante un modo de carga detectado, y controlar uno o más de la pluralidad de módulos de transistor (415a, 415b, 415c) para acoplar selectivamente la al menos una bobina de motor (407a, 407b, 407c) al dispositivo de almacenamiento de energía (430) durante el modo de carga detectado; **caracterizado porque** comprende además
 - 15 un par de conmutadores de relé (402a, 402b) que acoplan selectivamente el conector (401) al dispositivo de almacenamiento de energía (430) durante un modo generador de CA detectado, en el que el microcontrolador (425) controla al menos uno de los conmutadores de relé (402a, 402b) para conectar el conector (401) a un punto medio (805) a medio camino entre un terminal positivo y un terminal negativo del dispositivo de almacenamiento de energía (430).
2. El sistema de control eléctrico (400) de la reivindicación 1, que comprende además un primer sensor (435) configurado para medir una tensión del dispositivo de almacenamiento de energía (430) durante el modo de carga detectado y un segundo sensor configurado para medir una tensión de la electricidad recibida a través del conector (401), en el que el microcontrolador (425) está configurado para controlar el dispositivo de conmutación y al menos uno de la pluralidad de módulos de transistor (415a, 415b, 415c) en una primera configuración cuando una tensión medida del dispositivo de almacenamiento de energía (430) es mayor que una tensión medida recibida a través del conector (401) y en una segunda configuración cuando una tensión medida del dispositivo de almacenamiento de energía (430) es inferior a una tensión medida recibida a través del conector (401).
- 25 3. El sistema de control eléctrico (400) de la reivindicación 2, en el que el dispositivo de conmutación controlable es un conmutador reductor configurado para operar en un modo de corrección del factor de potencia en la primera configuración, y en el que al menos uno de los módulos de transistor (415a, 415b, 415c) opera como un diodo de funcionamiento libre en la primera configuración.
- 30 4. El sistema de control eléctrico (400) de la reivindicación 3, en el que el microcontrolador (425) aplica una modulación de ancho de impulso al conmutador reductor en la segunda configuración, y
- 35 en el que cada uno de la pluralidad de módulos de transistor (415a, 415b, 415c) funciona en modo desactivado en la segunda configuración.
5. El sistema de control eléctrico (400) de la reivindicación 2, en el que el dispositivo de conmutación controlable es un conmutador reductor configurado para ser accionado por modulación de ancho de impulso aplicada por el microcontrolador (425) en la segunda configuración, y en el que cada uno de la pluralidad de módulos de transistor (415a, 415b, 415c) funciona en modo desactivado en la segunda configuración.
- 40 6. El sistema de control eléctrico (400) de la reivindicación 1, en el que el microcontrolador (425) está configurado para controlar los conmutadores de relé (402a, 402b) para proporcionar energía desde el dispositivo de almacenamiento de energía (430) al conector (401) y transmitir energía a una red eléctrica durante el modo de generador de CA.
- 45 7. El sistema de control eléctrico (400) de la reivindicación 1, en el que una operación de carga se realiza sin un condensador DC - LINK.
8. Un vehículo eléctrico que comprende:
 - un tren de accionamiento que incluye al menos una rueda;

un motor eléctrico multifásico (405) con una pluralidad de bobinas de motor (407a, 407b, 407c) acopladas al tren de accionamiento para proporcionar un par motor a la al menos una rueda; y

un sistema de control eléctrico (400) configurado para funcionar en una pluralidad de modos, de acuerdo con la reivindicación 1.

- 5 9. El vehículo eléctrico de la reivindicación 8, que comprende además un primer sensor (435) configurado para medir una tensión del dispositivo de almacenamiento de energía (430) durante el modo de carga detectado y un segundo sensor configurado para medir una tensión de electricidad recibida a través del conector (401), en el que el microcontrolador (425) está configurado para controlar el dispositivo de conmutación y al menos uno de la pluralidad de módulos de transistor (415a, 415b, 415c) en una primera configuración cuando una tensión medida del dispositivo de almacenamiento de energía (430) es mayor que una tensión medida recibida por medio del conector (401) y en una segunda configuración cuando una tensión medida del dispositivo de almacenamiento de energía (430) es inferior a una tensión medida recibida por medio del conector (401).
- 10 10. El vehículo eléctrico de la reivindicación 9, en el que el dispositivo de conmutación controlable es un conmutador reductor configurado para operar en un modo de corrección del factor de potencia en la primera configuración, y en el que al menos uno de los módulos de transistor (415a, 415b, 415c) opera como un diodo de funcionamiento libre durante la primera configuración.
- 15 11. El vehículo eléctrico de la reivindicación 10, en el que el microcontrolador (425) aplica una modulación de ancho de pulso al conmutador reductor en la segunda configuración, y en el que cada uno de la pluralidad de módulos de transistor (415a, 415b, 415c) opera en un modo desconectado en la segunda configuración.
- 20 12. El vehículo eléctrico de la reivindicación 9, en el que el dispositivo de conmutación controlable es un conmutador reductor configurado para ser accionado por modulación de ancho de pulso aplicada por el microcontrolador (425) en la segunda configuración, y en el que cada uno de la pluralidad de módulos de transistor (415a, 415b, 415c) funciona en modo desactivado en la segunda configuración.
- 25 13. El vehículo eléctrico de la reivindicación 8, en el que el microcontrolador (425) está configurado para controlar los conmutadores de relé (402a, 402b) para proporcionar energía desde el dispositivo de almacenamiento de energía (430) al conector (401) y transmitir energía a una red eléctrica durante el modo de generador de CA.

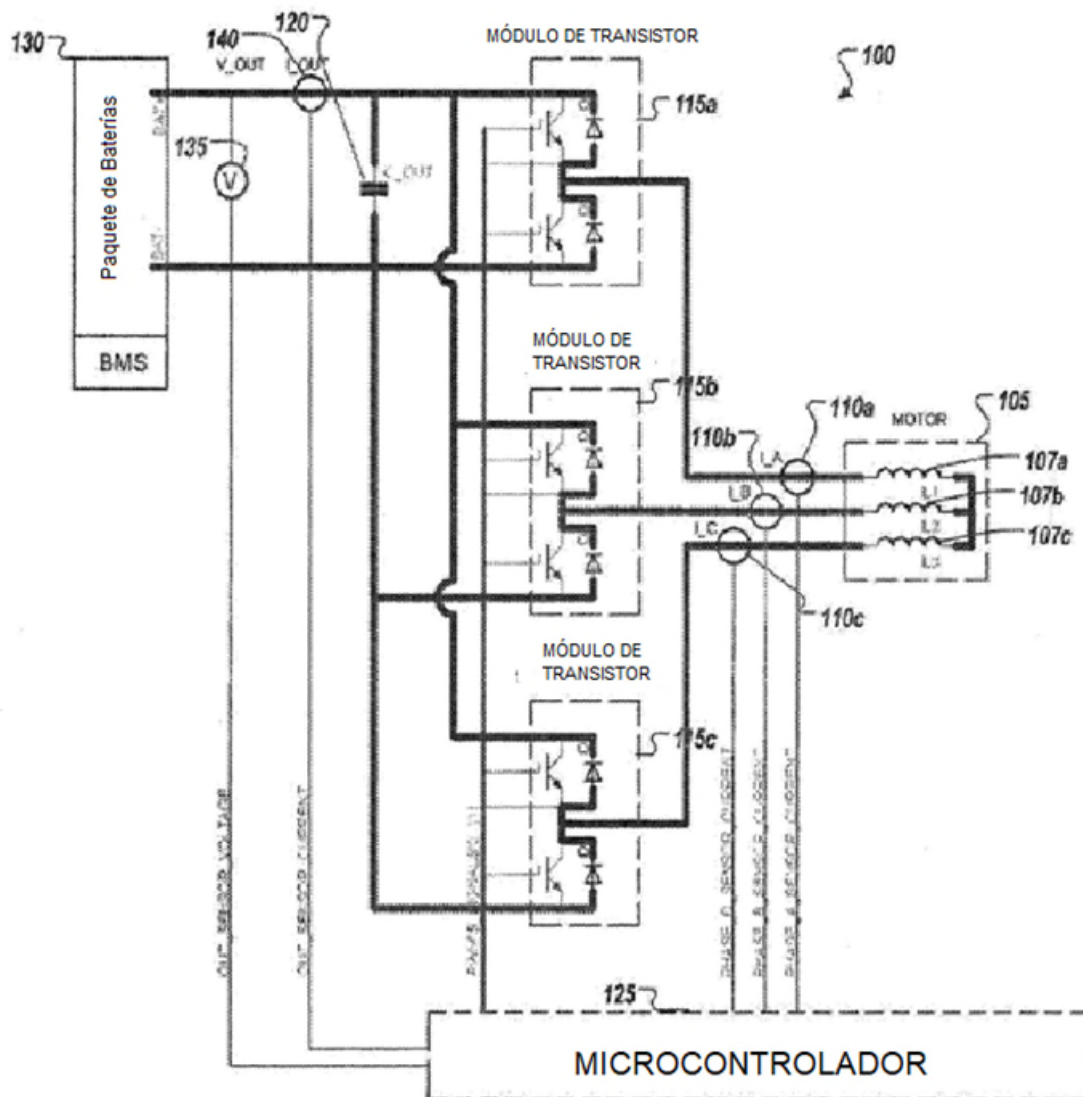


FIG. 1

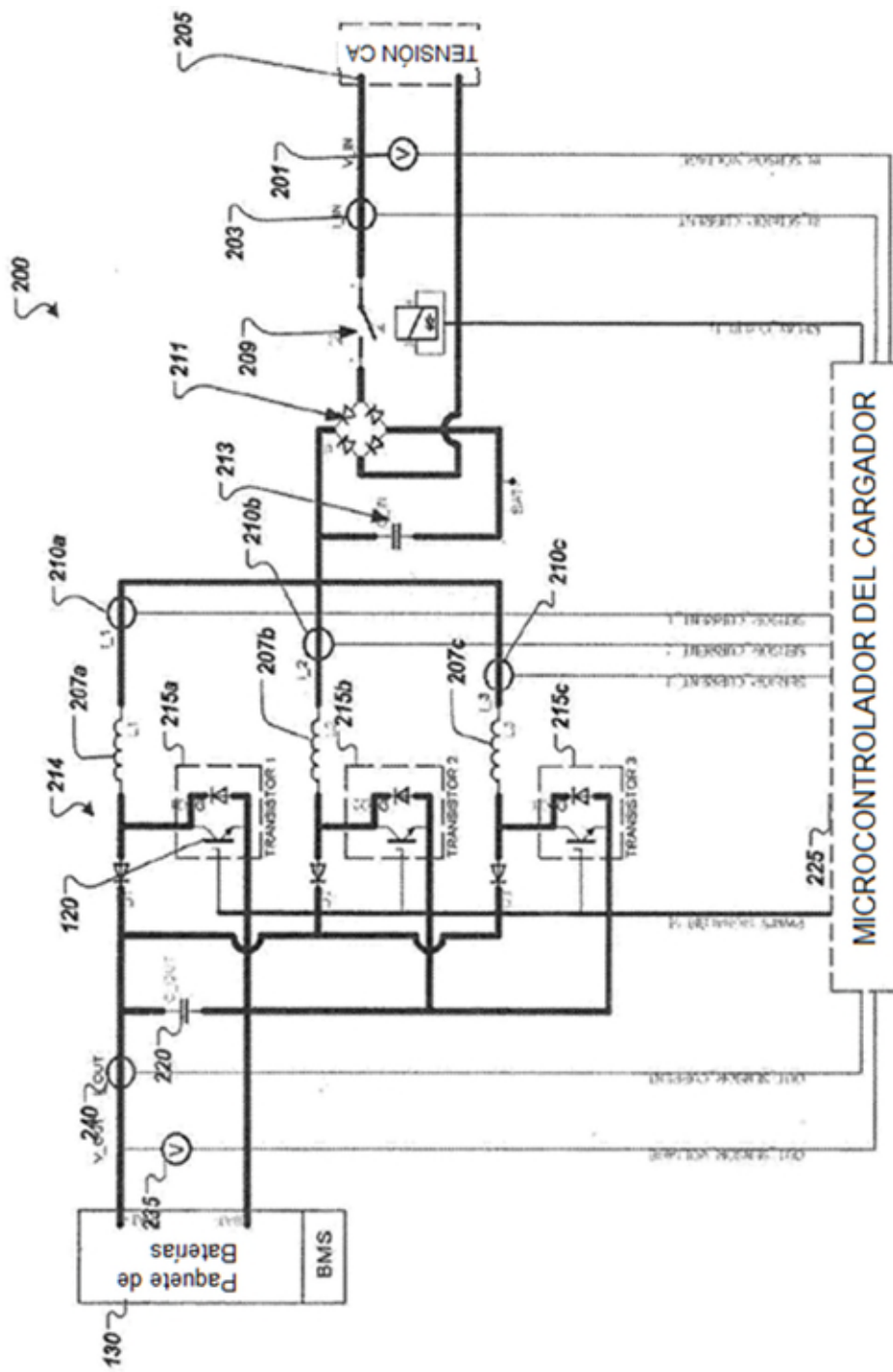


FIG. 2

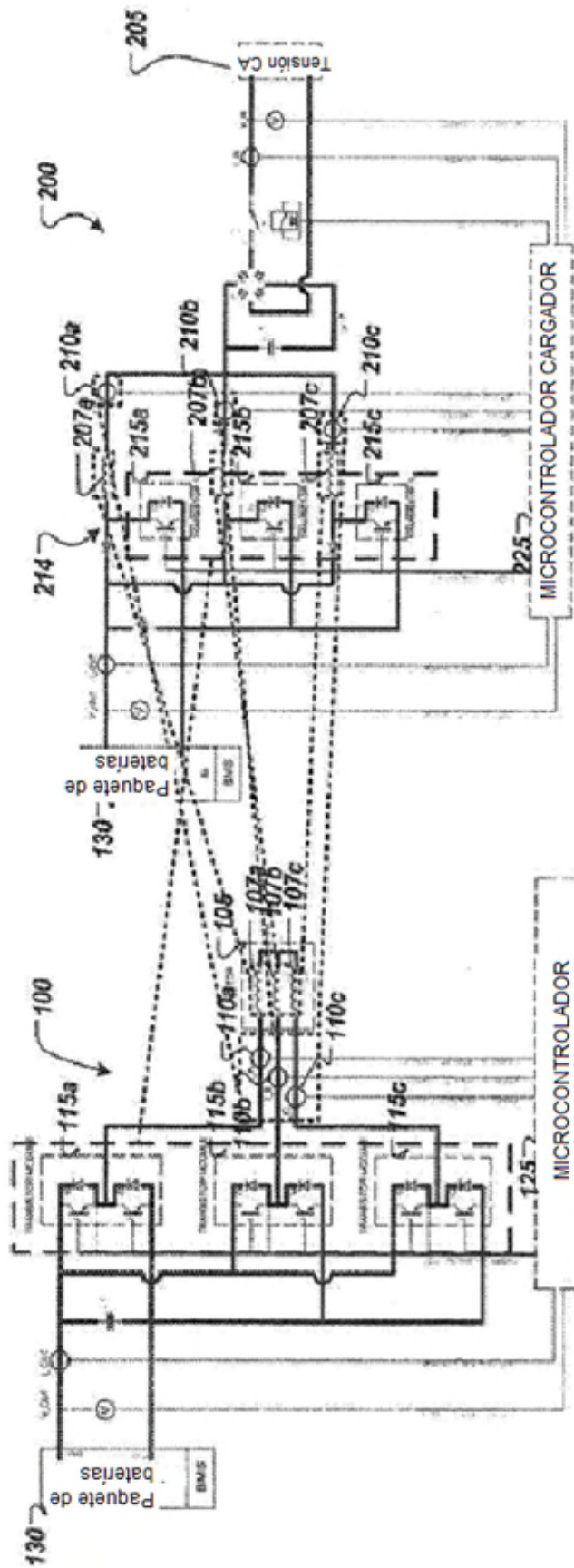
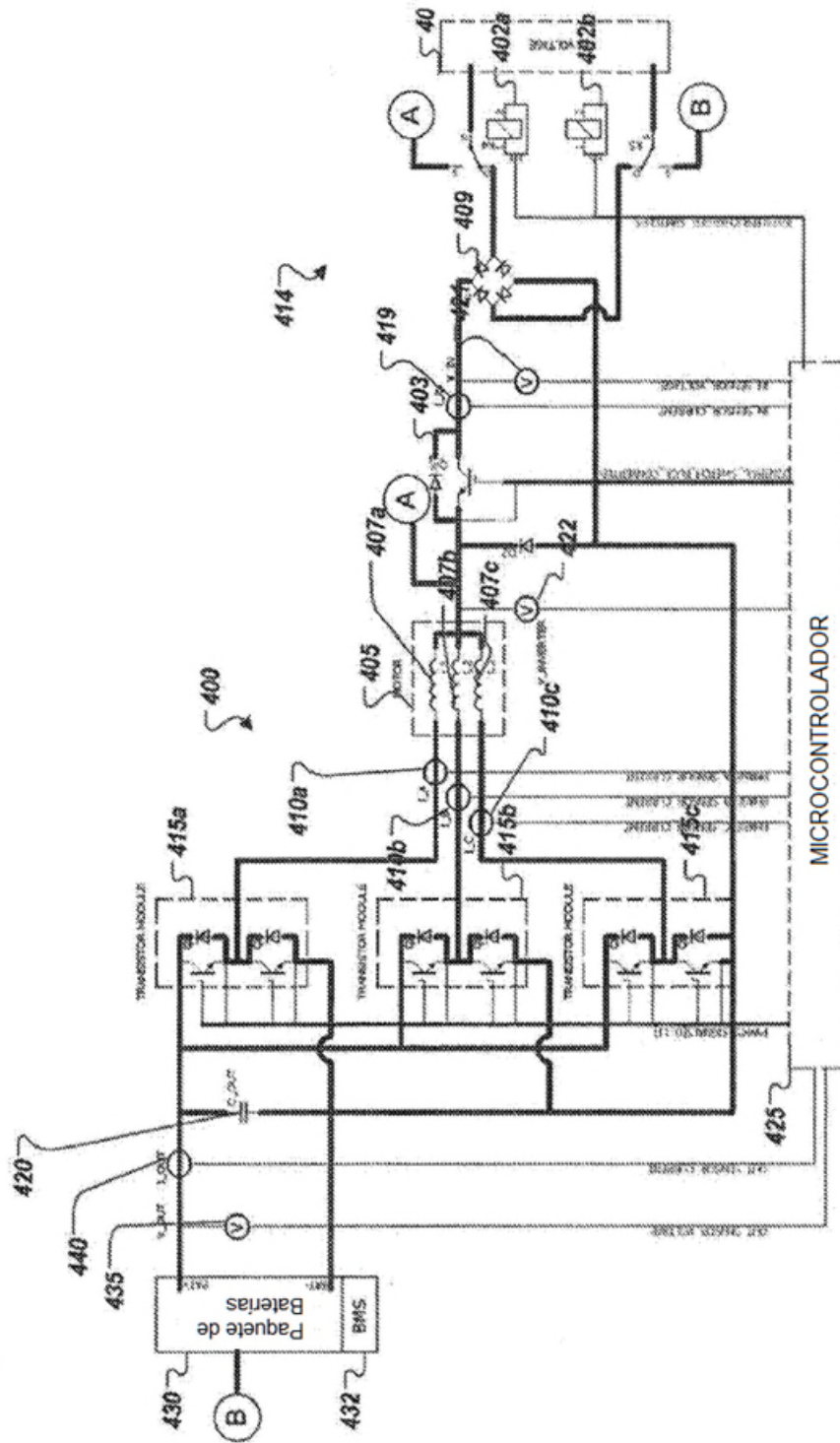


FIG. 3



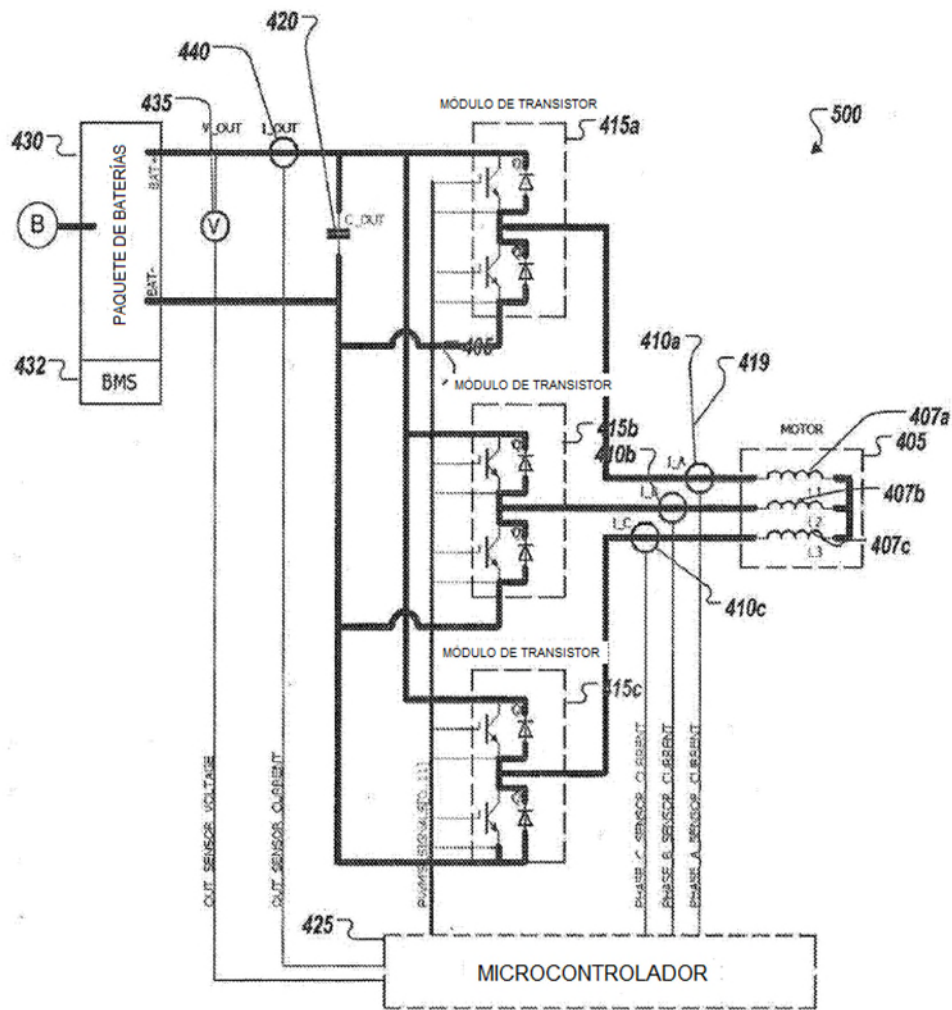


FIG. 5

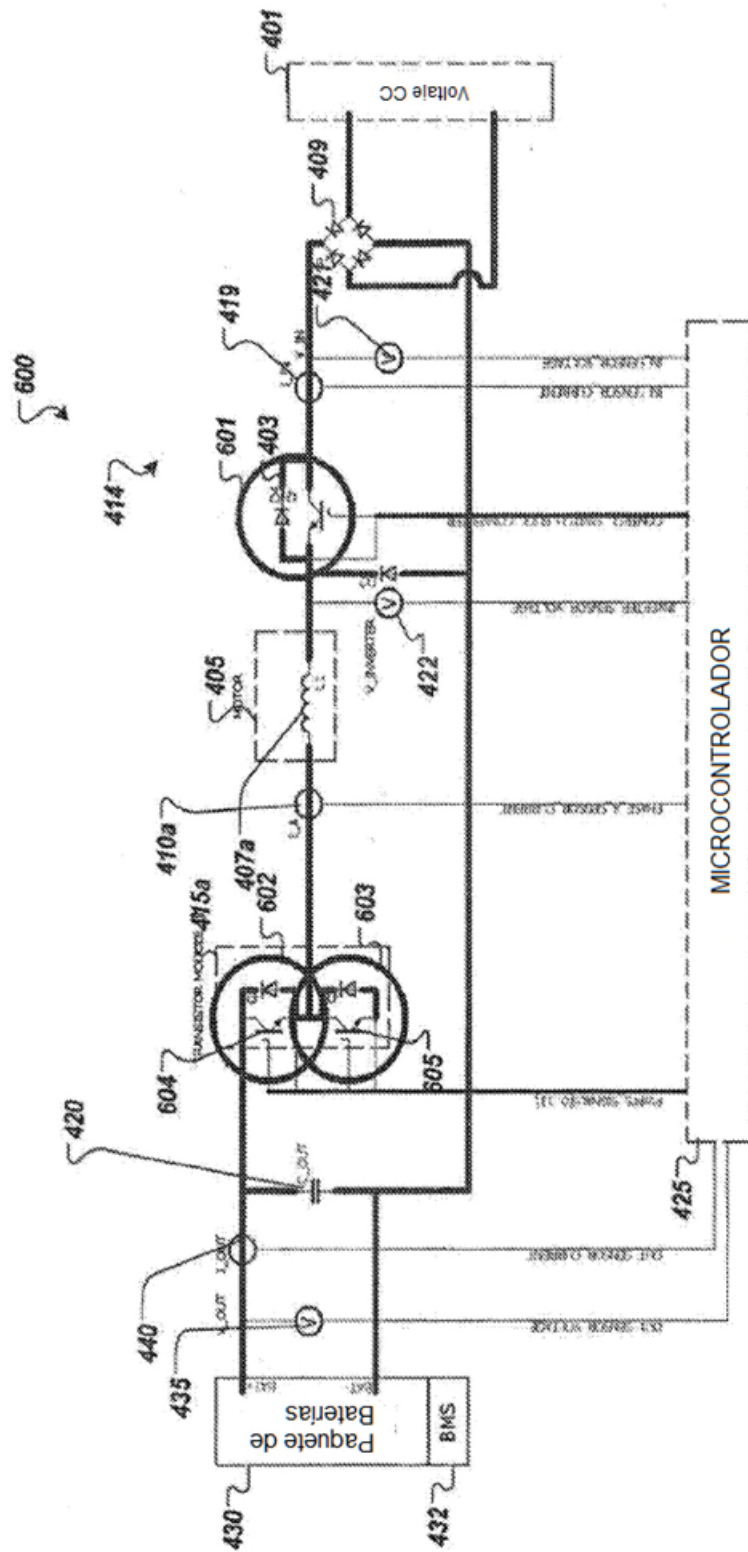


FIG. 6

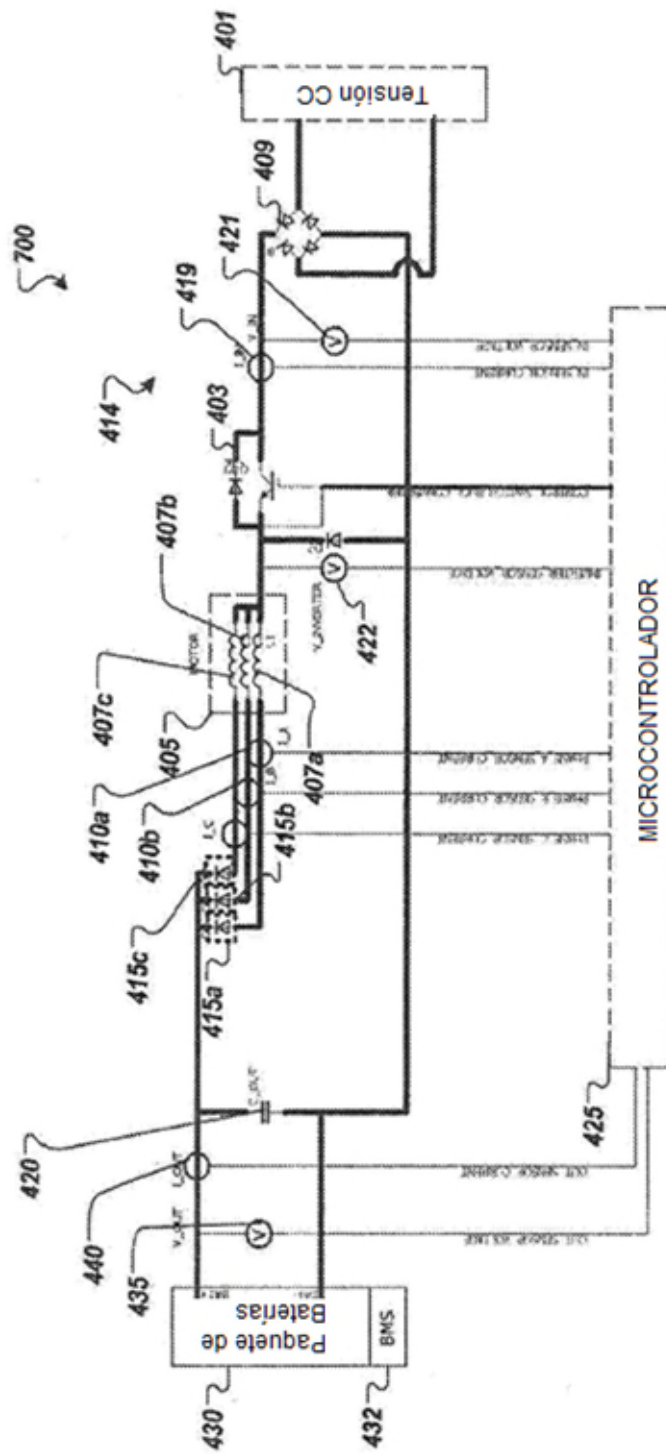


FIG. 7

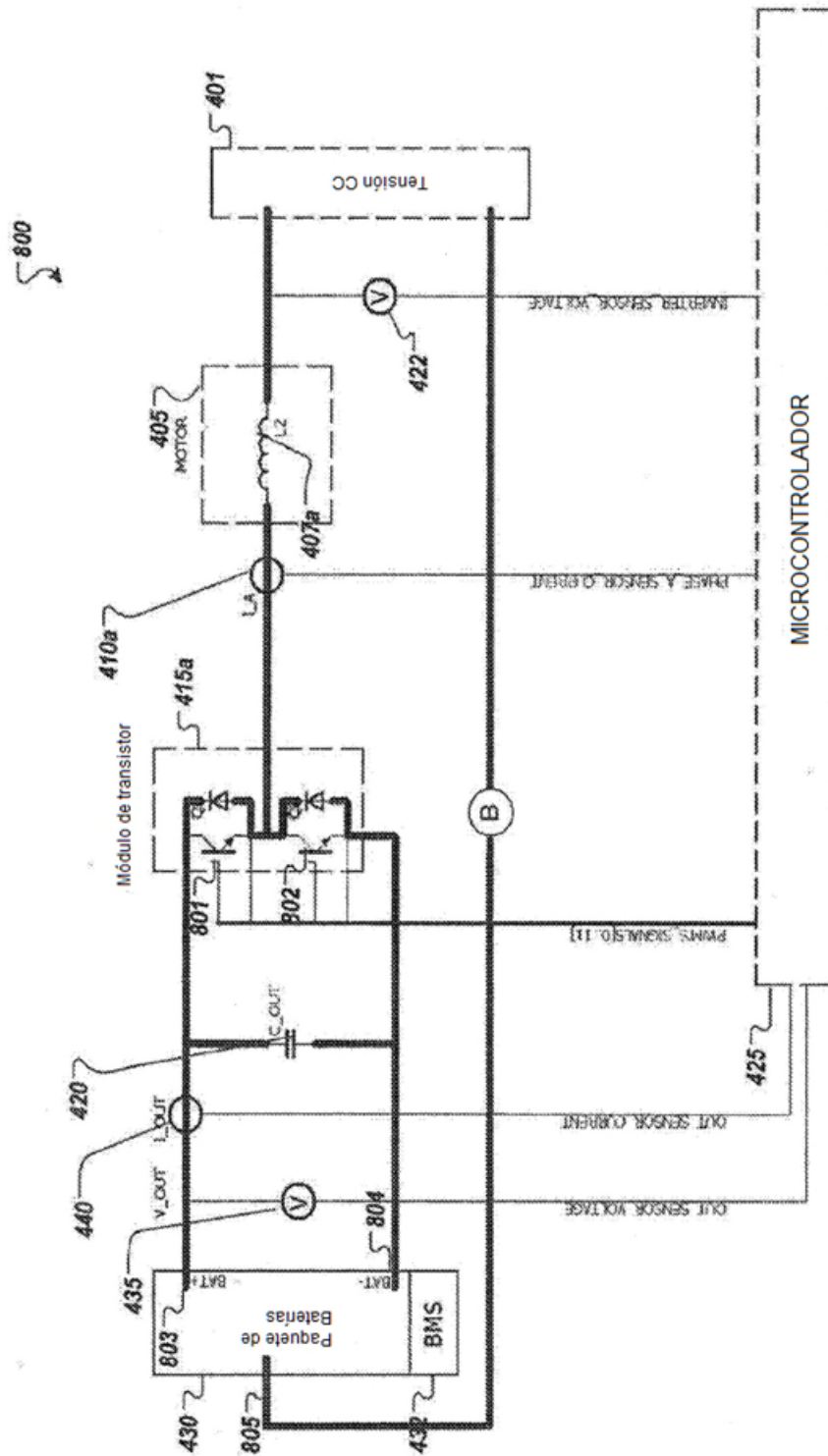


FIG. 8

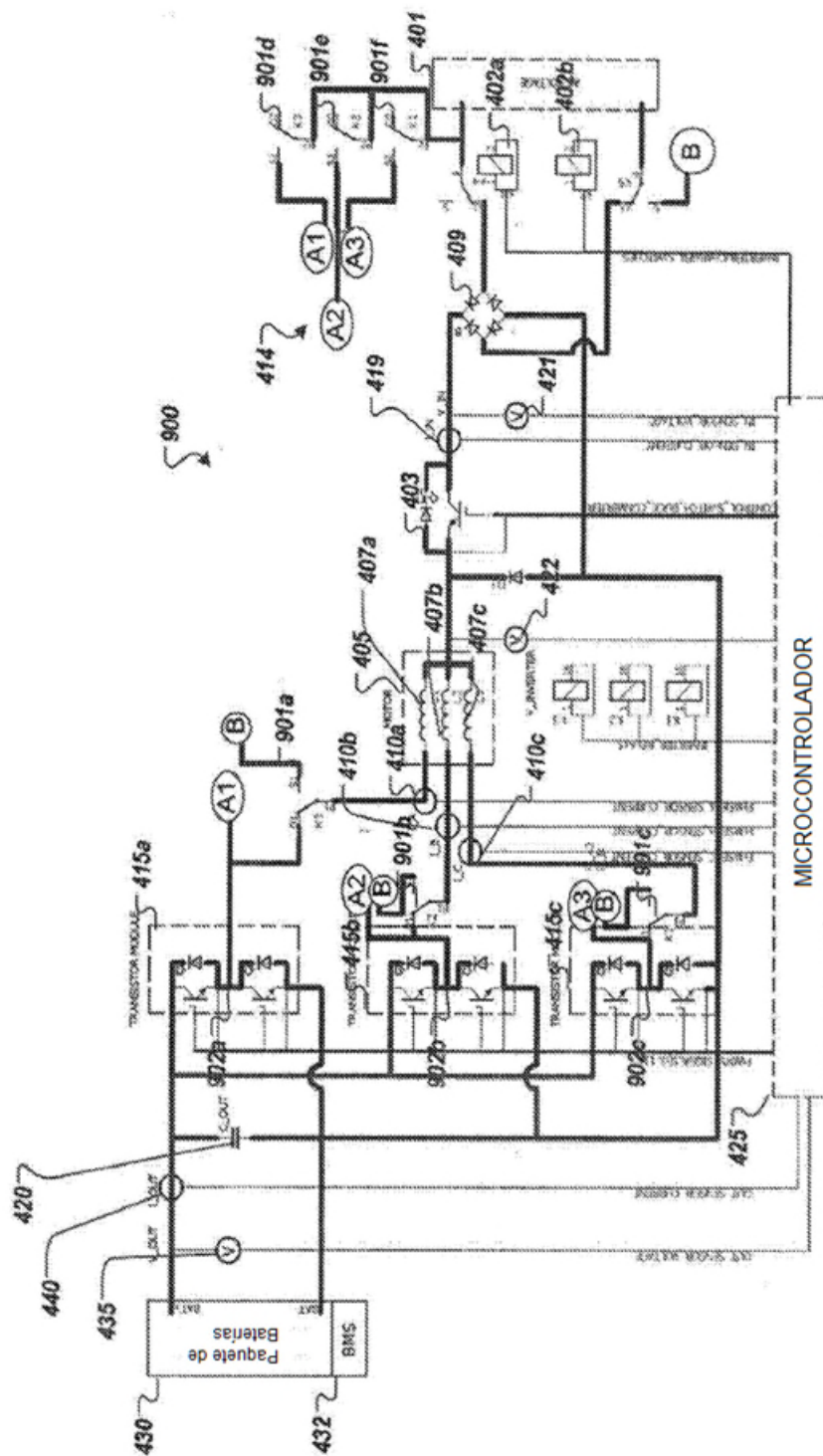


FIG. 9

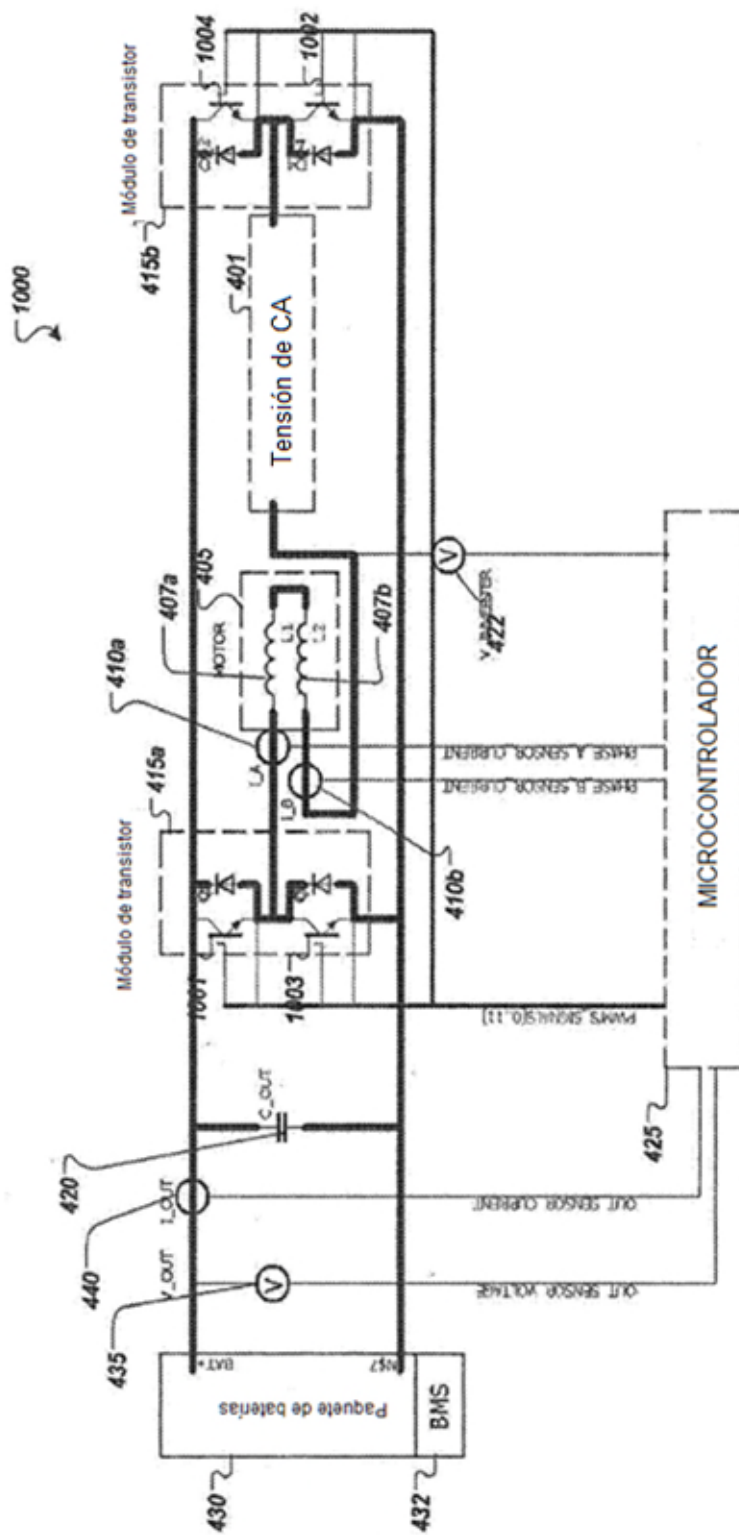
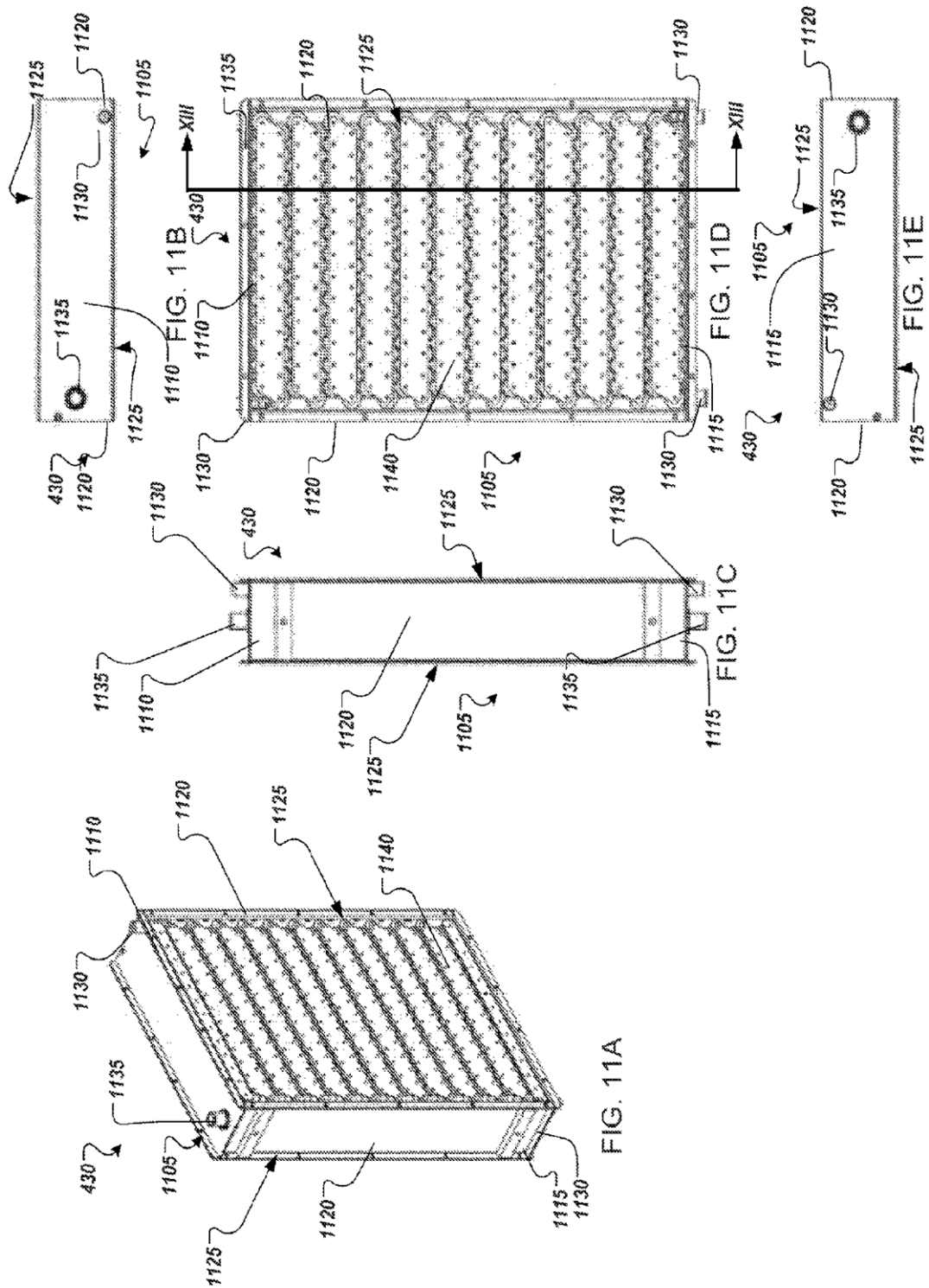


FIG. 10



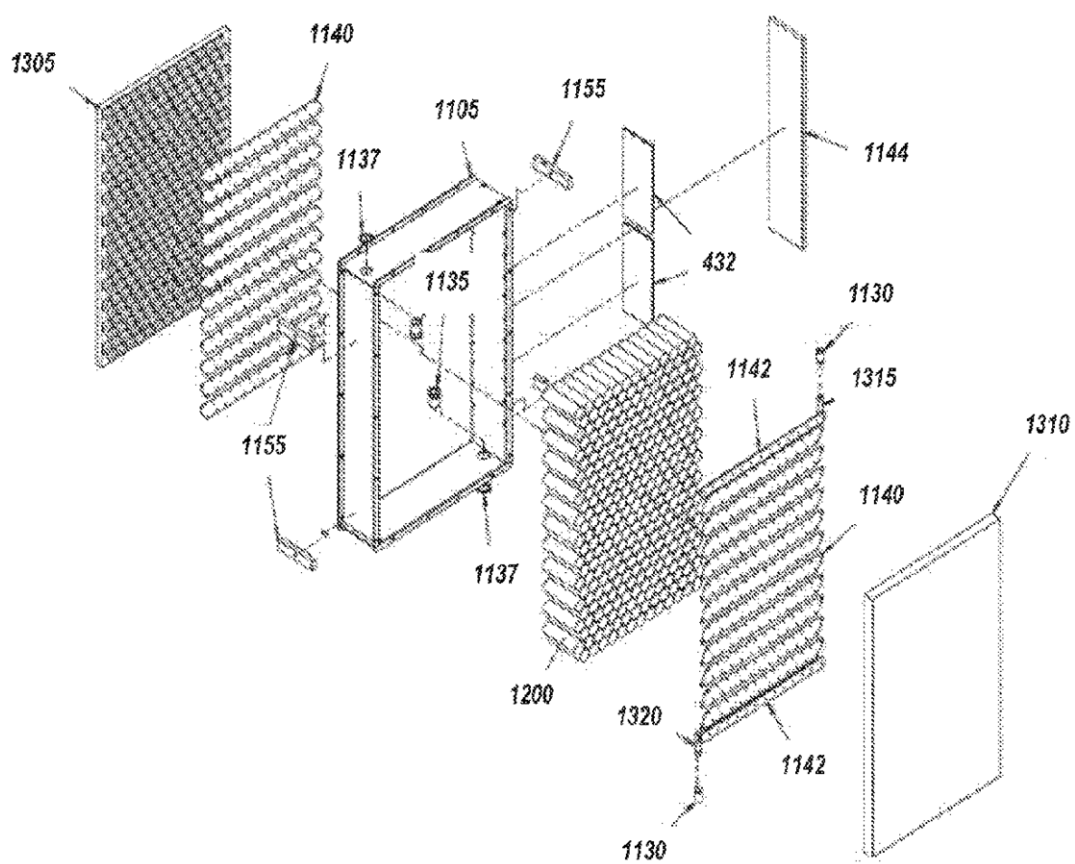


FIG. 11F

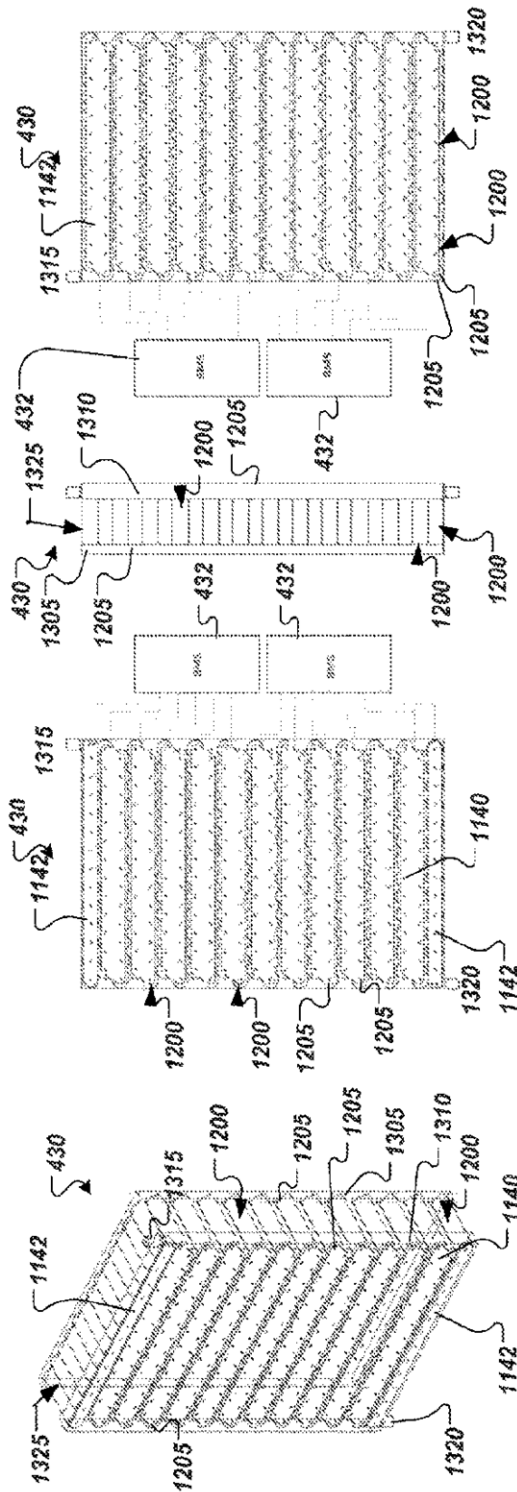


FIG. 13A

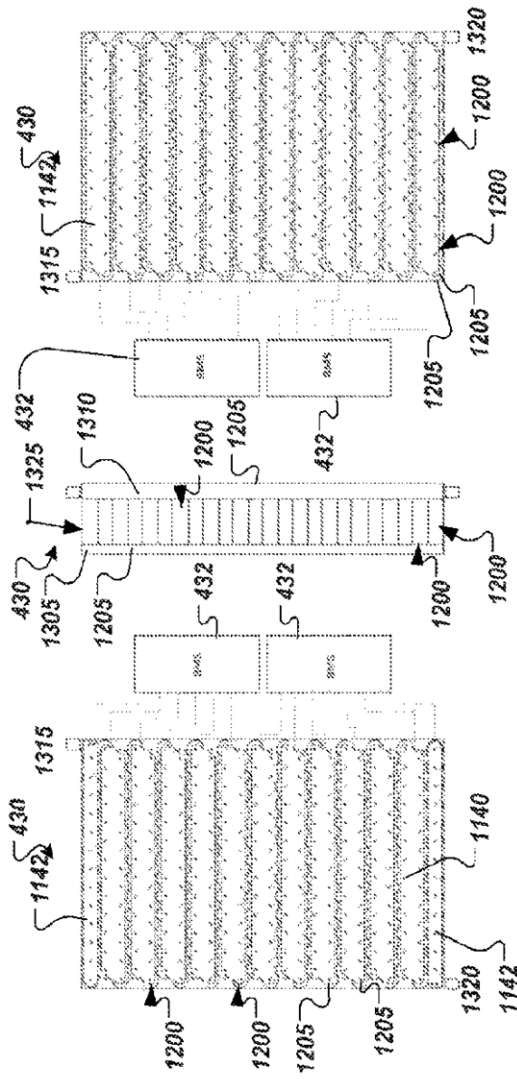


FIG. 13B

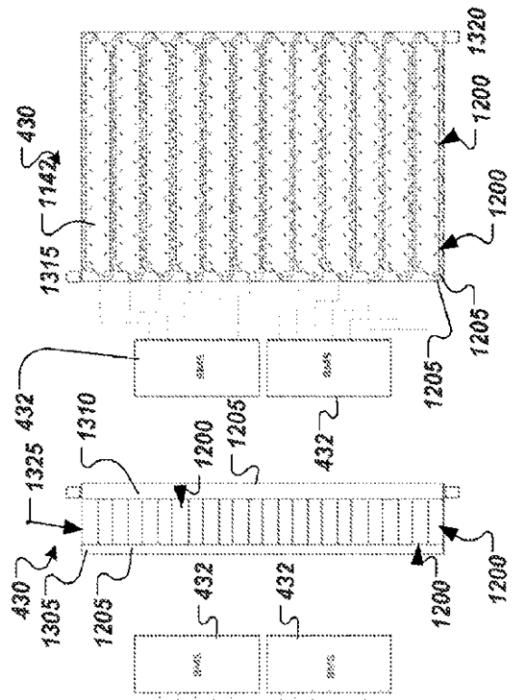


FIG. 13C

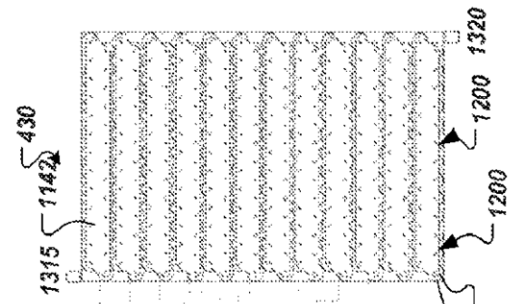


FIG. 13D

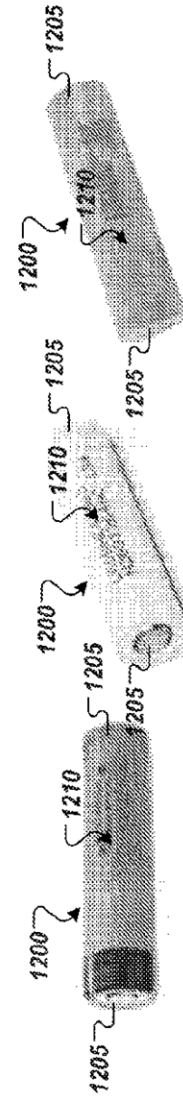


FIG. 12

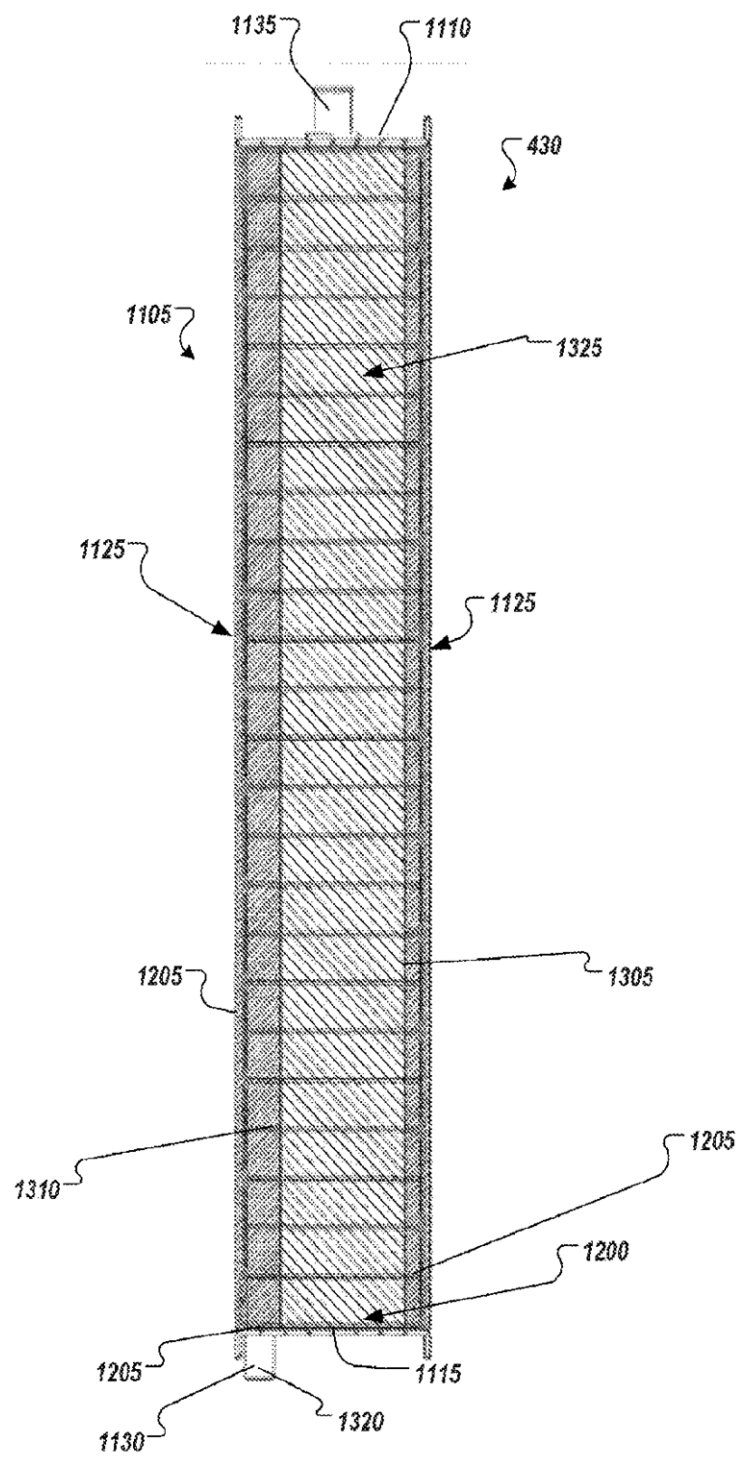
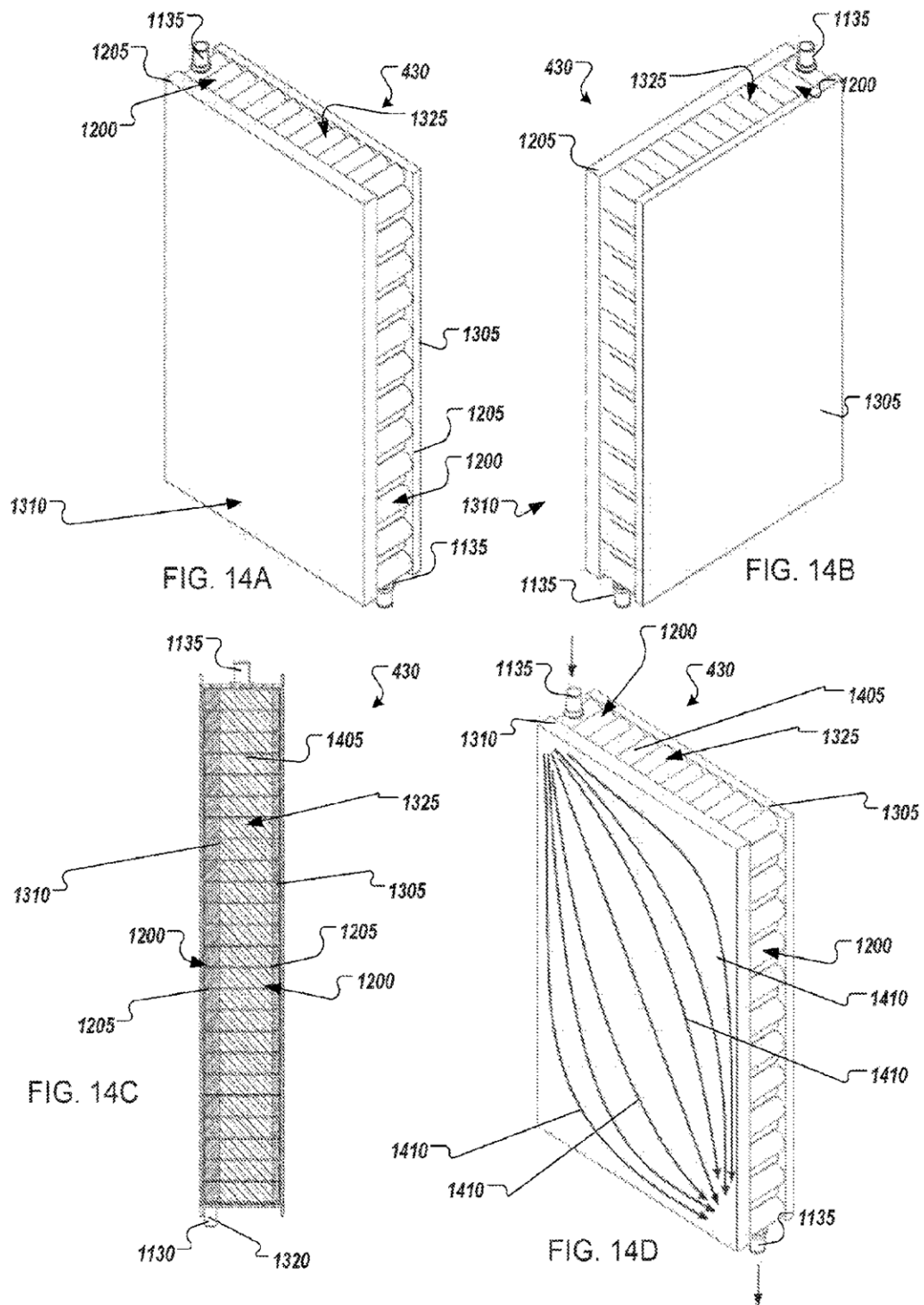


FIG. 13E



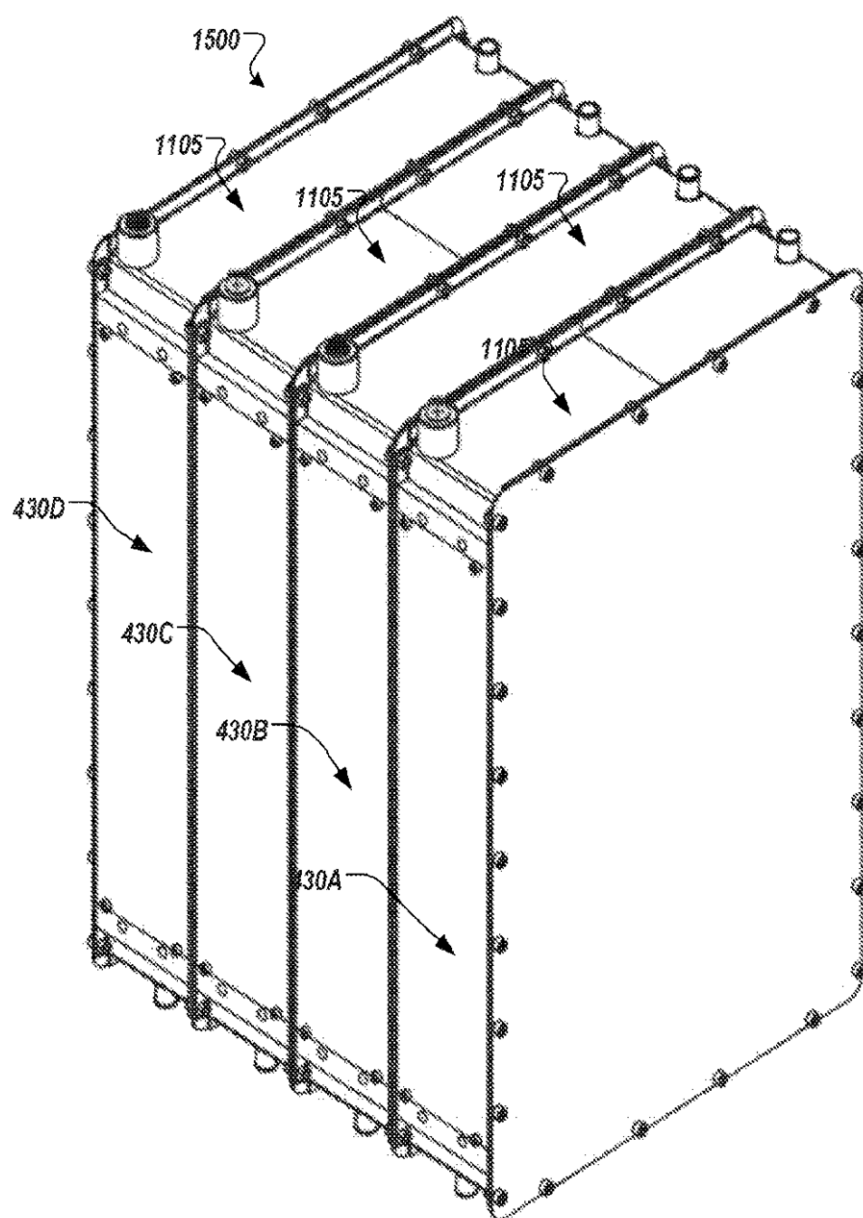
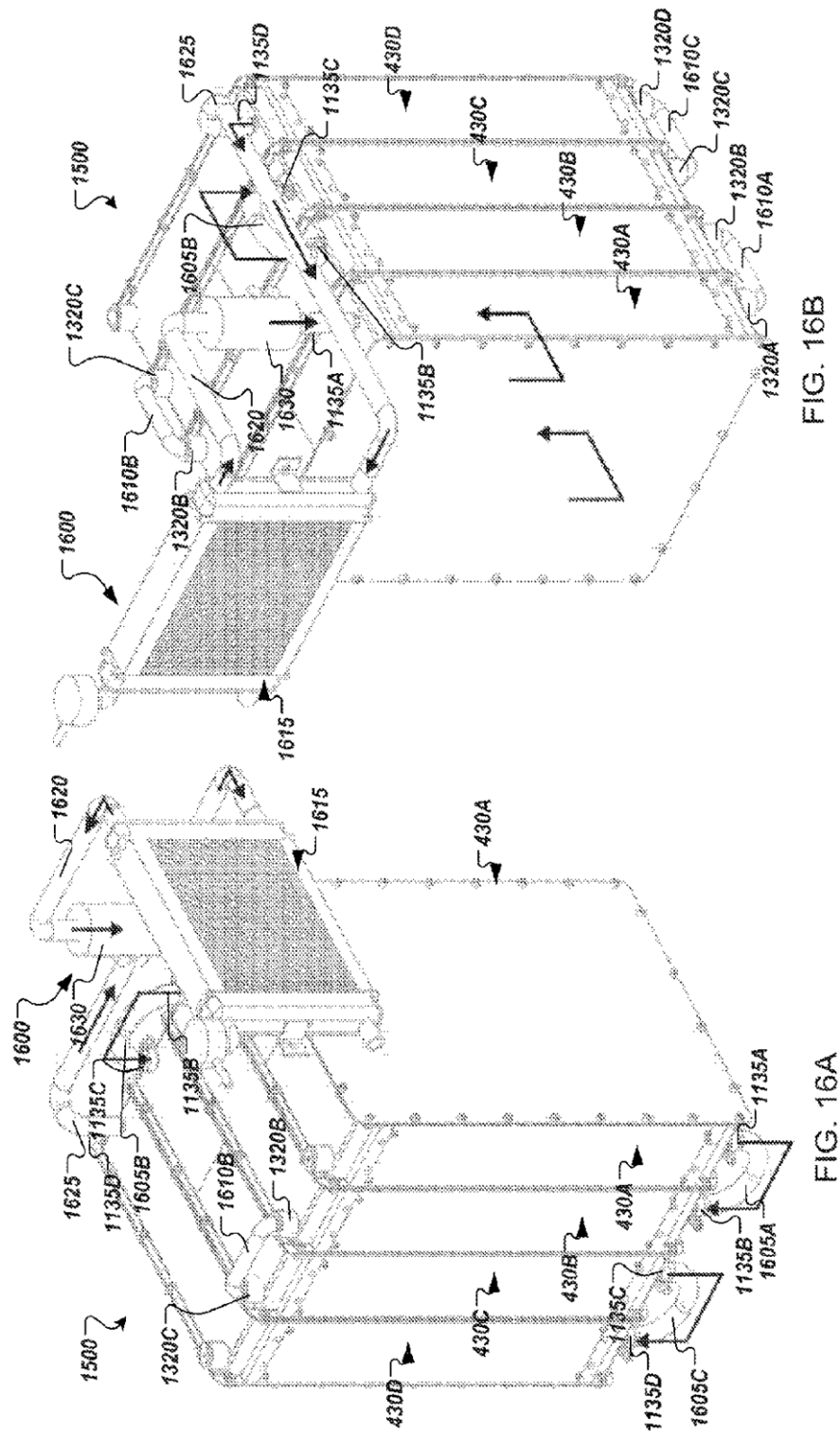


FIG. 15



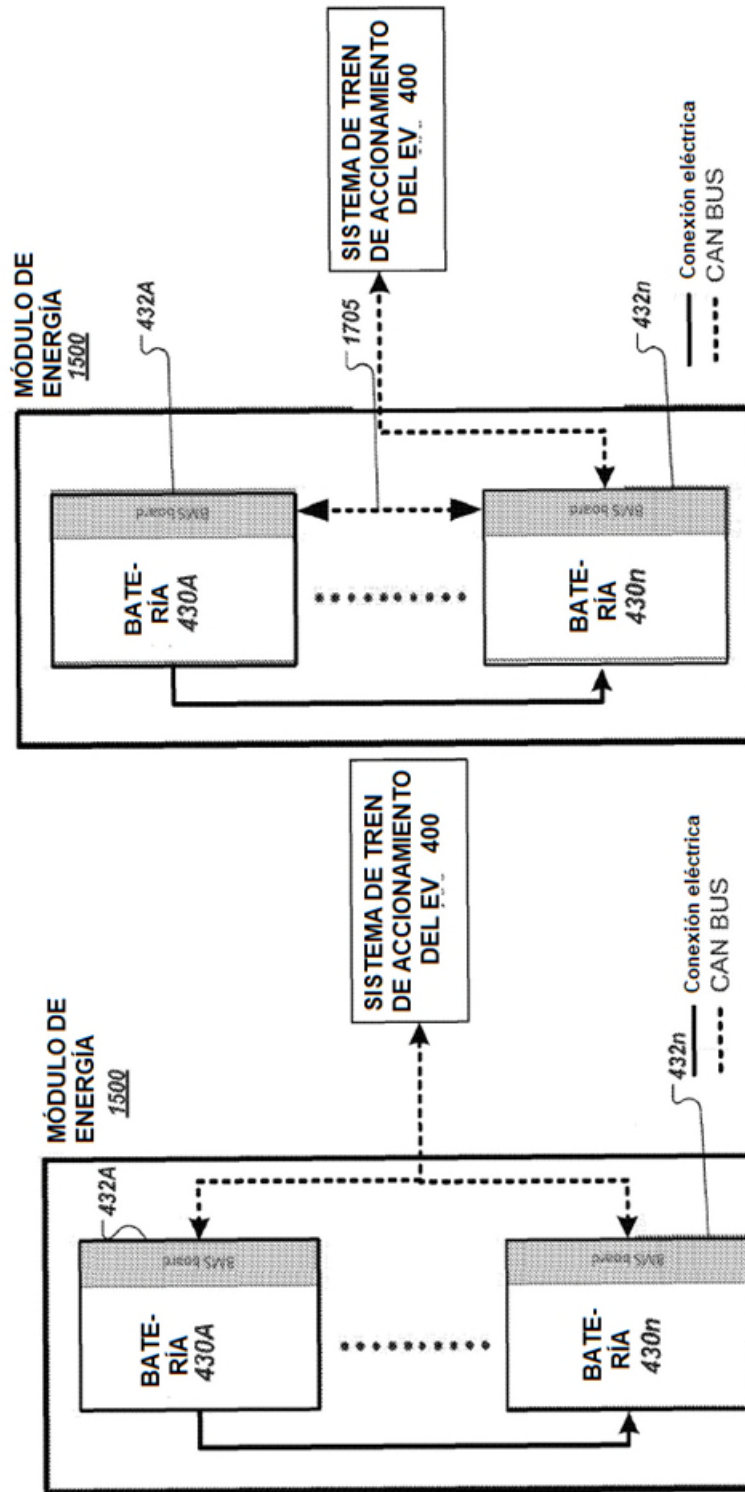
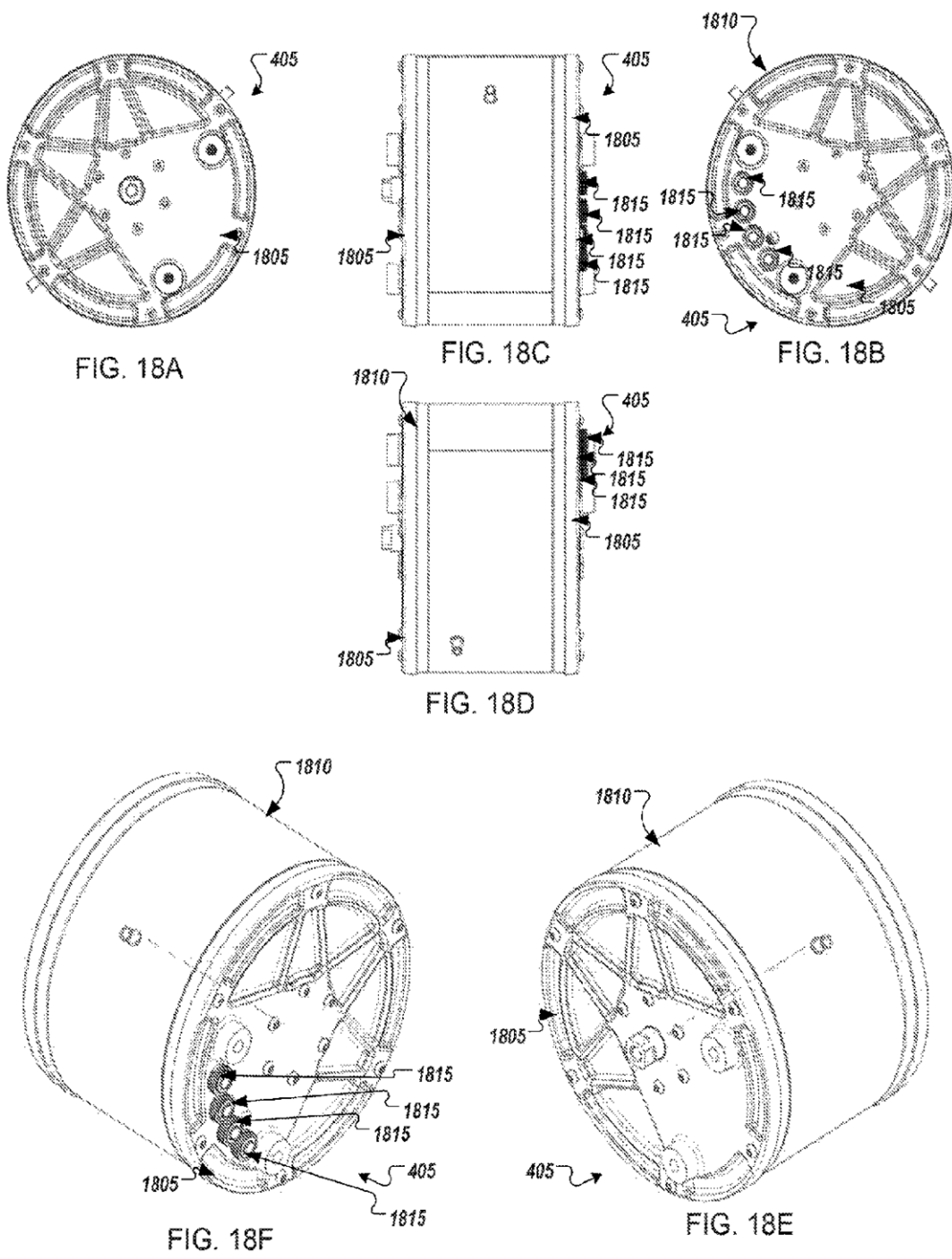


FIG. 17B

FIG. 17A



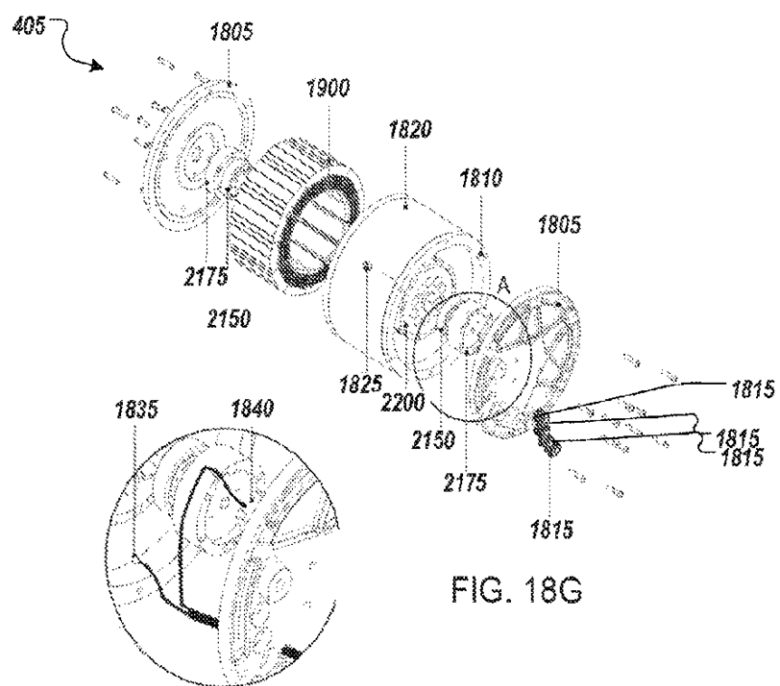


FIG. 18G

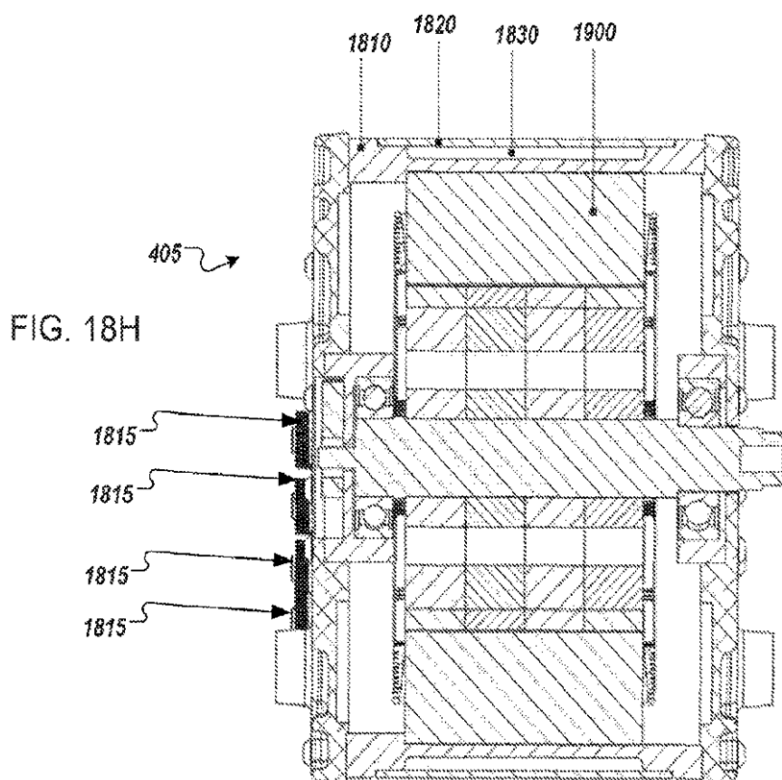
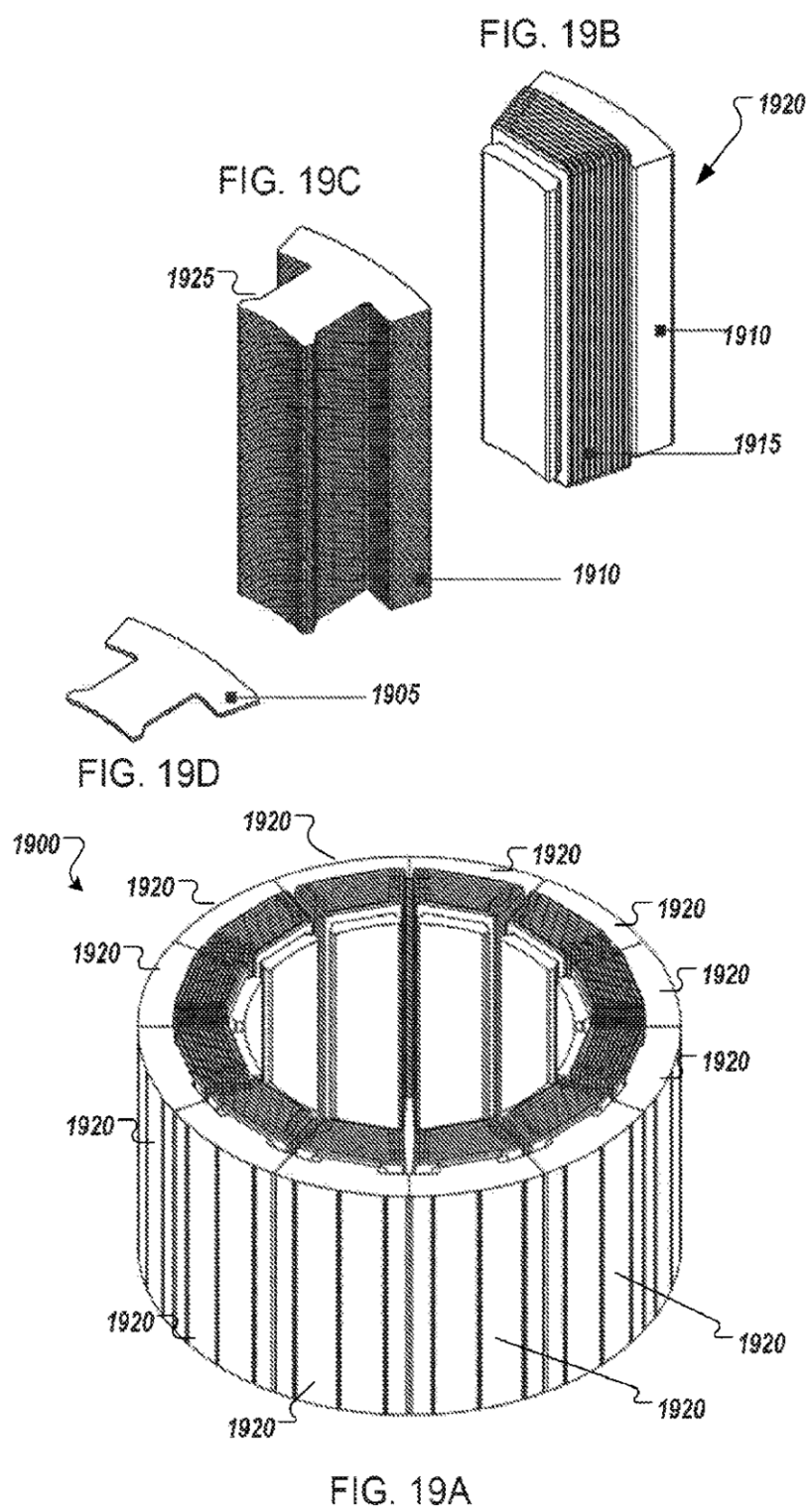
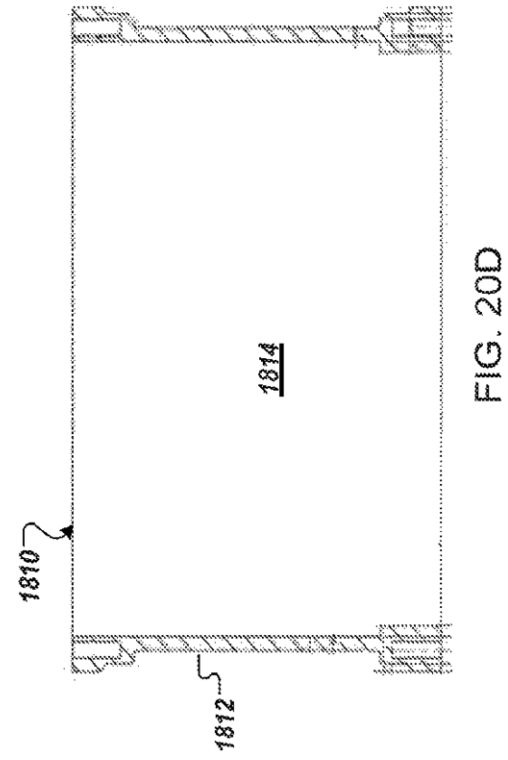
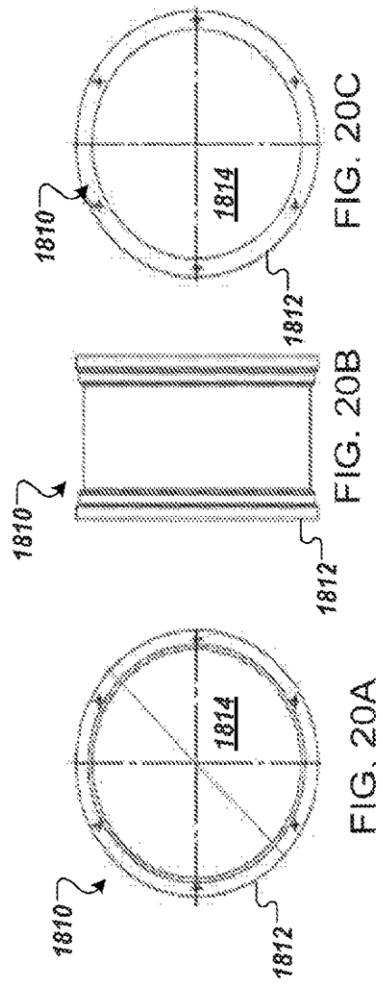
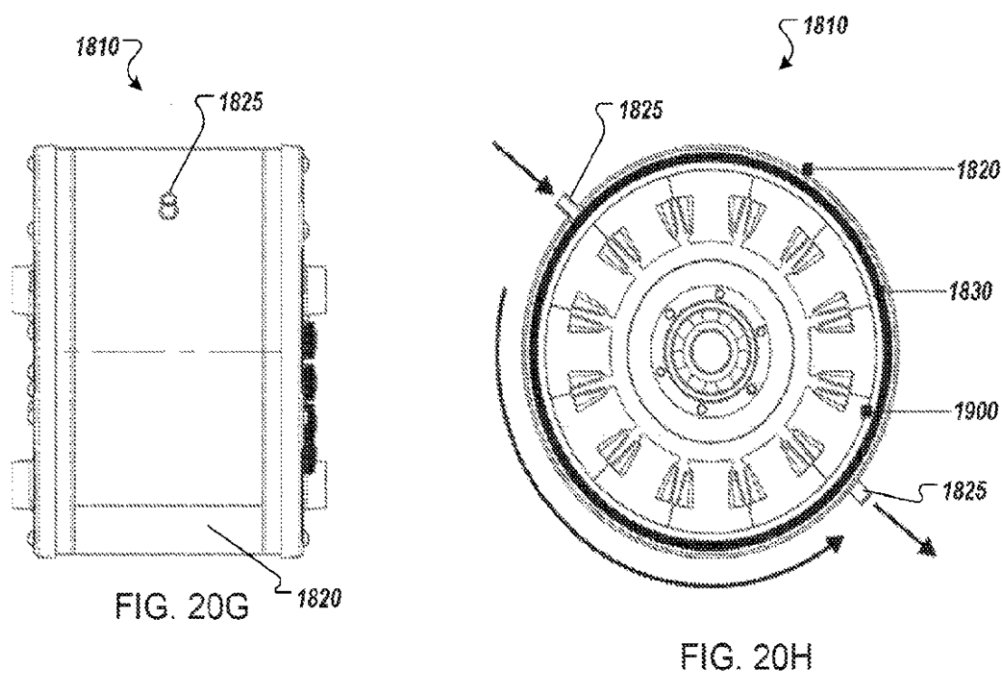
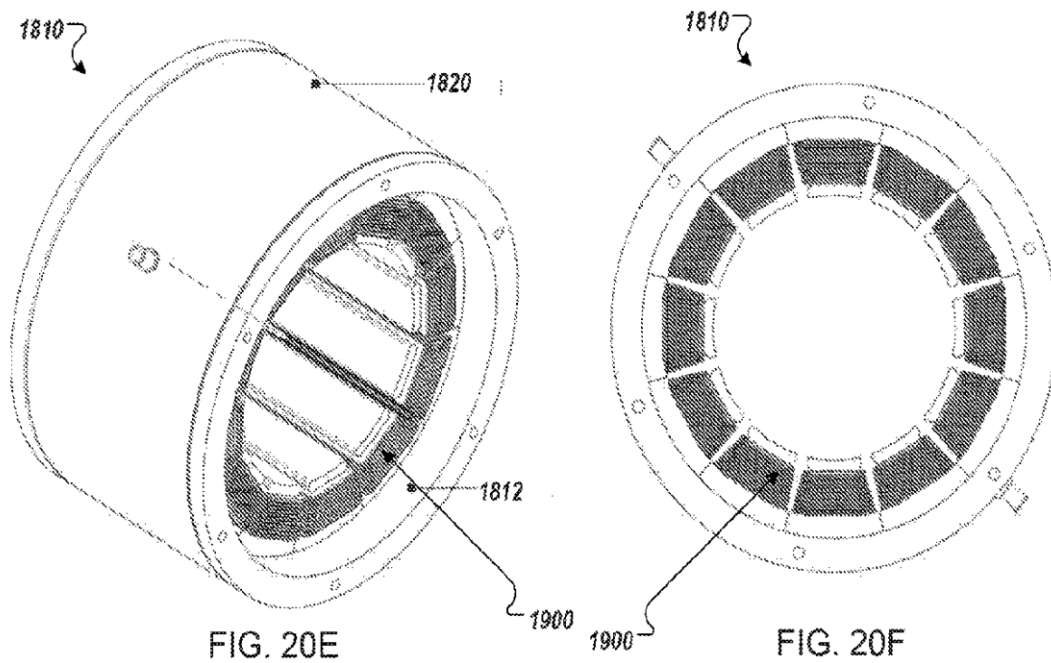


FIG. 18H







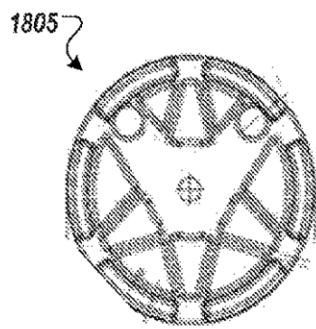


FIG. 21B

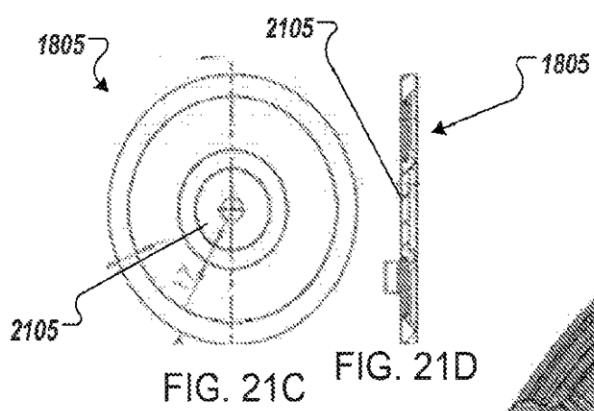


FIG. 21C

FIG. 21D

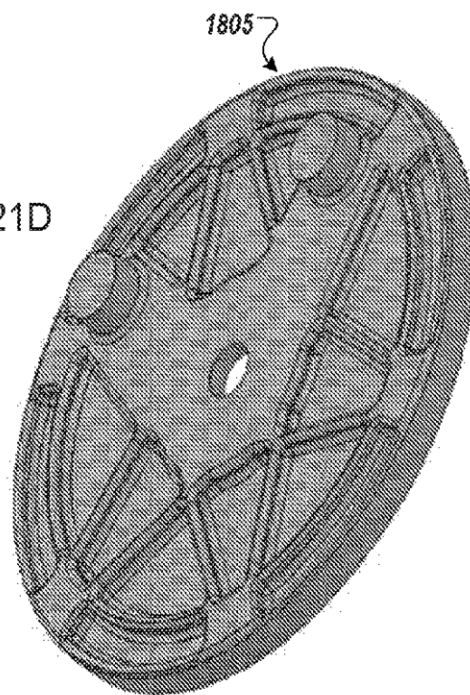


FIG. 21A

