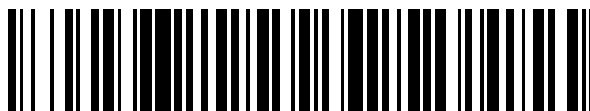


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 758 544**

51 Int. Cl.:

H02M 3/28 (2006.01)

B60L 11/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2010 PCT/US2010/043609**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.02.2011 WO11014593**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2010 E 10805010 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.08.2019 EP 2460254**

54 Título: **Convertidor de voltaje de batería bidireccional**

30 Prioridad:

19.03.2010 US 315759 P
31.07.2009 US 230296 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.05.2020

73 Titular/es:

THERMO KING CORPORATION (100.0%)
314 West 90th Street
Minneapolis, MN 55420, US

72 Inventor/es:

BRABEC, LADISLAUS, JOSEPH

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 758 544 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

Convertidor de voltaje de batería bidireccional

Solicitudes relacionadas

5 Esta solicitud reivindica prioridad a la solicitud de patente US provisional N° 61/230.296 presentada el 31 de Julio de 2009 y la solicitud de patente provisional N° 61/315.759 presentada el 19 de Marzo de 2010.

Antecedentes

La invención se refiere a un módulo de batería según la reivindicación 1.

10 Los vehículos de gran tamaño (por ejemplo, camiones semirremolque, camiones, autobuses, etc.) se usan normalmente para el transporte de personas y de carga. Los vehículos incluyen diversos componentes que consumen energía eléctrica, incluyendo por ejemplo un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC) para una cabina dormitorio en un camión que cubre largas distancias. La energía para estos diversos componentes eléctricos puede ser suministrada por un alternador mientras el vehículo está en funcionamiento y por una fuente de energía alternativa, tal como una o más baterías, cuando el vehículo no está en funcionamiento.

15 En general, la energía eléctrica desde una fuente de energía, tal como el alternador, se almacena en una o más baterías del vehículo para proporcionar energía eléctrica almacena para su uso posterior cuando otras fuentes de energía no están disponibles. En algunos vehículos, se proporcionan grupos de baterías auxiliares para suministrar energía a los componentes eléctricos del vehículo. Frecuentemente, estos grupos de baterías auxiliares están conectados eléctricamente a la fuente de alimentación en una relación en paralelo, unos con otros.

20 El documento WO 02/066293 describe un motor de arranque-generador que está conectado mecánicamente a un motor de combustión interna. El motor de arranque-generador comprende un convertidor CA/CC bidireccional, y puede ser conectado a un acumulador por medio de un primer conmutador, y conectado a un condensador de doble capa por medio de un segundo conmutador. El acumulador está conectado al condensador de doble capa por medio de un circuito de control, o el acumulador y el condensador de doble capa están conectados a un convertidor CC/CC bidireccional y a un segundo acumulador por medio de un tercer conmutador y un cuarto conmutador.

25 El documento DE 198 46 319 describe un circuito de suministro de energía que tiene un controlador multinivel que proporciona tres planos de voltaje, con los respectivos terminales de entrada/salida acoplados a dos rutas de alimentación de voltaje diferentes para cargas de AT y cargas de BT y a una batería de almacenamiento de energía de respaldo con una distribución de corriente variable entre los diferentes terminales de entrada/salida.

30 El documento US 2009/325056 describe un sistema que proporciona una fuente de energía. La fuente de energía incluye un conjunto de celdas y un bus de alimentación principal configurado para conectar el conjunto de celdas en una configuración en paralelo. La fuente de energía incluye también un convertidor bidireccional configurado para conectarse a una celda de entre el conjunto de celdas cada vez. La fuente de energía incluye un conjunto de conmutadores configurados para conmutar cada celda en el conjunto de celdas a uno de entre el bus de energía principal y el convertidor bidireccional.

35 Sumario

40 En una realización, la invención incluye un convertidor de voltaje de batería bidireccional para un sistema eléctrico de un vehículo. El convertidor de voltaje de batería bidireccional incluye al menos una batería. Cada batería tiene, asociada con la misma, una fuente de energía, un inductor, cuatro conmutadores acoplados eléctricamente al inductor, en el que dos de los conmutadores están acoplados también eléctricamente a la batería y los otros dos de los conmutadores están acoplados eléctricamente a la fuente de alimentación, y un circuito de enrutamiento conectado a cada uno de los conmutadores. El circuito de enrutamiento controla la apertura y el cierre de cada uno de los conmutadores, de manera que los conmutadoras se abran o cierren por parejas. Al acoplar de manera alterna el inductor a la fuente de energía y a continuación la batería en un ciclo de trabajo definido, el circuito de enrutamiento carga el inductor usando la fuente de energía y a continuación transfiere la carga almacenada en el inductor a la batería. En diversas realizaciones, la fuente de energía es un alternador del vehículo.

45 En otra realización, la invención incluye un método para cargar individualmente cada una de las múltiples baterías en un sistema eléctrico de un vehículo. El método incluye proporcionar un convertidor de voltaje de batería bidireccional

acoplado eléctricamente a cada batería individual. El convertidor de voltaje de batería bidireccional puede incluir un sensor de corriente asociado con el inductor y un sensor de voltaje asociado con la batería. El método incluye además detectar el voltaje de cada batería y la corriente que fluye a cada batería y ajustar el ciclo de trabajo del convertidor de voltaje de batería bidireccional para ajustar al menos uno de entre la corriente y el voltaje suministrados a la batería, para proporcionar una carga óptima para cada batería individual.

5

En todavía otra realización, la invención incluye un método para gestionar la recarga de múltiples baterías en un sistema eléctrico de un vehículo. El método incluye proporcionar un conmutador electrónico acoplado eléctricamente a cada una de las múltiples baterías en un sistema eléctrico del vehículo y un sensor de voltaje para detectar el voltaje de una fuente de energía conectada al sistema eléctrico del vehículo. El método incluye además cerrar un primer conmutador para conectar una primera batería de entre las múltiples baterías al sistema eléctrico del vehículo y supervisar el voltaje de la fuente de energía cuando el primer conmutador está cerrado. El método incluye también determinar si el voltaje ha disminuido o no por debajo de un nivel de umbral debido a la conexión de primera batería y, si es así, volver a abrir el primer conmutador para desconectar la primera batería. El método incluye además cerrar cada uno de los múltiples conmutadores asociados con cada una de las múltiples baterías y supervisar el voltaje hasta que todos los conmutadores estén cerrados y todas las baterías estén conectadas al sistema eléctrico del vehículo para la recarga.

10

15

En todavía otra realización, la invención incluye un método para descargar individualmente cada una de entre las múltiples baterías en un sistema eléctrico de un vehículo. El método incluye proporcionar un convertidor de voltaje de batería bidireccional acoplado eléctricamente a cada batería individual, en el que el convertidor de voltaje de batería bidireccional incluye también un sensor de corriente asociado con el inductor y un sensor de voltaje asociado con la batería. El método incluye además detectar el voltaje de cada batería y la corriente proporcionada por cada batería y ajustar el ciclo de trabajo del convertidor de voltaje de batería bidireccional para ajustar al menos uno de entre la corriente y el voltaje suministrados por la batería, para proporcionar una descarga óptima de cada batería individual.

20

En todavía otra realización, la invención incluye un método para aislar eléctricamente al menos una batería en un sistema eléctrico de un vehículo. El método incluye proporcionar un conmutador electrónico acoplado eléctricamente a cada una de entre las múltiples baterías en un sistema eléctrico de un vehículo. El método incluye, además, durante la descarga de las múltiples baterías, abrir al menos un conmutador para aislar eléctricamente al menos una de las múltiples baterías para conservar la carga en el interior de la batería aislada.

25

En todavía otra realización, la invención incluye un convertidor de voltaje multi-batería bidireccional para un sistema eléctrico de un vehículo. Cada convertidor de voltaje multi-batería bidireccional está asociado con múltiples baterías. Se proporciona un circuito de control para energizar de manera selectiva un relé o un conmutador electrónico asociado con una de las múltiples baterías, conectando de esta manera la batería con el convertidor de voltaje multi-batería bidireccional.

30

En todavía otra realización, la invención proporciona un método para cargar baterías en un sistema eléctrico de un vehículo. El sistema eléctrico del vehículo tiene un bus de sistema, un primer conmutador que conecta de manera selectiva una primera batería con el bus del sistema, un segundo conmutador que conecta de manera selectiva una segunda batería con el bus del sistema, y un controlador que supervisa un voltaje del sistema eléctrico del vehículo y abre y cierra de manera controlable el primer conmutador y el segundo conmutador. El primer conmutador y el segundo conmutador se abren, desconectando de esta manera la primera batería y la segunda batería del bus del sistema. El primer conmutador se cierra, conectando de esta manera la primera batería con el bus del sistema. El voltaje del sistema eléctrico del vehículo se supervisa en respuesta al cierre del primer conmutador. El primer conmutador se abre si el voltaje del sistema eléctrico del vehículo atraviesa un valor umbral. El segundo conmutador se cierra, conectando de esta manera la segunda batería con el bus del sistema. El voltaje del sistema eléctrico del vehículo se supervisa en respuesta al cierre del segundo conmutador. El segundo conmutador se abre si el voltaje del sistema eléctrico del vehículo atraviesa el valor umbral.

35

40

45

En todavía otra realización, la invención proporciona un controlador para su uso con un sistema eléctrico de un vehículo. El controlador tiene un terminal de entrada de voltaje, una memoria y un microprocesador. El controlador abre de manera controlable un primer conmutador, desconectando de esta manera una primera batería de un bus de sistema y abre de manera controlable un segundo conmutador, desconectando de esta manera una segunda batería del bus del sistema. El controlador cierra de manera controlable el primer conmutador, conectando de esta manera la primera batería con el bus del sistema. El controlador recibe un voltaje del sistema eléctrico del vehículo en el terminal de entrada de voltaje en respuesta al cierre del primer conmutador. A continuación, el controlador compara, en el microprocesador, un valor relacionado con el voltaje del sistema eléctrico del vehículo con un valor de umbral obtenido

50

de la memoria. El controlador abre de manera controlada el primer conmutador cuando el voltaje del sistema eléctrico del vehículo atraviesa un valor de umbral. El controlador cierra de manera controlada el segundo conmutador, conectando de esta manera una segunda batería con el bus del sistema. El controlador recibe un voltaje del sistema eléctrico del vehículo en el terminal de entrada de voltaje en respuesta al cierre del segundo conmutador. A
 5 continuación, el controlador compara, en el microprocesador, un valor relacionado con el voltaje del sistema eléctrico del vehículo con el valor de umbral y, de manera controlable, abre el segundo conmutador cuando el voltaje del sistema eléctrico del vehículo atraviesa el valor de umbral.

En todavía otra realización, la invención proporciona un sistema eléctrico para un vehículo que incluye un bus de sistema, una primera batería, un primer conmutador que conecta de manera selectiva la primera batería al bus del sistema, una segunda batería, un segundo conmutador que conecta de manera selectiva la segunda batería al sistema eléctrico, y un controlador. El controlador abre de manera controlable el primer conmutador y el segundo conmutador, desconectando de esta manera la primera batería y la segunda batería del bus de sistema. El controlador cierra de manera controlable el primer conmutador, conectando de esta manera la primera batería con el bus del sistema, y supervisa un voltaje del sistema eléctrico del vehículo en respuesta al cierre del primer conmutador. El controlador abre de manera controlable el primer conmutador cuando el voltaje del sistema eléctrico del vehículo atraviesa un valor de umbral. El controlador cierra de manera controlable el segundo conmutador, conectando de esta manera una segunda batería asociada con el segundo conmutador con el bus del sistema, y supervisa el voltaje del sistema eléctrico del vehículo en respuesta al cierre del segundo conmutador. El controlador abre de manera controlable el segundo conmutador cuando el voltaje del sistema eléctrico del vehículo atraviesa un valor de umbral.

En todavía otra realización, la invención proporciona un método de balanceo de corriente en un sistema eléctrico de un vehículo. El sistema eléctrico del vehículo incluye un bus de sistema, una primera batería, un primer convertidor de voltaje de batería bidireccional que transfiere de manera selectiva una primera corriente entre la primera batería y el bus de sistema, una segunda batería, un segundo convertidor de voltaje de batería bidireccional que transfiere de manera selectiva una segunda corriente entre la segunda batería y el bus del sistema, y un controlador que controla el primer convertidor de voltaje de batería bidireccional y el segundo convertidor de voltaje de batería bidireccional. Se detecta la primera corriente y se proporciona una primera señal relacionada con la primera corriente al controlador. La segunda corriente y se proporciona una segunda señal relacionada con la segunda corriente al controlador. El primer convertidor de voltaje de batería bidireccional y el segundo convertidor de voltaje de batería bidireccional se controlan de manera que la primera corriente y la segunda corriente sean partes iguales de una corriente de carga suministrada a una carga eléctrica conectada al bus del sistema.

En todavía otra realización, la invención proporciona un sistema eléctrico de vehículo para suministrar energía eléctrica a una carga eléctrica. El sistema incluye un bus de sistema, una primera batería, un primer convertidor de voltaje de batería bidireccional que transfiere de manera controlable una primera corriente entre la primera batería y el bus de sistema. El sistema incluye también una segunda batería, y un segundo convertidor de voltaje de batería bidireccional que transfiere de manera controlable una segunda corriente entre la segunda batería y el bus del sistema. Un controlador controla el primer convertidor de voltaje de batería bidireccional y el segundo convertidor de voltaje de batería bidireccional de manera que la primera corriente y la segunda corriente sean partes iguales de una corriente de carga suministrada a una carga eléctrica conectada al bus del sistema.

En todavía otra realización, la invención proporciona un convertidor de voltaje de batería bidireccional para su uso con un sistema eléctrico de un vehículo. El convertidor de voltaje de batería bidireccional incluye un inductor, un primer conmutador que acopla de manera selectiva el inductor a una primera batería, un segundo conmutador que acopla de manera selectiva el inductor a la primera batería, un tercer conmutador que acopla de manera selectiva el inductor al sistema eléctrico del vehículo, y un cuarto conmutador que acopla de manera selectiva el inductor al sistema eléctrico del vehículo. Un circuito de enrutamiento está conectado a cada uno de los conmutadores primero, segundo, tercero y cuarto. El circuito de enrutamiento abre y cierra de manera controlable los conmutadores por parejas de manera que el inductor se cargue desde uno de entre el sistema eléctrico del vehículo y la batería y se descargue a otro de entre el sistema eléctrico del vehículo y la batería. A controlador controla el circuito de enrutamiento para suministrar una parte de una corriente de carga suministrada a una carga eléctrica conectada, estando basada la parte en la disponibilidad de otras fuentes de corriente.

En todavía otra realización, la invención proporciona un sistema eléctrico para un vehículo. El sistema eléctrico incluye un bus de sistema, un conmutador de encendido que selecciona un estado de funcionamiento del sistema eléctrico, y una batería primaria conectada al bus del sistema. Un primer módulo de batería auxiliar está conectado al bus del sistema. El primer módulo de batería auxiliar incluye una primera batería auxiliar, una segunda batería auxiliar, un convertidor de voltaje de batería bidireccional y un controlador de módulo que conecta de manera selectiva una de

entre la primera batería auxiliar y la segunda batería auxiliar al convertidor de voltaje de batería bidireccional. Un controlador de sistema principal opera el primer módulo de batería auxiliar en uno de entre un modo nulo, en el que la primera batería auxiliar y la segunda batería auxiliar están desconectadas del sistema eléctrico, un modo de carga, en el que una de entre la primera batería auxiliar y la segunda batería auxiliar recibe una corriente a través del convertidor de voltaje de batería bidireccional, y un modo de descarga, en el que una de entre la primera batería auxiliar y la segunda batería auxiliar suministra una corriente a través del convertidor de voltaje de batería bidireccional.

En todavía otra realización, la invención proporciona un módulo de batería para su uso con un sistema eléctrico de un vehículo. El módulo de batería incluye un convertidor de voltaje de batería bidireccional, una primera batería y una segunda batería. Un primer relé conecta de manera selectiva la primera batería al convertidor de voltaje de batería bidireccional. Un segundo relé conecta de manera selectiva la segunda batería al convertidor de voltaje de batería bidireccional. Un controlador energiza de manera selectiva el primer relé, energiza de manera selectiva el segundo relé y controla una dirección de corriente a través del convertidor de voltaje de batería bidireccional.

En todavía otra realización, la invención proporciona un sistema eléctrico para un vehículo. El sistema eléctrico incluye un bus de sistema, un conmutador de encendido que selecciona un estado de funcionamiento del sistema eléctrico, una batería primaria conectada al bus del sistema, un primer módulo de batería auxiliar y un segundo módulo de batería auxiliar. El primer módulo de batería auxiliar incluye una primera batería auxiliar, una segunda batería auxiliar, un primer convertidor de voltaje de batería bidireccional, y un primer controlador de módulo que conecta de manera selectiva una de entre la primera batería auxiliar y la segunda batería auxiliar al convertidor de voltaje de batería bidireccional. El segundo módulo de batería auxiliar incluye una tercera batería auxiliar, una cuarta batería auxiliar, un segundo convertidor de voltaje de batería bidireccional, y un segundo controlador de módulo que conecta de manera selectiva una de entre la primera batería auxiliar y la segunda batería auxiliar al convertidor de voltaje de batería bidireccional. Un controlador de sistema principal opera el primer módulo de batería auxiliar y el segundo módulo de batería auxiliar para dar prioridad a una recarga de una de entre las baterías auxiliares primera, segunda, tercera y cuarta.

Varios aspectos de la invención serán evidentes tras la consideración de la descripción detallada y los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una vista esquemática de un vehículo que incluye un sistema de control, múltiples elementos de almacenamiento eléctrico, una fuente de energía y un sistema de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC).

La Fig. 2 es un diagrama de una parte de un sistema eléctrico de un vehículo, que incluye un circuito convertidor de voltaje de batería bidireccional.

La Fig. 3 es un diagrama de una parte de un sistema eléctrico de un vehículo, que incluye un circuito convertidor de voltaje de batería bidireccional.

La Fig. 4 es un diagrama de una parte de un sistema eléctrico de un vehículo, que incluye una batería principal del sistema de vehículo y múltiples baterías auxiliares, en el que las baterías auxiliares tienen un convertidor de voltaje de batería bidireccional conectado en serie.

La Fig. 5 es un diagrama de una parte de un sistema eléctrico de un vehículo, que incluye una batería principal del sistema de vehículo y múltiples baterías auxiliares, en el que las baterías auxiliares tienen un conmutador electrónico conectado en serie.

La Fig. 6 es un diagrama de una parte de un sistema eléctrico de un vehículo, que incluye un circuito convertidor de voltaje multi-batería bidireccional.

La Fig. 7 es un diagrama de una parte de un sistema eléctrico de un vehículo, que incluye un circuito convertidor de voltaje multi-batería bidireccional.

La Fig. 8 es un diagrama de una parte de un sistema eléctrico de un vehículo, que incluye una batería principal del sistema de vehículo y múltiples baterías auxiliares, en el que las baterías auxiliares tienen un convertidor de voltaje multi-batería bidireccional conectado en serie.

La Fig. 9 es un diagrama de un módulo de circuito convertidor de voltaje multi-batería bidireccional.

La Fig. 10 es un diagrama de un sistema eléctrico de un vehículo que incluye el módulo de circuito convertidor de voltaje multi-batería bidireccional de la Fig. 9.

La Fig. 11 es un gráfico de voltaje y corriente de carga de batería según un aspecto del sistema eléctrico del vehículo de la Fig. 10.

5 La Fig. 12 es un diagrama de flujo de control para un aspecto del sistema eléctrico del vehículo de la Fig. 10, mientras se encuentra en un modo de carga.

La Fig. 13 es un diagrama de flujo de control para un aspecto del sistema eléctrico del vehículo de la Fig. 10, mientras se encuentra en un modo nulo.

10 La Fig. 14 es un diagrama de flujo de control para un aspecto del sistema eléctrico del vehículo de la Fig. 10, mientras se encuentra en un modo de descarga.

Descripción detallada

15 Antes de explicar en detalle cualquier construcción de la invención, debe entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles constructivos y a la disposición de componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los siguientes dibujos. La invención permite otras construcciones y puede llevarse a la práctica o llevarse a cabo de diversas maneras. Además, debe entenderse que la fraseología y la terminología usadas en la presente memoria tienen propósitos descriptivos y no deberían considerarse como limitativas. El uso de "que incluye", "que comprende" o "que tiene" y variaciones de los mismos en la presente memoria abarca los elementos enumerados posteriormente y sus equivalentes, así como elementos adicionales. Además, salvo que se especifique o se limite de otra manera, "conectado" y "acoplado" no están restringidos a conexiones o acoplamientos físicos o mecánicos.

20 Para suministrar las necesidades de energía de un vehículo, incluyendo un vehículo de gran tamaño, tal como un camión rígido o un camión semirremolque para tirar de un remolque, frecuentemente se acoplan múltiples baterías entre sí para suministrar una mayor energía. En una disposición típica para el acoplamiento de múltiples baterías, dos o más baterías se conectan entre sí en paralelo hasta que la capacidad de suministro de energía total (por ejemplo, medida en amperios pico a un voltaje determinado, tal como 12 voltios) es suficiente para suministrar las necesidades de energía del vehículo. En otra disposición común, puede usarse un componente electrónico simple, tal como un relé de batería, para acoplar eléctricamente entre sí varias baterías. Sin embargo, ninguna de estas disposiciones permite una supervisión y un control individual de cada una de las baterías y, de esta manera, las disposiciones son indiferentes a las limitaciones de carga y de descarga de las baterías individuales. Además, el acoplamiento de dos o más baterías puede crear grandes corrientes momentáneas, lo cual es ineficiente y puede producir desgaste de los componentes electrónicos en el sistema.

30 Los sistemas de control de carga de batería conocidos típicamente cargan todo un grupo de baterías conectadas en paralelo mediante la conexión de una fuente de energía individual (por ejemplo, el alternador del vehículo) a todo el grupo de baterías. Cuando estas baterías tienen capacidades de aceptación de carga relativamente grandes (es decir, baja resistencia interna), la aceptación de corriente de las baterías puede exceder la corriente suministrada desde la fuente de energía. Además, los sistemas de control convencionales controlan el voltaje de alimentación para proteger contra condiciones de carga con sobrecorrientes, que pueden ser perjudiciales para la vida de la batería. Frecuentemente, dichos sistemas no proporcionan una cantidad inicial apropiada de corriente a las baterías, limitando la vida útil de las baterías.

40 Al cargar simultáneamente grupos enteros de baterías, los sistemas de control de carga de batería convencionales típicamente requieren que cada una de las baterías en el grupo tenga las mismas características eléctricas, incluyendo por ejemplo la resistencia interna, las tolerancias y la arquitectura. Cuando la demanda de corriente eléctrica desde cada una de las baterías excede la capacidad de corriente de la fuente de energía que está cargando las baterías, una o ambas de entre la fuente de energía y las baterías pueden resultar dañado o pueden funcionar de manera ineficiente. Una demanda de corriente eléctrica excesiva desde el grupo de baterías puede proporcionar también una carga inadecuada de las pilas, reduciendo al menos una de entre la capacidad de almacenamiento eléctrico de las baterías y la capacidad de ciclos de las baterías.

50 De esta manera, diversas realizaciones de la invención proporcionan aparatos, sistemas y métodos para gestionar la carga y la descarga de baterías individuales dentro de un grupo de baterías. De esta manera, otras realizaciones de la invención proporcionan aparatos, sistemas y métodos para gestionar la carga y la descarga de subgrupos de baterías individuales dentro de un grupo de baterías.

5 La Fig. 1 muestra un vehículo de gran tamaño ejemplar que incorpora la invención, concretamente, un vehículo 10 para la operación a largas distancias. El vehículo 10 ilustrado es un camión semirremolque que puede usarse para transportar carga almacenada en un compartimiento de carga (por ejemplo, un contenedor, un remolque, etc.) a uno o más destinos. También se prevé que la invención pueda incorporarse también en otros vehículos, tales como un camión rígido, furgoneta, autobús, caravana, coche, moto, barco, tren y avión, entre otras posibilidades. En todavía otras construcciones, la invención podría implementarse en un edificio u otro entorno en el que se emplean múltiples baterías.

10 El vehículo 10 incluye un bastidor 15, ruedas 20, un motor 25 primario, un depósito 30 de combustible y un generador o alternador 35 de corriente continua ("CC"). Las ruedas 20 están acopladas de manera giratoria al bastidor 15 para permitir el movimiento del vehículo 10. El alternador 35 está acoplado al motor 25 primario de manera que la energía mecánica producida por el motor 25 primario pueda convertirse en energía eléctrica, es decir, electricidad. El motor 25 primario puede ser un motor que funciona con combustible diésel, gasolina, u otro material adecuado. El alternador 35 y el motor 25 primario cooperan para definir una primera fuente 40 de energía eléctrica para el vehículo 10. La primera fuente 40 de energía tiene una primera capacidad de energía que está basada en la energía eléctrica disponible desde el alternador 35 a un voltaje predeterminado (por ejemplo, 12 voltios).

20 En ciertas construcciones, el motor 25 primario puede ser un motor eléctrico que es energizado por una fuente de energía interna o externa, por ejemplo, por medio de cables o carriles como en un sistema de ferrocarril o almacenando energía de la red como en un vehículo eléctrico alimentado con batería, enchufable. En el último caso de un vehículo eléctrico completamente enchufable (es decir, uno que no incluye un motor a bordo para complementar la energía de la batería), puede haber un conjunto particular de baterías dedicadas a almacenar carga para accionar el motor 25 primario durante el funcionamiento del vehículo 10. Las baterías para alimentar el motor 25 primario durante el funcionamiento del vehículo pueden estar separadas de un conjunto de baterías auxiliares usadas para alimentar los accesorios (por ejemplo, luces y HVAC) cuando el vehículo 10 no está en funcionamiento. En otras construcciones en las que el motor 25 primario es un motor eléctrico, el motor eléctrico puede ser alimentado por una fuente de energía de a bordo, tal como un generador, en el que el generador funciona con combustible diésel, gasolina u otro material adecuado, tal como en un vehículo eléctrico híbrido. En el caso en el que el motor 25 primario es un motor eléctrico, la energía para cargar las diversas baterías puede provenir de la misma fuente que es capaz de alimentar el motor eléctrico, en lugar del alternador. En algunos diseños (por ejemplo, un vehículo eléctrico que funciona sólo con energía de la red o de batería), el vehículo puede no incluir un alternador.

30 El motor 25 primario está acoplado al bastidor 15 y está dispuesto en un compartimiento 45 adyacente a un extremo delantero del vehículo 10. El motor 25 primario está en comunicación con una o más de las ruedas 20 para impulsar el vehículo 10. El motor 25 primario puede estar en un estado "Activado" y un estado "Desactivado". Cuando el motor 25 primario está en el estado "Activado", puede estar acoplado con las ruedas 20. Además, cuando el motor 25 primario está en el estado "Activado", puede proporcionar energía al sistema eléctrico del vehículo 10 para energizar las cargas y para cargar las baterías en el sistema. Cuando el motor 25 primario está "Activado" y está acoplado con las ruedas 20, el vehículo 10 puede ser impulsado. Si el motor 25 primario está "Activado", pero no está acoplado con las ruedas 20, se dice que el motor 25 primario y el vehículo 10 están al ralentí, aunque el motor 25 primario en el estado de ralentí todavía puede proporcionar energía al sistema eléctrico del vehículo 10.

40 Cuando el vehículo 10 no va a ser operado durante un período de tiempo prolongado (por ejemplo, durante una parada durante la noche o durante la carga o descarga de una mercancía), el motor 25 primario puede ponerse en un estado "Desactivado" y el vehículo 10 puede ponerse en modo de espera. En el estado "Desactivado", el motor 25 primario no está disponible para proporcionar energía al sistema eléctrico del vehículo 10. De esta manera, pueden necesitarse una o más baterías para alimentar las cargas eléctricas en el vehículo 10.

45 Con referencia a la Fig. 1, el vehículo 10 incluye también una cabina 50 y un sistema 55 de calefacción, ventilación y aire acondicionado (HVAC). El sistema 55 de HVAC define una carga eléctrica ejemplar del vehículo 10. El vehículo 10 puede incluir también otras cargas eléctricas (por ejemplo, accesorios del vehículo, luces, motor de arranque para el motor 25 primario, etc.). Generalmente, la carga eléctrica tiene características de energía relacionadas con un consumo de carga, que corresponde a la energía eléctrica necesaria para alimentar adecuadamente la carga. Además, la carga de las baterías en el vehículo 10 constituye otro tipo de carga.

50 La cabina 50 está soportada sobre el bastidor 15 hacia atrás con relación al compartimiento 45 e incluye paredes 60 que definen un espacio 65. En algunas construcciones, el espacio 65 puede estar dividido en una parte propulsora y una parte dormitorio. El sistema 55 de HVAC está acoplado al vehículo 10 y está en comunicación con la cabina 50 para acondicionar el espacio 65. El vehículo 10 ilustrado incluye un único sistema 55 de HVAC que está situado

adyacente y en comunicación con el espacio 65. En otras construcciones, el sistema 55 de HVAC puede estar posicionado en el vehículo para acondicionar la parte dormitorio, y otro sistema de HVAC puede estar posicionado en el vehículo para acondicionar la parte propulsora. Generalmente, el número de sistemas de HVAC en el vehículo depende, al menos en parte, del tamaño y del número de zonas a ser acondicionadas en el interior de la cabina.

5 Los componentes del sistema 55 de HVAC pueden estar situados en casi cualquier sitio en el vehículo 10. En la construcción ilustrada, el sistema 55 de HVAC incluye un conjunto 70 evaporador que está situado en la cabina 50 para acondicionar el espacio 65, y un conjunto 75 condensador que está acoplado a una de las paredes 60 en un lado exterior de la cabina 50 para proporcionar un intercambio de calor entre el refrigerante en el sistema 55 de HVAC y un entorno ambiental. En algunas construcciones, los componentes del sistema 55 de HVAC pueden montarse juntos en un único paquete unitario. En otras construcciones, cada componente del sistema 55 de HVAC puede estar separado de los otros componentes del sistema 55 de HVAC.

15 La Fig. 1 muestra que el vehículo 10 incluye también un sistema 80 de almacenamiento eléctrico y un sistema 85 de control de carga en comunicación con el sistema 80 de almacenamiento eléctrico. El sistema 80 de almacenamiento eléctrico está en comunicación eléctrica con la primera fuente 40 de energía para recibir energía eléctrica cuando el motor 25 primario está en el estado "Activado". El sistema 85 de control de carga puede estar también en comunicación eléctrica selectiva con una segunda fuente 90 de energía eléctrica además de, o en lugar de, la primera fuente 40 de energía para recibir energía eléctrica desde la segunda fuente 90 de energía. En la construcción ilustrada, la segunda fuente 90 de energía puede incluir energía desde una red municipal (denominada también "parada de camiones electrificada"), un dispositivo fotovoltaico, una pila de combustible, un generador eólico u otras fuentes de energía. Generalmente, la segunda fuente 90 de energía tiene una segunda capacidad de energía eléctrica que se basa en la energía eléctrica disponible desde la fuente de energía a un voltaje preferido.

20 El sistema 80 de almacenamiento eléctrico está también en comunicación eléctrica con la carga eléctrica del vehículo (por ejemplo, el sistema 55 de HVAC) para proporcionar energía adecuada a la carga eléctrica en base al consumo de carga. Generalmente, el sistema 80 de almacenamiento eléctrico recibe energía desde una o ambas de entre la primera fuente 40 de energía y la segunda fuente 90 de energía durante una fase de carga, y descarga energía a la carga (o cargas) del vehículo 10 durante una fase de descarga. Puede producirse una fase de carga cuando una cualquiera o ambas de entre las fuentes 40, 90 de energía primera y segunda está introduciendo energía al sistema eléctrico del vehículo 10, y puede producirse una fase de descarga cuando ninguna de entre las fuentes 40, 90 de energía primera o segunda está introduciendo energía al sistema eléctrico del vehículo 10.

25 El sistema 80 de almacenamiento eléctrico incluye una primera pluralidad de elementos de almacenamiento eléctrico (por ejemplo, baterías 95) y una segunda pluralidad de elementos de almacenamiento eléctrico (por ejemplo, baterías 100) para almacenar energía eléctrica desde la primera fuente 40 de energía y/o desde la segunda fuente 90 de energía durante la fase de carga, y para descargar energía a la carga eléctrica durante la fase de descarga. Cada una de entre la primera fuente 40 de energía y la segunda fuente 90 de energía define una fuente de energía conectada cuando las fuentes 40, 90 de energía respectivas están conectadas al sistema 80 de almacenamiento eléctrico. Cada una de entre la primera fuente 40 de energía y la segunda fuente 90 de energía define una fuente de energía desconectada cuando las fuentes 40, 90 de energía respectivas están desconectadas del sistema 80 de almacenamiento eléctrico. Una o ambas de entre la primera fuente 40 de energía y la segunda fuente 90 de energía puede estar conectada al sistema 80 de almacenamiento eléctrico o desconectado del mismo.

30 En la construcción ilustrada, la primera pluralidad de baterías 95 comprende baterías existentes del vehículo 10, y la segunda pluralidad de baterías 100 comprende baterías adicionales separadas para el vehículo 10. En otras construcciones, la primera pluralidad de baterías 95 y la segunda pluralidad de baterías 100 pueden estar incluidas en el vehículo 10 como baterías separadas que se proporcionan además de las baterías existentes del vehículo.

35 Con el fin de simplificar la descripción, las diversas construcciones descritas en este documento se centran en la carga de cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100. Sin embargo, los circuitos y métodos divulgados podrían usarse también para cargar cada una de entre la primera pluralidad de baterías 95. Además, la energía para cargar cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 puede provenir de una serie de fuentes, incluyendo una o más de la primera pluralidad de baterías 95, la primera fuente 40 de energía, la segunda fuente 90 de energía o diversas combinaciones de estas y otras fuentes de energía conectadas al vehículo.

40 Un sistema eléctrico del vehículo según diversas construcciones incluye una o más de la primera pluralidad de baterías 95, la segunda pluralidad de baterías 100, una o más cargas eléctricas (por ejemplo, luces o un sistema 55 de HVAC), y el alternador 35. Además, el sistema eléctrico del vehículo puede incluir también la segunda fuente 90 de energía. Tal

como se describe adicionalmente más adelante con relación a las Figs. 2-10, el sistema eléctrico del vehículo puede incluir también uno o ambos de entre un convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional y un conmutador 210 electrónico asociado con una o más de la primera o la segunda pluralidad de baterías 95, 100. En cada realización, las conexiones comunes entre los componentes del sistema eléctrico pueden denominarse generalmente sistema eléctrico, o "bus" de sistema.

La Fig. 2 muestra un diagrama de circuito para una parte de un sistema 150 eléctrico del vehículo que incluye una construcción del convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional. El convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional incluye cuatro conmutadores A, B, C, D dispuestos como un "puente-H" acoplado por un inductor L. En diversas construcciones, los conmutadores A, B, C, D son conmutadores controlados electrónicamente que son capaces de transportar grandes cantidades de corriente, por ejemplo, conmutadores con transistores de efecto campo (FET) tales como FETs de semiconductores de óxido metálico (MOSFET). Típicamente, los conmutadores se activan por parejas, por ejemplo, los conmutadores A y D se activan al mismo tiempo, o los conmutadores B y C se activan al mismo tiempo. Cuando los conmutadores A y D están activados, el inductor L se carga desde una o más de entre la primera pluralidad de baterías 95 (o, de manera alternativa, la primera fuente 40 de energía o la segunda fuente 90 de energía mostradas en la Fig. 1). Los conmutadores A y D se desactivan posteriormente y los conmutadores B y C se activan, permitiendo que la energía almacenada desde el inductor L sea suministrada a una o más de entre la segunda pluralidad de baterías 100.

En algunas construcciones, los conmutadores A, B, C, D son operados por un control 300 de tipo Pulse Width Modulation (PWM) (Fig. 2). Por ejemplo, las salidas OUT-Q y OUT-Q' del control 300 PWM pueden conectarse de manera selectiva a los conmutadores A, B, C, D usando un circuito 310 de enrutamiento. El circuito 310 de enrutamiento incluye dos multiplexores 320a, 320b que tienen las líneas OUT-Q y OUT-Q' del control 300 PWM como entradas, así como una entrada de selección de modo desde una interfaz 330 de datos. En la construcción mostrada en la Fig. 2, la línea OUT-Q está conectada a la entrada I1 del multiplexor 320a y a la entrada I2 del multiplexor 320b, mientras que la línea OUT-Q' está conectada a la entrada I2 del multiplexor 320a y a la entrada I1 del multiplexor 320b. Las salidas de los multiplexores 320a, 320b están conectadas entonces a los conmutadores A, B, C, D.

En la construcción mostrada en la Fig. 2, el multiplexor 320a está conectado a los conmutadores A y D y el multiplexor 320b está conectado a los conmutadores B y C. También en la construcción mostrada en la Fig. 2, el circuito 310 de enrutamiento es controlado por la interfaz 330 de datos, que cambia el modo de cada uno de los multiplexores 320a, 320b con el fin de enrutar las entradas S1 o las entradas S2 de los multiplexores 320a, 320b respectivos a los conmutadores A, B, C, D. La interfaz 330 de datos incluye líneas de entrada/salida (E/S), que están conectadas a un sistema 340 de control centralizado, tal como se muestra en la Fig. 4. El sistema 340 de control puede estar fijado al vehículo 10 como una unidad independiente o como parte de un sistema de control por ordenador para el vehículo 10.

De esta manera, usando el circuito convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional mostrado en la Fig. 2, puede utilizarse una única línea de control (es decir, la línea "modo" de la interfaz 330 de datos), que emite una señal binaria (por ejemplo, una señal de voltaje que alterna entre un valor bajo y un valor alto, tales como 0 y 1 voltio), para cambiar las posiciones de los conmutadores A, B, C, D con el fin de conectar el inductor L a una cualquiera de entre la primera pluralidad de baterías 95 o la segunda pluralidad de baterías 100. Sin embargo, también son posibles otros métodos de control de los estados abierto y cerrado de los conmutadores A, B, C, D.

Dependiendo de la orden de carga y descarga del inductor L, la primera pluralidad de baterías 95 puede ser usada para cargar la segunda pluralidad de baterías 100, o la segunda pluralidad de baterías 100 puede ser usada para cargar la primera pluralidad de baterías 95. Además, en lugar de la primera pluralidad de baterías 100, puede usarse la energía desde la primera fuente 40 de energía o desde la segunda fuente 90 de energía para cargar el inductor L y, de esta manera, proporcionar energía a la segunda pluralidad de baterías. La carga y descarga del inductor L se realiza típicamente de una manera cíclica, para proporcionar una fuente de energía eléctrica continua a cualquier batería o baterías que están recibiendo la energía. El inductor L experimenta ciclos repetidos de carga y descarga que, en diversas construcciones, se producen a velocidades de hasta 50 kHz o más, ayudando los condensadores C_{in} y C_{out} a acumular carga y a suavizar la señal de voltaje. Usando el convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional mostrado en la Fig. 2, el inductor L puede suministrar un voltaje de salida a una o más de las baterías que es menor que, igual a, o mayor que el voltaje de la fuente conectada al inductor L. El voltaje de salida del inductor L se basa en los ciclos de trabajo de los conmutadores A, B, C, D, es decir, se basa en la cantidad de tiempo por ciclo en el que los conmutadores A y D están cerrados y conectados al inductor L en comparación con la cantidad de tiempo por ciclo en el que los conmutadores B y C están cerrados y conectados al inductor L, así como la longitud del ciclo.

En las construcciones mostradas en las Figs. 2-5, el uso del convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional o un conmutador 210 electrónico, o ambos, permite que cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 sea conectada o desconectada individualmente al sistema 150 eléctrico del vehículo para la carga o el aislamiento. El circuito mostrado en la Fig. 3 incluye capacidades de detección de corriente (I_{sense}) y de detección de voltaje (V_{sense}). En la construcción mostrada en la Fig. 3, la detección de corriente es proporcionada por una resistencia R de detección de corriente en serie con el inductor L. La salida de la resistencia R de detección de corriente se introduce al control de PWM. En otras construcciones, la detección de corriente puede ser proporcionada por un sensor de efecto Hall. La detección de voltaje (V_{sense}) es proporcionada por una línea desde la "OTUPUT/ INPUT" al control de PWM. La construcción de la Fig. 3 incluye también controles de voltaje establecido (V_{set}) y corriente establecida (I_{set}) en la interfaz 330 de datos y el control 300 de PWM para permitir el establecimiento de niveles de voltaje y de corriente particulares para cargar y descargar la batería particular, por ejemplo, una de entre la segunda pluralidad de baterías 100, que está conectada al circuito.

La Fig. 4 muestra un diagrama de un sistema 150 eléctrico del vehículo según una construcción de la invención en la que la segunda pluralidad de baterías 100 está acoplada al sistema eléctrico de un vehículo que usa el convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional. Aunque la Fig. 4 muestra tres baterías 100a-c, puede usarse cualquier número. Cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100a-c puede ser cargada individualmente por el sistema 150 eléctrico del vehículo, por ejemplo, por uno o ambos de entre el alternador 35 del vehículo y al menos una de entre la primera pluralidad de baterías 95. Los diversos elementos de los convertidores 200 de voltaje de batería bidireccionales mostrados en las Figs. 2 y 3, incluyendo los conmutadores A, B, C, D, el inductor L, los condensadores C_{in} y C_{out} , el circuito 310 de enrutamiento, el control 300 de PWM, y la interfaz 330 de datos, pueden estar distribuidos entre la unidad del sistema 340 de control y las unidades de convertidor 200a-200c de voltaje de batería bidireccional de la Fig. 4. Un ejemplo no limitativo es que el control 300 de PWM, el circuito 310 de enrutamiento y la interfaz 300 de datos pueden estar alojados en la misma unidad que el sistema 340 de control.

En diversas construcciones, la carga se aplica a cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 en base al estado de descarga de la batería. Por ejemplo, una etapa de carga "principal", que suministra una corriente fija para recargar rápidamente a un punto de carga parcial, puede usarse con baterías que están relativamente agotadas, mientras que en una etapa de "adsorción", en la que el voltaje se mantiene constante mientras se suministran niveles variables de corriente, puede ser usada para la carga completa. Finalmente, puede usarse una etapa de carga "flotante", que mide el voltaje de la batería y recarga la batería según sea necesario para mantener la batería dentro de un intervalo de voltajes predeterminado, para mantener la carga de la batería durante un período de tiempo prolongado. Otras etapas de carga de la batería son posibles y están incluidas dentro de la invención. El uso de un método de carga multietapa, tal como el descrito anteriormente, es generalmente la manera más rápida para recargar una batería mientras se mantiene la máxima duración de la batería.

Un inconveniente de disponer múltiples baterías en paralelo en una única unidad operativa es que todas las baterías se cargan de manera simultánea. Bajo ciertas condiciones (por ejemplo, si una o más de las baterías se ha descargado mucho o si la carga del sistema eléctrico del vehículo es elevada), la recarga de todas las baterías puede consumir tanta energía desde el alternador 35 del vehículo que el alternador 35 sea incapaz de proporcionar suficiente energía a las cargas eléctricas conectadas.

De esta manera, en una construcción, cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 se conecta por separado al sistema eléctrico del vehículo durante la fase de recarga con el fin de prevenir un consumo de corriente demasiado alto desde el alternador 35 a través del sistema 150 eléctrico del vehículo. En una construcción, cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 puede ser acoplada al sistema eléctrico del vehículo usando un conmutador 210 electrónico (Fig. 5). En esta y otras construcciones que hacen referencia al uso de un conmutador 210 electrónico, sin embargo, cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 puede ser acoplada al sistema 10 eléctrico del vehículo usando el convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional (Fig. 4) en lugar de un conmutador 210 electrónico. El convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional puede operar como un conmutador, por ejemplo, no alternando los estados abierto y cerrado de los conmutadores A, B, C, D, o incluyendo un modo en el que todos los conmutadores A, B, C, D están abiertos.

En diversas construcciones, los conmutadores 210 electrónicos son controlados por el sistema 340 de control, que supervisa también el voltaje del sistema 150 eléctrico del vehículo. La apertura de un conmutador 210 electrónico particular aísla la batería asociada con el mismo. De esta manera, cuando el alternador 35 está en funcionamiento (por ejemplo, si el motor 25 primario está en el estado "Activado"), proporciona corriente de carga para la carga 160 conectada, donde en algunas construcciones la carga 160 puede incluir una o más de entre la primera pluralidad de baterías 95, siempre que se estén cargando.

En una construcción, el sistema 340 de control abre inicialmente (es decir, deshabilita/desconecta) cada interruptor 210 electrónico con el fin de prevenir la corriente a o desde cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 respectivas. A continuación, el sistema 340 de control cierra (es decir, habilita/conecta) cada conmutador 210, de uno en uno, conectando de esta manera cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 en paralelo con el sistema 150 eléctrico del vehículo. El sistema 340 de control supervisa el voltaje (V-IN; véase la Fig. 5) del sistema 150 eléctrico del vehículo cada vez que uno de los conmutadores 210 electrónicos se cierra y se conecta una batería adicional. Si la conexión de una batería particular causa que el voltaje del sistema 150 eléctrico del vehículo atraviese un umbral, entonces el conmutador 210 electrónico asociado con la batería particular se abre con el fin de desconectar la batería del sistema 150 eléctrico del vehículo. En un ejemplo, el umbral puede ser atravesado cuando el voltaje cae por debajo de un valor predeterminado (por ejemplo, por debajo de 7 voltios en un sistema de 12 voltios). Una caída de voltaje excesiva puede indicar que el alternador 35 u otra fuente de energía ha sido sobrecargado. En otras construcciones, un valor de voltaje bajo puede basarse en una diferencia de voltaje con relación a un valor inicial o nominal. En todavía otras construcciones, un valor de voltaje bajo puede determinarse como un porcentaje o relación con relación a un valor inicial o nominal.

Una vez comprobado cada uno de los interruptores 210 electrónicos y dejado en un estado abierto o cerrado, entonces se vuelven a comprobar los interruptores 210 restantes que se dejaron abiertos (por ejemplo, debido a que el voltaje del sistema se redujo demasiado cuando se cerraron los interruptores). Cada uno de los interruptores 210 abiertos restantes se cierra uno a uno y, a continuación, el sistema 340 de control mide el voltaje del sistema 150 eléctrico del vehículo para determinar si el voltaje es demasiado bajo, tal como se ha indicado anteriormente. Este procedimiento se repite hasta que se cierren todos los conmutadores 210.

En algunas construcciones, el voltaje del sistema 150 eléctrico del vehículo se controla de manera continua y, si el voltaje disminuye (por ejemplo, si se añade una carga eléctrica adicional, tal como el sistema 55 de HVAC al sistema 150 eléctrico del vehículo), entonces uno o más los conmutadores 210 electrónicos pueden abrirse hasta que el voltaje aumente a un valor aceptable. Mientras el alternador 35 está en funcionamiento, la carga 160 eléctrica conectada al sistema 150 eléctrico del vehículo puede cambiar debido a factores tales como una o más baterías que se cargan suficientemente como para consumir menos energía desde el alternador 35, o por cambios en el uso de dispositivos que consumen energía, tales como luces o el sistema 55 de HVAC.

Otro posible inconveniente de disponer múltiples baterías en paralelo en una única unidad operativa es que puede haber ligeros desequilibrios en las propiedades eléctricas en el interior de cada batería. Estos desequilibrios pueden dar lugar a otros problemas, incluyendo una gran varianza de la corriente suministrada por cada batería, una vida útil reducida de la batería y una posible degradación de todas las baterías conectadas debido a la presencia de una o más baterías defectuosas en el sistema 150 eléctrico del vehículo.

De esta manera, diversas construcciones del sistema incluyen métodos de balanceo de la corriente suministrada por cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 al sistema 150 eléctrico del vehículo. El método puede implementarse usando un sistema tal como el mostrado en la Fig. 4, en el que cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 se conecta al sistema 150 eléctrico del vehículo usando un circuito convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional, tal como el mostrado en la Fig. 3.

Tal como se ha descrito anteriormente, en ciertas construcciones, el convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional incluye una interfaz 330 de datos que, a su vez, intercambia órdenes del sistema 340 de control (Figs. 3 y 4). El sistema 340 de control supervisa las condiciones de voltaje (V_{sense}) y de corriente (I_{sense}) de cada convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional. En diversas construcciones, el sistema 340 de control emite órdenes a cada convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional para funcionar con parámetros de manera que cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 suministre una cantidad proporcional de la corriente total acumulada suministrada a la carga 160 eléctrica conectada. En el caso en el que cada batería tiene las mismas características nominales, se envían las órdenes apropiadas a cada convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional de manera que cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 suministre una cantidad igual de corriente a la carga 160 eléctrica conectada. Por ejemplo, si la cantidad de corriente suministrada por una primera batería es mayor que la corriente suministrada por cualquiera de las demás baterías (por ejemplo, debido a que la primera batería tiene una resistencia interna más baja o se carga más que las demás baterías), entonces el ciclo de trabajo del convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional asociado con la primera batería puede ajustarse para reducir la cantidad de corriente suministrada por la primera batería.

En ciertas construcciones, se supervisa el nivel de voltaje de cada una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 y el convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional asociado a una de entre la segunda pluralidad de baterías 100 se

desactiva si la batería está descargada demasiado profundamente, por ejemplo, si el voltaje entre los terminales de la batería cae por debajo de un valor predeterminado, por ejemplo, por debajo de 10,5 voltios en una batería nominal de 12 voltios. Si esto sucediera, entonces los parámetros para cada uno de los convertidores 200 de voltaje de batería bidireccionales conectados a las baterías funcionales restantes serían ajustados en consecuencia por el sistema 340 de control (por ejemplo, alterando el ciclo de trabajo del convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional) para suministrar cantidades de corriente proporcionales a la carga 160 eléctrica conectada.

Todavía otro posible inconveniente del cableado de múltiples baterías en paralelo en una única unidad operativa es que todas las baterías se descargan simultáneamente cuando el motor 25 primario está apagado y el alternador 35 ya no está proporcionando energía al sistema 150 eléctrico del vehículo. De esta manera, después de un período de tiempo suministrando los requisitos de carga eléctrica del vehículo 10, todas las baterías pueden descargarse, posiblemente sin dejar energía de batería disponible para las cargas críticas, tales como el encendido del motor de arranque para el arranque del vehículo 10.

Por lo tanto, en diversas construcciones, el sistema incluye métodos para mantener un nivel de carga mínimo en una o más de entre la segunda pluralidad de baterías 100. En una construcción, una o más de entre la segunda pluralidad de baterías 100 tiene un conmutador 210 electrónico conectado en serie con la misma de manera que, cuando se abre el interruptor 210, la batería se aísla del sistema 150 eléctrico del vehículo (Fig. 5). Tal como se descrito anteriormente, el convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional puede desempeñar también el papel de un conmutador eléctrico.

Las Figs. 6, 7 y 8 ilustran todavía otras construcciones de un sistema 150 eléctrico de un vehículo según la invención. En estas construcciones, múltiples baterías están asociadas con un convertidor 350 de voltaje multi-batería bidireccional. En las construcciones ilustradas de las Figs. 6, 7, y 8, tres baterías 100 están asociadas con cada convertidor 350 de voltaje multi-batería bidireccional, aunque en otras construcciones menos baterías o más baterías pueden estar asociadas con cada convertidor.

En la construcción ilustrada en la Fig. 6, un convertidor 350 de voltaje multi-batería bidireccional funciona de una manera sustancialmente similar al convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional ilustrado en la Fig. 2 y descrito anteriormente. A diferencia de la construcción de la Fig. 2, sin embargo, se proporciona un conmutador 360 electrónico entre el conmutador C MOSFET y las baterías 100 asociadas. El conmutador 360 electrónico se conecta de manera selectiva entre una o más baterías individuales mediante la energización o desenergización selectivas de los relés asociados con cada batería. Los relés se usan para conmutar entre múltiples baterías 100 auxiliares separadas.

El conmutador 360 electrónico es controlado por un control de salida de la interfaz 330 de datos. La señal del control de salida controla el conmutador 360 electrónico para seleccionar qué batería 100 debe ser cargada, descargada o aislada dependiendo del estado de carga y de otros factores.

En la construcción mostrada en la Fig. 7, la detección de corriente es proporcionada por una resistencia R de detección de corriente en serie con el inductor L. La salida de la resistencia R de detección de corriente se introduce al control de PWM. En otras construcciones, un sensor de efecto Hall puede sustituirse por la resistencia R de detección de corriente. Una señal de detección de voltaje (V_{sense}) es proporcionada por una línea desde "OUTPUT/INPUT" al control de PWM. V_{sense} puede ser proporcionada también por una línea desde la "INPUT/OUTPUT" al control de PWM. La construcción de la Fig. 7 incluye también controles de voltaje establecido (V_{set}) y corriente establecida (I_{set}) en la interfaz 330 de datos y el control 300 de PWM para permitir el establecimiento de niveles de voltaje y de corriente particulares para cargar y descargar la batería particular, por ejemplo, una de entre la segunda pluralidad de baterías 100, que está conectada al circuito.

La Fig. 8 ilustra una disposición de convertidores 350 de voltaje multi-batería bidireccionales que es similar a la ilustrada en la Fig. 4. En lugar de tener una batería 100 asociada con un convertidor 200 de voltaje de batería bidireccional, una pluralidad de baterías 100 están asociadas con cada convertidor 350 de voltaje multi-batería bidireccional.

Las Figs. 9-10 ilustran todavía otra realización de la invención. En esta construcción, un convertidor 350 de voltaje multi-batería bidireccional, similar al de las Figs. 6-8, se incorpora en un "Módulo de Carga Inteligente" o SCM ("Smart Charging Module") 370. El SMC 370 es una construcción de un convertidor CC-CC bidireccional que puede transferir energía entre una fuente de energía primaria (por ejemplo, un alternador) y una cualquiera de entre dos baterías 100a, b auxiliares separadas. En otras construcciones, el SCM puede estar configurado para conmutar entre más de dos baterías auxiliares.

5 Tal como se muestra en la Fig. 9, un microcontrolador 380 es operable para energizar o desenergizar de manera selectiva un primer relé 390a y un segundo relé 390b. En otras construcciones, otros dispositivos de conmutación electrónicos pueden ser sustituidos por los relés 390a y 390b. En las construcciones ilustradas, el relé 390a está asociado con la batería 100a, y el relé 390b está asociado con la batería 100b. Cuando se energiza cualquiera de los relés, la batería asociada se acopla eléctricamente al convertidor de voltaje de batería bidireccional mediante el cierre del relé. El microcontrolador 380 realiza una función de conmutación similar a la del conmutador 360 electrónico en las Figs. 7 y 8. El microcontrolador 380 está configurado de manera que cualquiera de los relés pueda ser activado de manera selectiva, pero de manera que ambos relés no puedan ser energizados simultáneamente. En algunas construcciones, el microcontrolador puede incorporar también las funciones de modulación 300 de anchura de pulso y de interfaz 330 de datos de otras construcciones.

15 La Fig. 10 ilustra un sistema 410 eléctrico de un vehículo que incorpora múltiples SCMs 370. El sistema 410 eléctrico del vehículo tiene un conmutador 420 de encendido, un motor 430 de arranque, una pluralidad de baterías 95 del vehículo, y una conexión para una parada 440 de camiones electrificada externa de 120 VAC. Se proporcionan un inversor 450 y el enchufe 460 para el suministro de cargas externas de 120 VCA. Un alternador 35 proporciona energía al sistema eléctrico cuando un motor primario está funcionando, por ejemplo, cuando el vehículo está en la carretera o al ralentí.

20 Se proporciona una unidad 470 de HVAC totalmente eléctrica, que puede ser alimentada por los SCMs 370 cuando el motor 25 primario está parado y no hay disponible energía desde una parada de camiones electrificada. La unidad 470 de HVAC incorpora un controlador 480 principal, un conjunto 490 compresor y un ventilador 510 evaporador. Una interfaz 520 hombre-máquina proporciona una entrada de usuario a la unidad 470 de HVAC para controlar funciones tales como la temperatura y la velocidad del ventilador.

Cada SCM 370 y un par asociado de baterías 100a, b se incorporan a una unidad 530 de gestión de energía. En el sistema 410 eléctrico de vehículo ilustrado, se proporcionan dos unidades 530 de gestión de energía.

25 El SCM 370 puede funcionar en uno de tres estados. Cuando está en un modo de carga, el SCM 370 cargará las baterías 100a, b usando las baterías 95 del vehículo y el alternador 35 como fuente de energía. Cuando está en un modo de descarga, el SCM 370 suministrará energía desde las baterías 100a, b al sistema 410 eléctrico del vehículo y a las cargas asociadas, incluyendo la unidad 470 de HVAC. El SCM 370 puede ser operado también en un modo nulo, en el que no fluirá corriente entre las baterías 100a, b auxiliares y el resto del sistema 410 eléctrico del vehículo.

30 El modo del SCM 370 puede ser determinado por el controlador 480 principal de la unidad 470 de HVAC. Cuando el conmutador 420 de encendido del vehículo se cierra, el controlador 480 principal conmutará los SCMs 370 al modo de carga. Cuando el conmutador de encendido del vehículo se abre, el controlador principal conmutará los SCMs a un modo de descarga. Las entradas externas, tales como una entrada de usuario a la interfaz 520 hombre-máquina, pueden seleccionar también manualmente los modos nulo, de carga o de descarga.

35 Además, el SCM 370 funciona como un cargador de tres etapas, mientras está en el modo de carga. El perfil del cargador de tres etapas típico se muestra en la Fig. 11. En la etapa 540 principal, la corriente de carga es aproximadamente constante, mientras que el voltaje de carga aumenta. En la etapa 550 de absorción, la corriente de carga disminuye mientras el voltaje de carga se mantiene a un nivel elevado, constante. En una etapa 560 flotante, tanto el voltaje como la corriente de carga se mantienen constantes.

40 La Fig. 12 es un diagrama de flujo que ilustra la lógica de selección de batería del controlador 480 principal y el SCM 370 en el modo de carga. El controlador 480 principal entra al modo de carga tras cerrar el conmutador 420 de encendido. El SCM 370 está configurado para energizar primero el relé 390a, conectando de esta manera la batería 100a. En algunas realizaciones, el controlador 480 principal puede incorporar un módulo de memoria que realiza un seguimiento de los datos de uso para cada batería. Si el controlador 480 principal determina que la batería 100a ha recibido prioridad de carga sobre la batería 100b demasiado frecuentemente, el controlador 480 principal puede ignorar al SCM 370 y puede seleccionar que se cargue primero la batería 100b.

45 En ciertas realizaciones, el controlador 480 principal puede estar programado además con una función de recarga rápida. En estas realizaciones, una única batería 100a o 100b de un SCM 370 puede ser cargada preferiblemente desenergizando todos los demás relés 390 asociados con las otras baterías 100. En algunas realizaciones, el controlador 480 principal puede dar prioridad a la carga de una batería 100 con el estado de carga más bajo (es decir, la batería con mayor necesidad de carga). De manera alternativa, el controlador 480 principal puede dar prioridad a la

carga de una batería 100 con el estado de carga más alto (es decir, la batería que puede ser cargada completamente en el menor período de tiempo).

5 Después de que la batería 100a se ha cargado durante un período, el SCM 370 determina el estado de carga. Si la batería está completamente cargada, el SCM desenergizará el relé 390a y energizará el relé 390b, conectando de esta manera la batería 100b para la carga. Incluso si la batería no está completamente cargada, el controlador 480 principal puede conmutar a cargar la batería 100b en base a otros criterios, tales como el balanceo del estado de carga. El proceso iterativo continúa hasta que ambas baterías están completamente cargadas.

10 La Fig. 13 es un diagrama de flujo que ilustra la entrada al modo nulo. Cuando se selecciona el modo nulo, el controlador 480 principal señala al SCM para desenergizar los relés 390a y 390b asociados con ambas baterías 100a y 100b.

15 La Fig. 14 es un diagrama de flujo que ilustra la lógica de selección de batería del controlador 480 principal y el SCM 370 en el modo de carga. El controlador 480 principal entra al modo de descarga tras abrir el conmutador 420 de encendido. El SCM 370 está configurado para energizar primero el relé 390a, conectando de esta manera la batería 100a para la descarga. Si el controlador 480 principal determina que la batería 100a tiene un mayor historial de descarga que la batería 100b, el controlador 480 principal puede ignorar al SCM 370 y puede seleccionar que se cargue primero la batería 100b.

20 Después de que la batería 100a se ha cargado durante un período, el SCM 370 determina el estado de carga. Si la batería está completamente cargada, el SCM desenergizará el relé 390a y energizará el relé 390b, conectando de esta manera la batería 100b para la descarga. Incluso si la batería 100a no está completamente descargada, el controlador 480 principal puede conmutar a cargar la batería 100b en base a otros criterios, tales como el balanceo del estado de carga o la maximización de la vida útil de la batería mediante la prevención de descargas profundas. El proceso iterativo continúa hasta que ambas baterías estén completamente descargadas o el controlador principal vuelva al modo de carga o al modo nulo.

25 El SCM 370 y/o el controlador 480 principal pueden estar programados con criterios de conmutación de batería adicionales, tales como un límite de corriente. Un punto de límite de corriente protege las baterías auxiliares contra una velocidad de descarga excesiva y promueve la distribución de corriente entre las baterías auxiliares.

30 Por consiguiente, la invención proporciona un sistema de control nuevo y útil para los elementos de almacenamiento eléctrico de un vehículo, que incluyen un sistema para controlar la entrada y la salida de energía a y desde los elementos de almacenamiento eléctrico.

REIVINDICACIONES

1. Módulo de batería para su uso con un sistema eléctrico de un vehículo, que comprende:
- un convertidor de voltaje de batería bidireccional
 - una primera batería;
 - 5 una segunda batería;
 - un primer relé que conecta de manera selectiva la primera batería al convertidor de voltaje de batería bidireccional;
 - un segundo relé que conecta de manera selectiva la segunda batería al convertidor de voltaje de batería bidireccional; y
 - 10 un controlador que energiza de manera selectiva el primer relé, energiza de manera selectiva el segundo relé y controla una dirección de corriente a través del convertidor de voltaje de batería bidireccional,
 - en el que el controlador está configurado para operar la primera batería en un modo de carga cuando un conmutador de encendido del sistema eléctrico del vehículo está en un estado cerrado, y está configurado para operar la primera batería en un modo de descarga cuando el conmutador de encendido está en un estado abierto.
 - 15
2. Módulo de batería según la reivindicación 1, en el que el convertidor de voltaje de batería bidireccional comprende
- un inductor,
 - 20 un primer conmutador que acopla de manera selectiva el inductor a una de entre la primera batería y la segunda batería,
 - un segundo conmutador que acopla de manera selectiva el inductor a una de entre la primera batería y la segunda batería,
 - un tercer conmutador que acopla de manera selectiva el inductor al sistema eléctrico del vehículo,
 - un cuarto conmutador que acopla de manera selectiva el inductor al sistema eléctrico del vehículo, y
 - 25 un circuito de enrutamiento controlado por el controlador y conectado a cada uno de entre los conmutadores primero, segundo, tercero y cuarto, en el que el circuito de enrutamiento abre y cierra de manera selectiva cada uno de entre el primer conmutador, el segundo conmutador, el tercer conmutador y el cuarto conmutador, cargando el inductor desde uno de entre el sistema eléctrico del vehículo y la batería y descargando el inductor al otro de entre el sistema eléctrico del vehículo y la batería.
 - 30
3. Módulo de batería según la reivindicación 1, en el que el controlador supervisa un primer parámetro relacionado con un estado de carga de la primera batería y un segundo parámetro relacionado con un estado de carga de la segunda batería; y opcionalmente
- en el que el controlador desconecta la primera batería cuando el primer parámetro atraviesa un valor de umbral, y en el que en algunas realizaciones el controlador conecta la segunda batería cuando el primer parámetro atraviesa el valor de umbral.
 - 35
4. Sistema eléctrico de un vehículo, que comprende:
- un bus de sistema;
 - un alternador que suministra una corriente al bus de sistema cuando es impulsado mecánicamente por un motor primario;
 - 40 un conmutador de encendido que selecciona un estado de funcionamiento del sistema eléctrico del vehículo;

- una batería primaria conectada al bus del sistema;
- un primer módulo de batería auxiliar según cualquiera de las reivindicaciones 1-3 conectado al bus del sistema, comprendiendo el primer módulo de batería auxiliar
- 5 un controlador de módulo que conecta de manera selectiva una de entre la primera batería y la segunda batería al convertidor de voltaje de batería bidireccional;
- en el que el sistema eléctrico del vehículo comprende además un controlador de sistema principal que opera el primer módulo de batería auxiliar en uno de entre un modo nulo, en el que la primera batería y la segunda batería están desconectadas del sistema eléctrico del vehículo,
- 10 en el que, en el modo de carga, una de entre la primera batería y la segunda batería recibe una corriente a través del convertidor de voltaje de batería bidireccional, y
- en el que, en el modo de descarga, una de entre la primera batería y la segunda batería suministra una corriente a través del convertidor de voltaje de batería bidireccional,
- 15 en el que el controlador de sistema principal está configurado para operar el primer módulo de batería auxiliar en el modo de carga cuando el conmutador de encendido está en un estado cerrado, y está configurado para operar el primer módulo de batería auxiliar en el modo de descarga cuando el conmutador de encendido está en un estado abierto.
5. Sistema eléctrico de un vehículo según la reivindicación 4, en el que el modo de carga opera en múltiples etapas de carga, que comprenden
- una etapa principal, en la que una corriente de carga se mantiene sustancialmente constante,
- 20 una etapa de absorción, en la que un voltaje de carga se mantiene sustancialmente constante, y
- una etapa flotante, en la que tanto el voltaje de carga como la corriente de carga se mantienen sustancialmente constantes.
6. Sistema eléctrico de un vehículo según la reivindicación 4, en el que el convertidor de voltaje de batería bidireccional comprende
- 25 un inductor, en el que un primer conmutador acopla de manera selectiva el inductor a una de entre la primera batería y la segunda batería;
- un segundo conmutador que acopla de manera selectiva el inductor a una de entre la primera batería y la segunda batería,
- un tercer conmutador que acopla de manera selectiva el inductor al bus del sistema,
- 30 un cuarto conmutador que acopla de manera selectiva el inductor al bus del sistema, y
- un circuito de enrutamiento controlado por el controlador de módulo y conectado a cada uno de entre los conmutadores primero, segundo, tercero y cuarto, en el que el circuito de enrutamiento ordena de manera controlable la apertura y el cierre de cada uno de entre el primer conmutador, el segundo conmutador, el tercer conmutador y el cuarto conmutador.
- 35 7. Sistema eléctrico de un vehículo según la reivindicación 4, en el que el circuito de enrutamiento comprende un modulador de anchura de pulso.
8. Sistema eléctrico de un vehículo según la reivindicación 4, en el que el controlador de módulo conecta preferiblemente la primera batería al sistema eléctrico del vehículo tras el cierre del conmutador de encendido.
- 40 9. Sistema eléctrico de un vehículo según la reivindicación 4, que comprende además una memoria que almacena los datos de uso de al menos la primera batería y la segunda batería; y opcionalmente
- en el que el controlador de módulo conecta preferiblemente la primera batería al sistema eléctrico del vehículo en respuesta al cierre del conmutador de encendido y en el que el controlador del sistema ignora al controlador

del módulo con el fin de conectar preferiblemente la segunda batería al sistema eléctrico del vehículo en respuesta al cierre del conmutador de encendido, en base a los datos de uso.

10. Sistema eléctrico de un vehículo según la reivindicación 4,

5 en el control de módulo conecta y desconecta de manera alternada la primera batería y la segunda batería al convertidor de voltaje de batería bidireccional con el fin de equilibrar el estado de carga de la primera batería y el estado de carga de la segunda batería mientras operan en el modo de descarga.

11. Sistema eléctrico de un vehículo según la reivindicación 4, que comprende, además

un segundo módulo de batería auxiliar que comprende

una tercera batería auxiliar,

10 una cuarta batería auxiliar,

un segundo convertidor de voltaje de batería bidireccional, y

un segundo controlador de módulo que conecta de manera selectiva una de entre la tercera batería auxiliar y la cuarta batería auxiliar al segundo convertidor de voltaje de batería bidireccional.

12. Sistema eléctrico de un vehículo según la reivindicación 4, que comprende, además

15 un segundo módulo de batería auxiliar que comprende

una tercera batería auxiliar,

una cuarta batería auxiliar,

un segundo convertidor de voltaje de batería bidireccional,

20 un segundo controlador de módulo que conecta de manera selectiva una de entre la primera batería y la segunda batería al convertidor de voltaje de batería bidireccional; y

el controlador de sistema principal opera el primer módulo de batería auxiliar y el segundo módulo de batería auxiliar para dar prioridad a una recarga de una de entre la primera batería auxiliar, la segunda batería auxiliar, la tercera batería auxiliar y la cuarta batería auxiliar.

25 13. Sistema eléctrico de un vehículo según la reivindicación 12, en el que el controlador de sistema principal da prioridad a la recarga de una de entre la primera batería, la segunda batería, la tercera batería auxiliar y la cuarta batería auxiliar en base a un estado de carga.

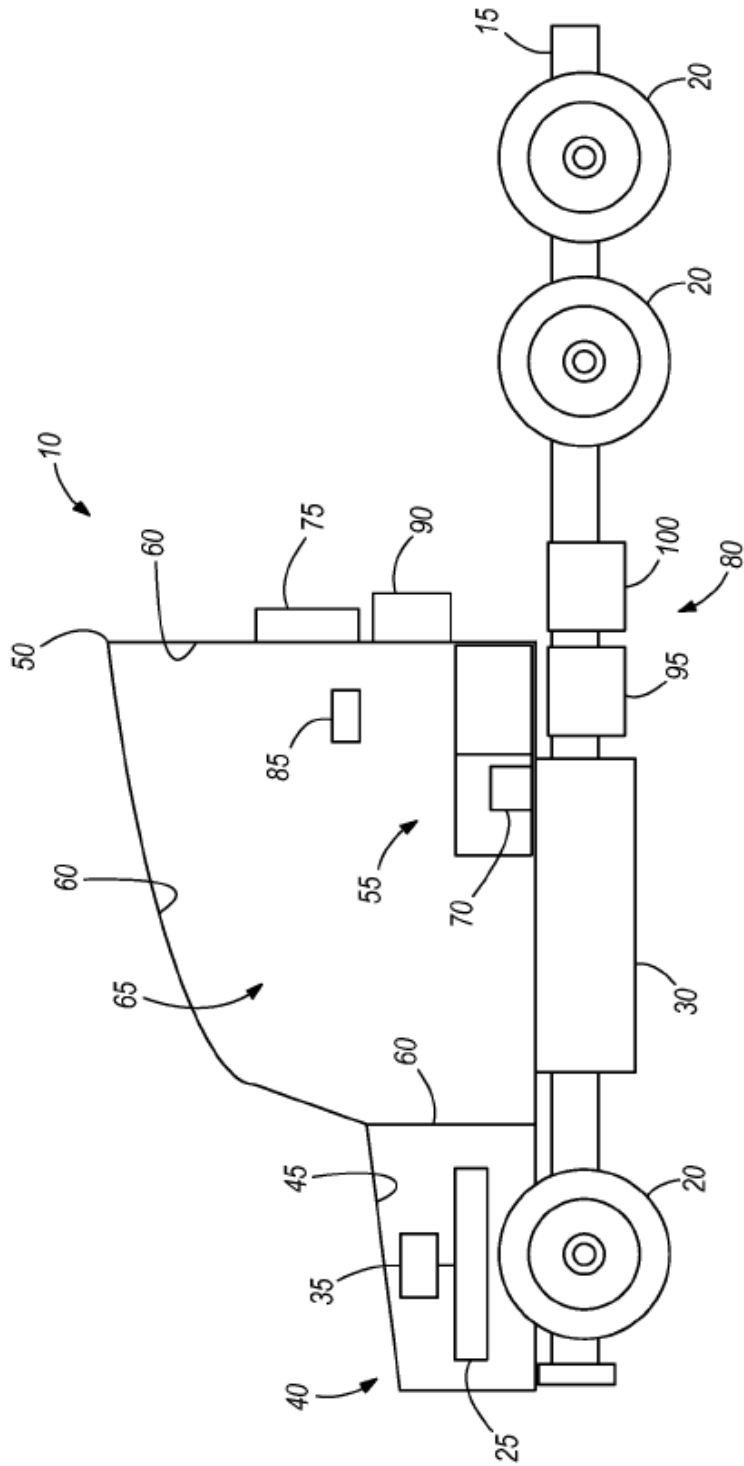


FIG. 1

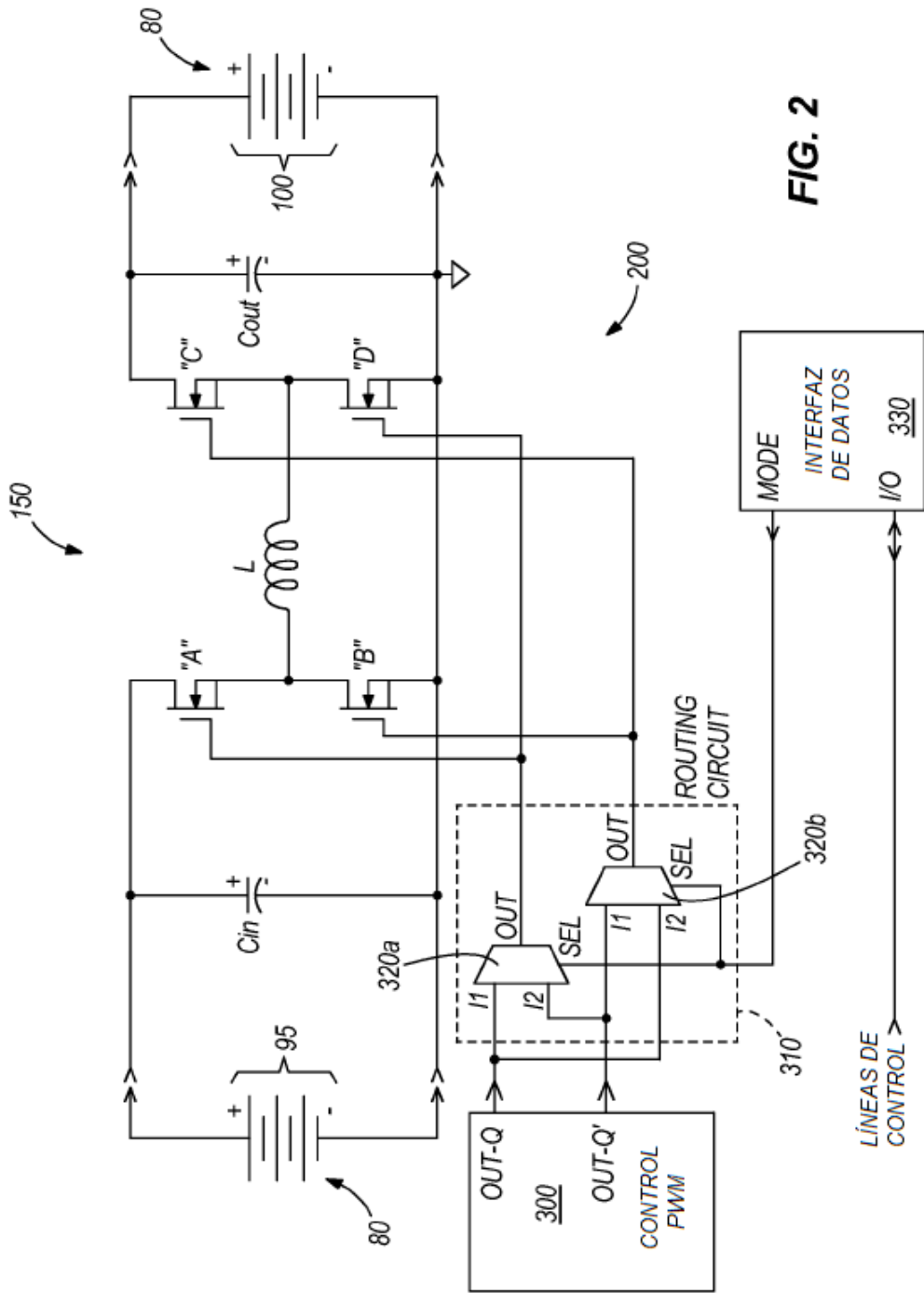


FIG. 2

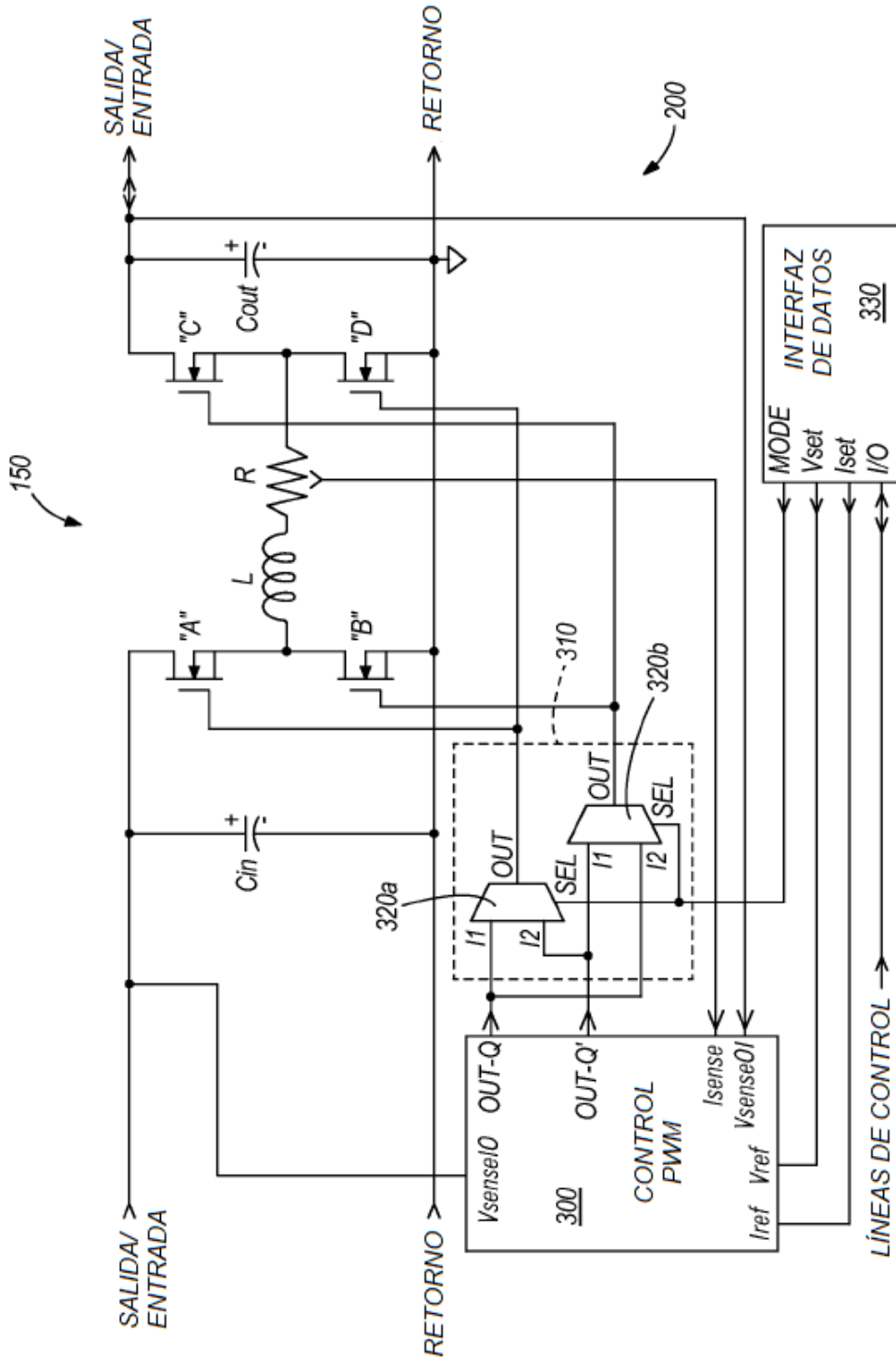


FIG. 3

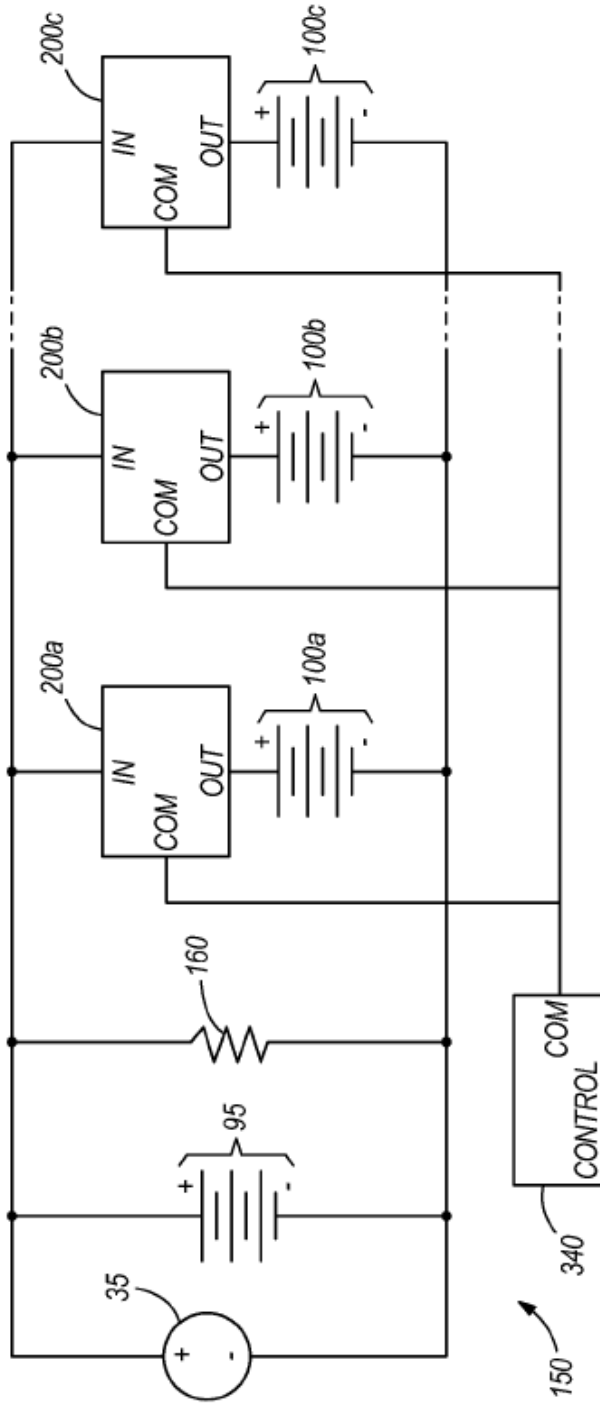


FIG. 4

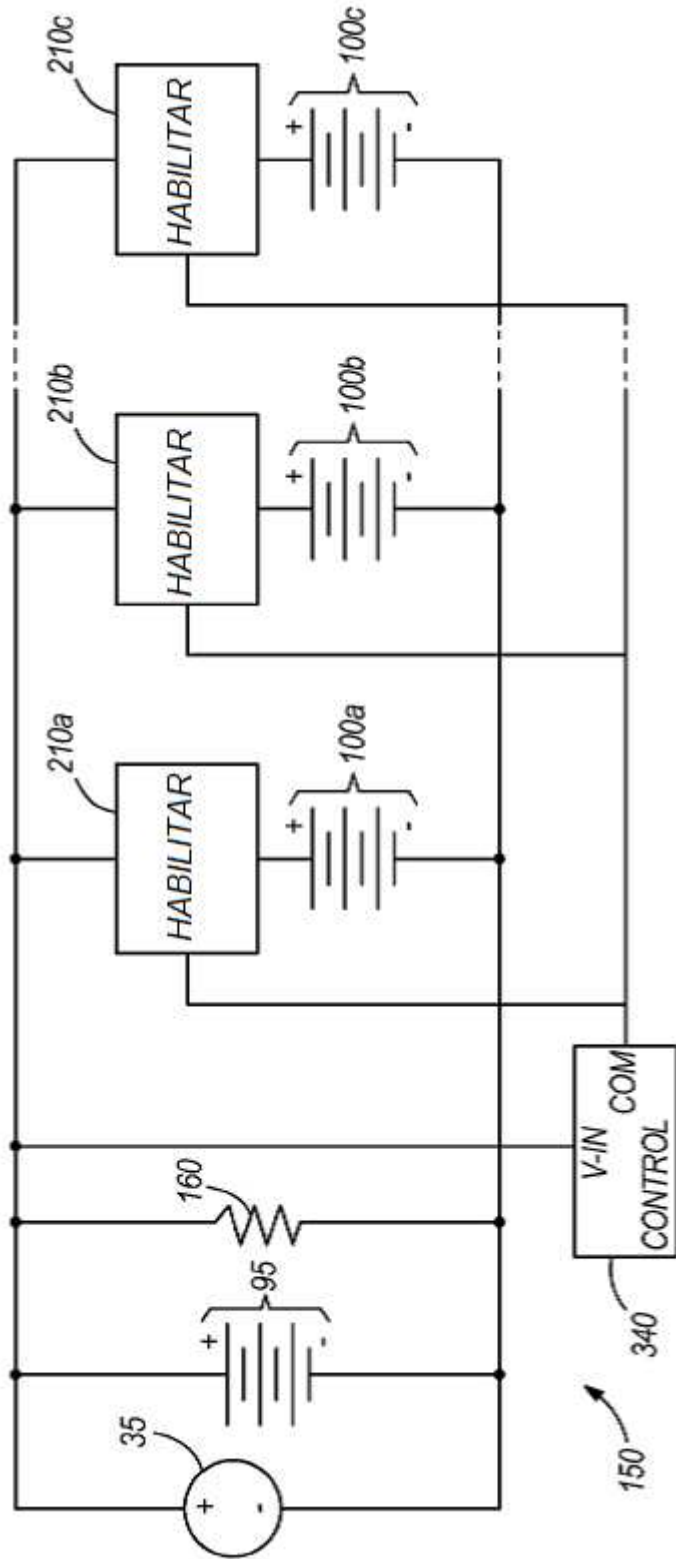


FIG. 5

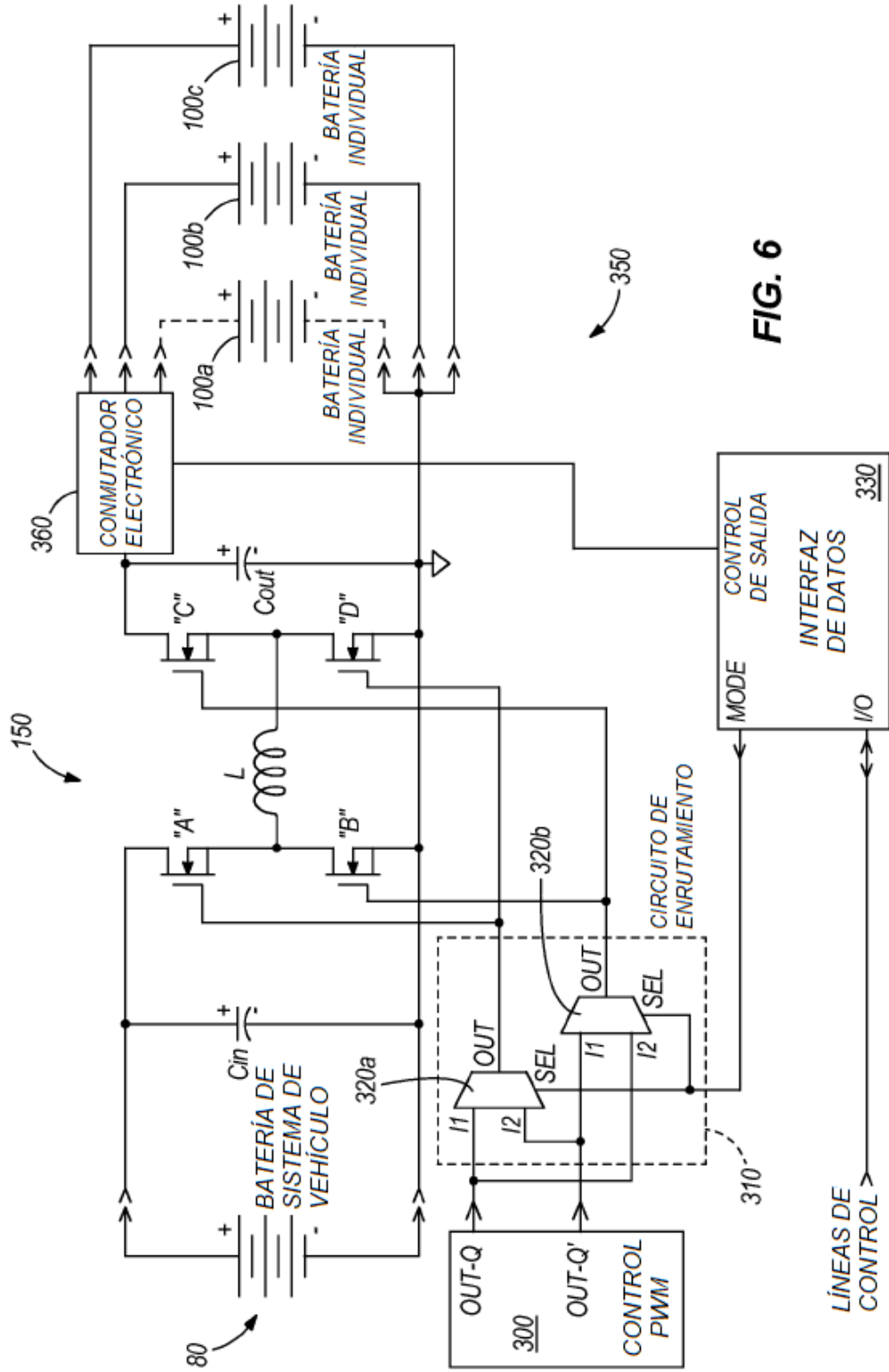


FIG. 6

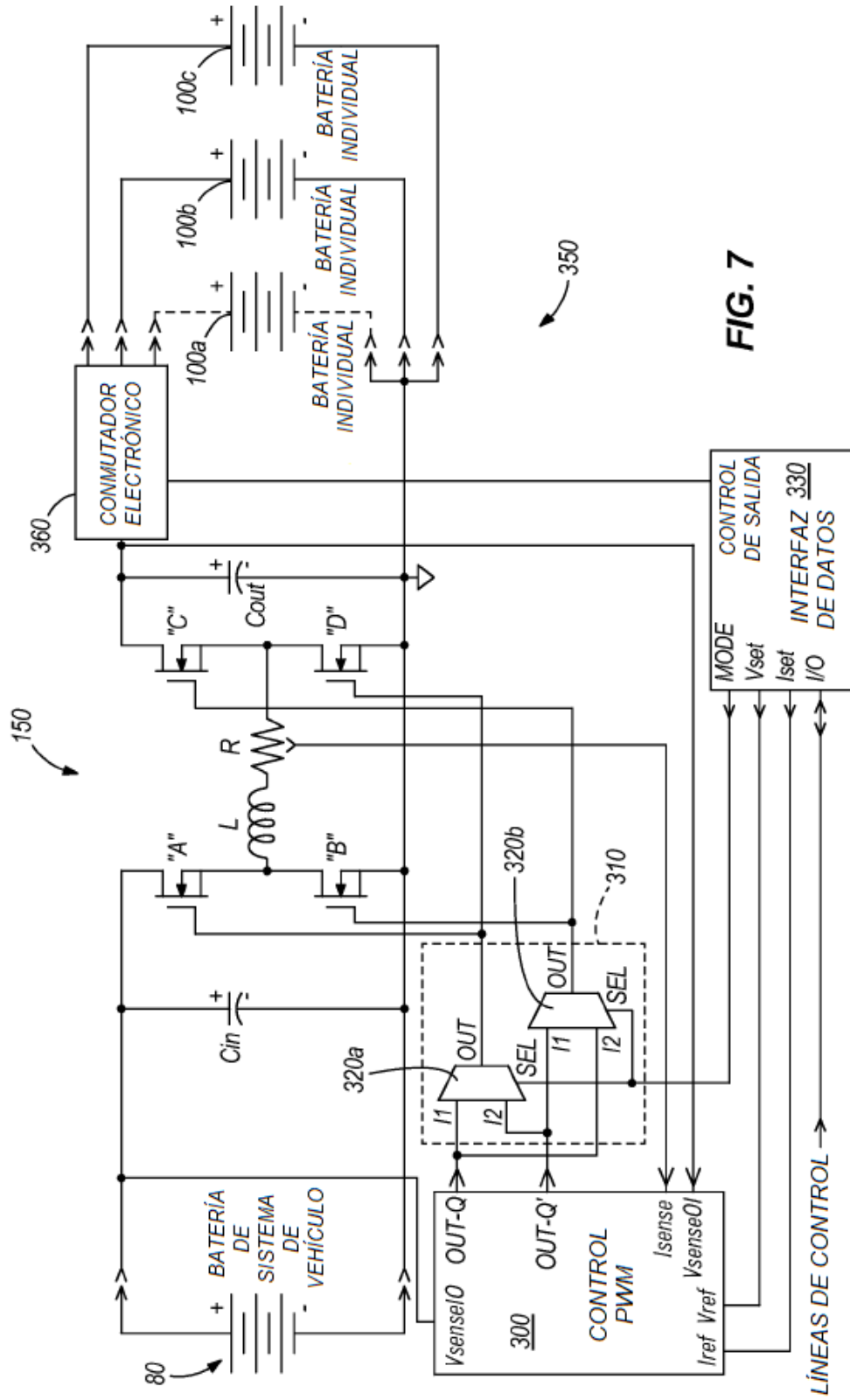


FIG. 7

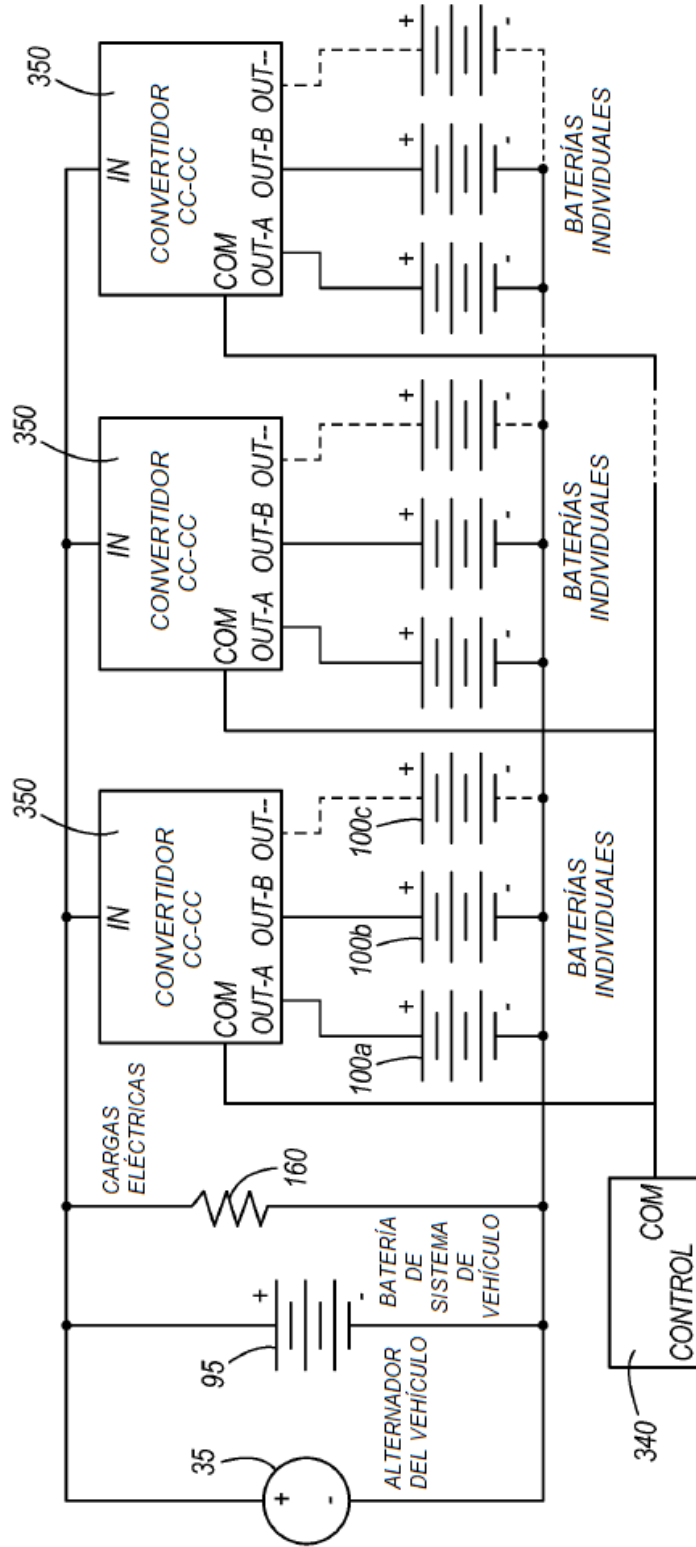


FIG. 8

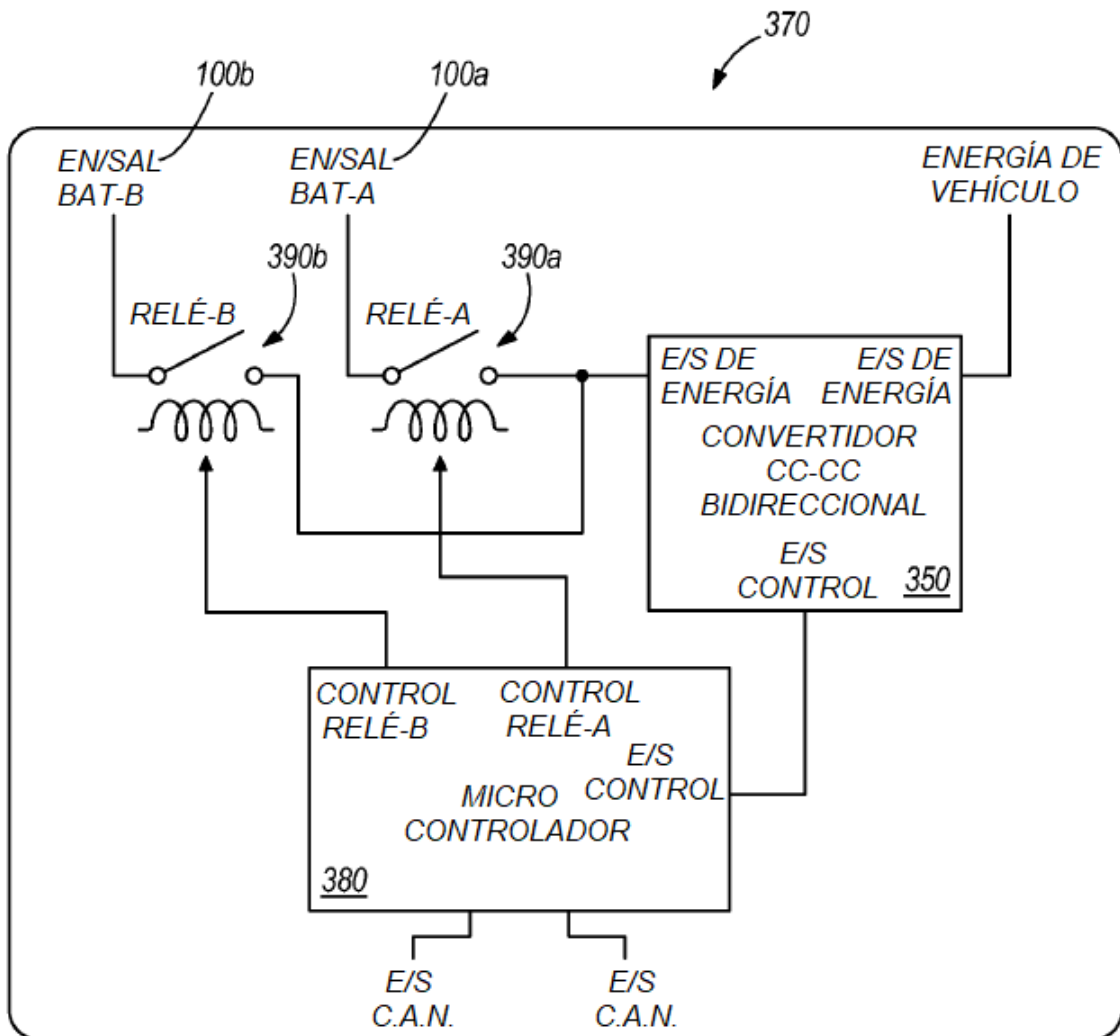


FIG. 9

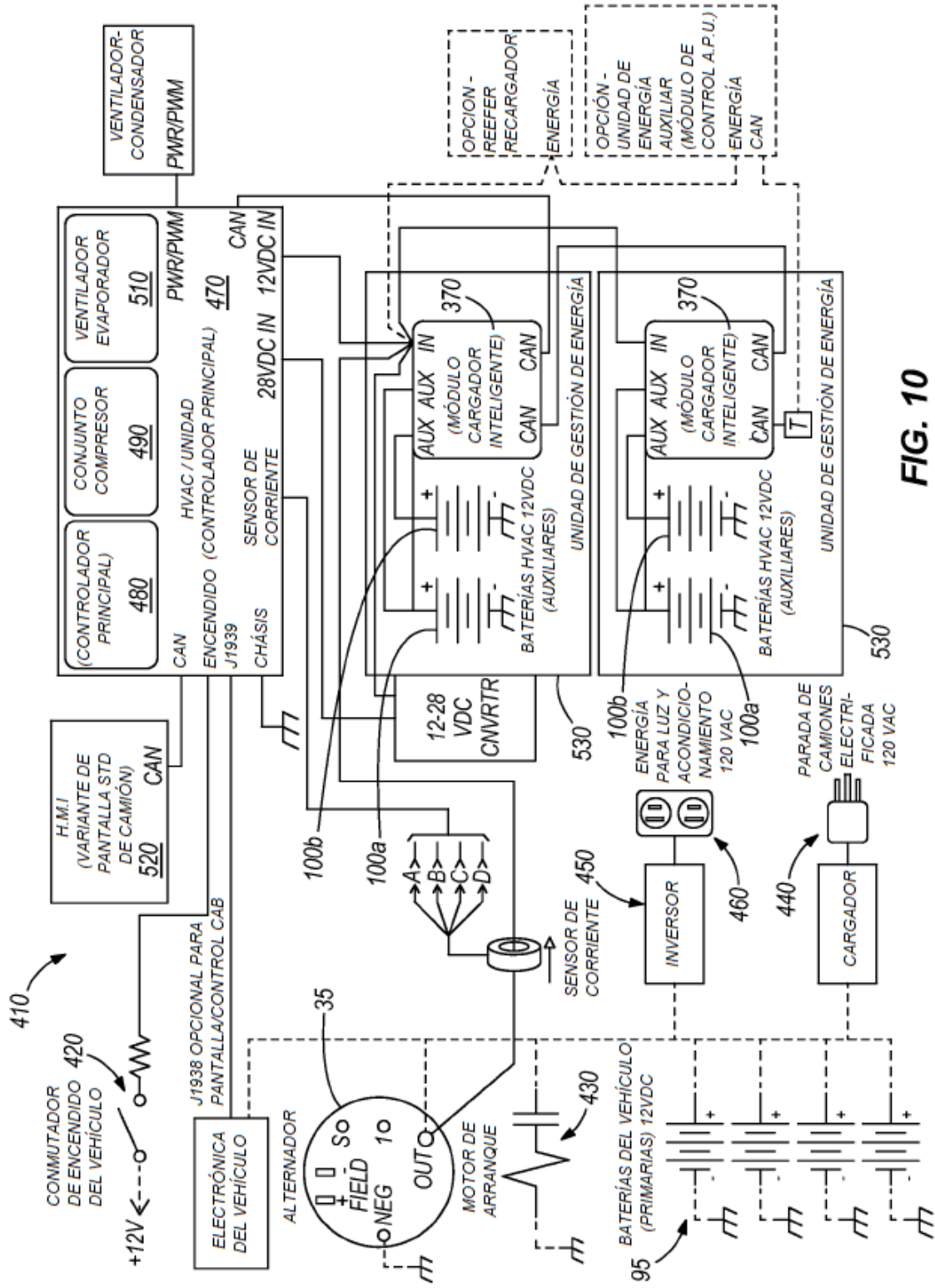


FIG. 10

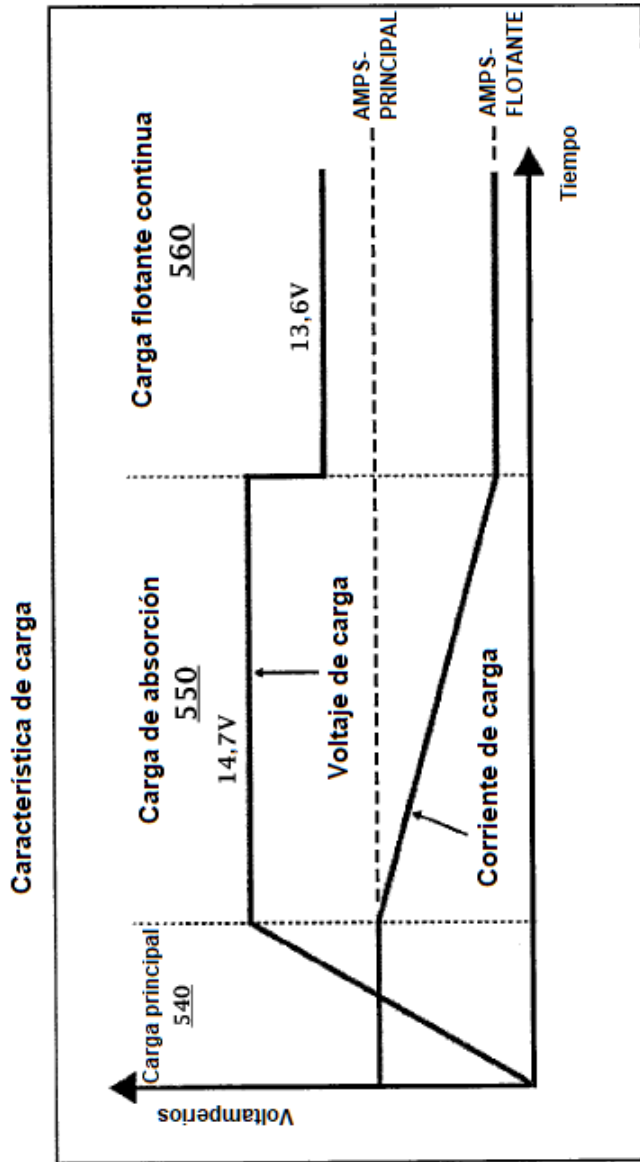


FIG. 11

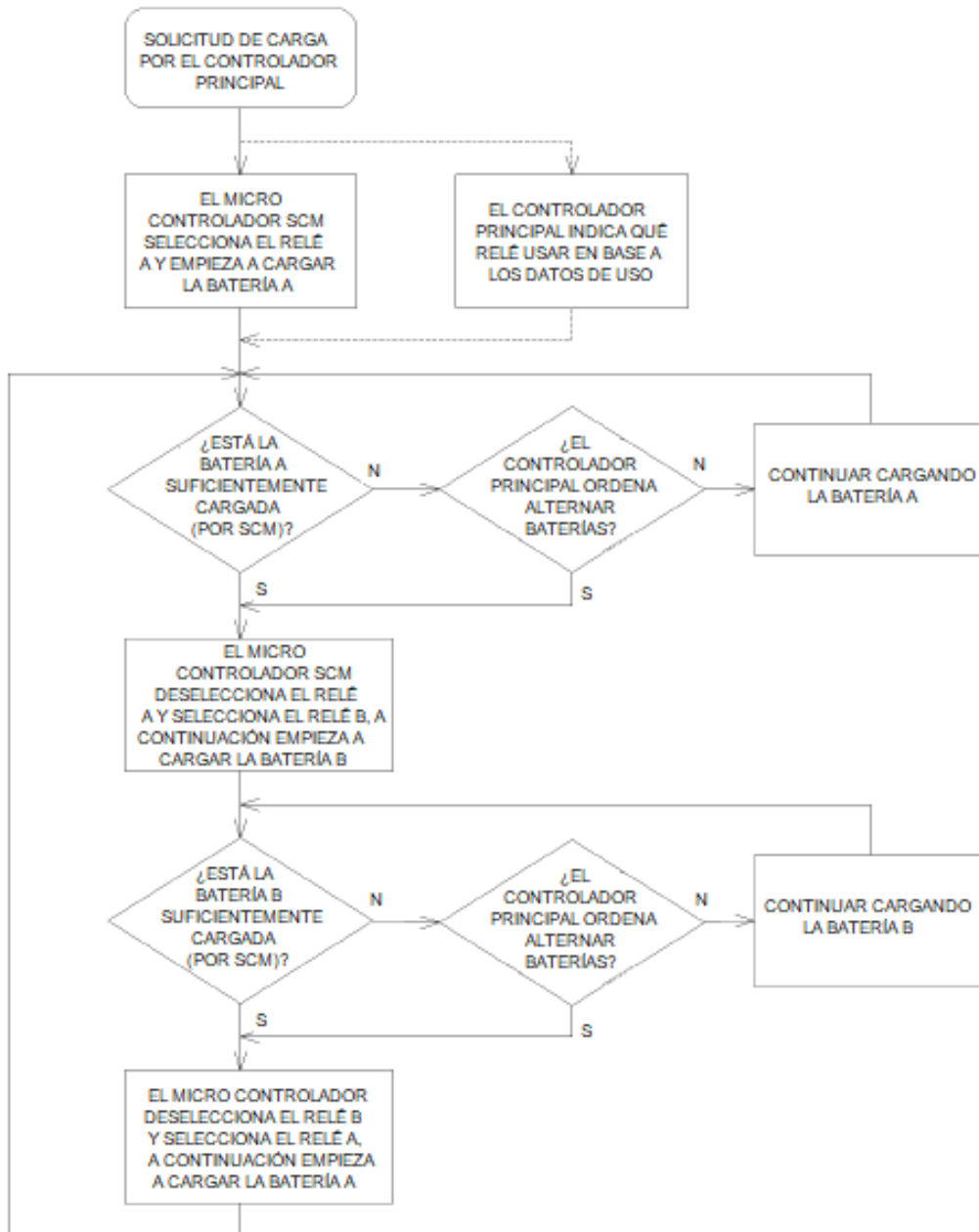


FIG. 12

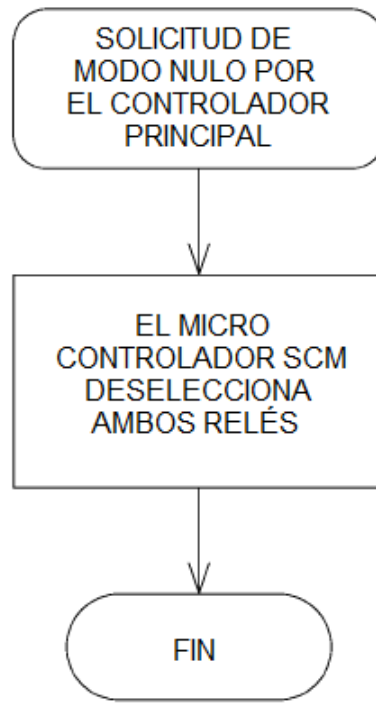


FIG. 13

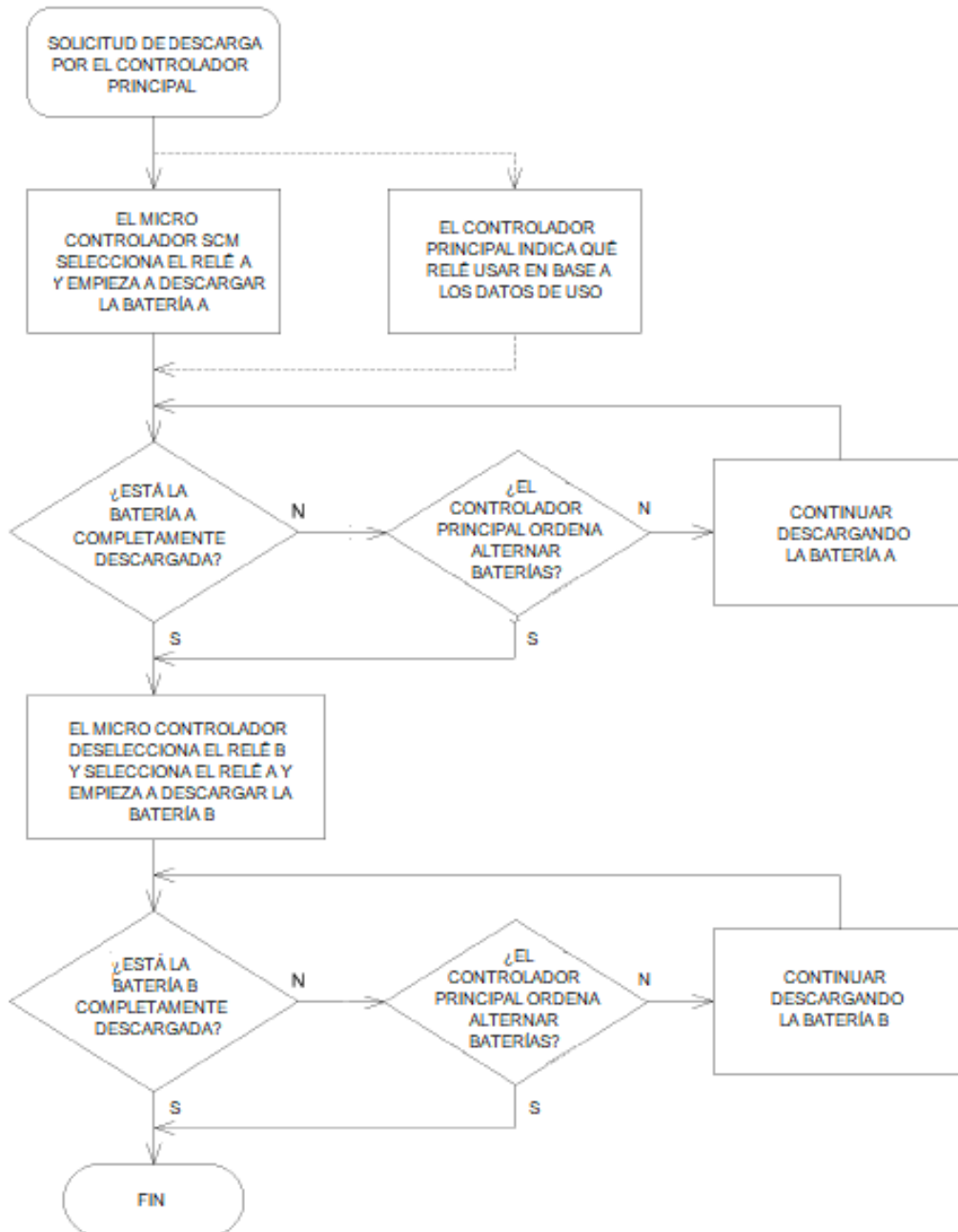


FIG. 14