

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 930 283**

51 Int. Cl.:

**H02J 3/14** (2006.01)  
**H02J 3/32** (2006.01)  
**B60L 55/00** (2009.01)  
**B60L 53/20** (2009.01)  
**B60L 53/63** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.07.2019 E 19183728 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.10.2022 EP 3709465**

54 Título: **Aparato de control de corriente inteligente**

30 Prioridad:

**13.03.2019 CN 201910187394**

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

**09.12.2022**

73 Titular/es:

**DELTA ELECTRONICS, INC. (100.0%)**  
**No. 3, Tungyuan Road, Chungli Industrial Zone**  
**Taoyuan City 32063, TW**

72 Inventor/es:

**WU, TSUNG-YUAN**

74 Agente/Representante:

**ÁLVAREZ LÓPEZ, Sonia**

ES 2 930 283 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**

Aparato de control de corriente inteligente

5 **ANTECEDENTES**

Campo técnico

10 La presente descripción se refiere a un aparato de control de corriente inteligente, y más particularmente a un aparato de control de corriente inteligente para ajustar de forma bidireccional y dinámica la corriente de carga y descarga de un vehículo eléctrico.

Descripción de la técnica relacionada

15 Las afirmaciones de esta parte únicamente proporcionan información de los antecedentes relacionados con la presente descripción y no constituyen necesariamente la técnica anterior.

20 En las aplicaciones de carga y descarga del vehículo eléctrico, la práctica actual es proporcionar una rama de carga independiente para satisfacer la potencia nominal para el cargador del vehículo eléctrico, ya que la energía eléctrica requerida por el vehículo eléctrico es grande y, por lo tanto, se necesita aplicar capacidad de potencia adicional para el cargador del vehículo eléctrico. Sin embargo, en algunas aplicaciones tales como residencias personales, es difícil utilizar eficazmente la energía eléctrica, reducir el tiempo para cargar el vehículo eléctrico y mejorar la comodidad para los usuarios bajo un suministro de energía limitado. En la rama de suministro de energía existente con la potencia nominal distribuida, la potencia de suministro estaría limitada por la potencia disponible que es igual a la potencia nominal de cada rama de suministro menos la potencia consumida por las cargas para evitar que la potencia total utilizada exceda la potencia nominal para causar el disparo del disyuntor frontal. Además, cuando el vehículo eléctrico está conectado al cargador, la batería dentro del vehículo eléctrico podría ser una fuente de electricidad para proporcionar el sistema de energía para despacho de potencia. El documento EP2784897A1 describe un dispositivo de gestión de electricidad que aumenta un valor de contador a medida que un vehículo eléctrico se carga a partir de energía de la red que se suministra desde una red eléctrica, conservando el valor de contador cuando el vehículo eléctrico se carga a partir de electricidad generada por un dispositivo de generación de electricidad, y reduce el valor de contador a medida que la electricidad del vehículo eléctrico se descarga a un tablero de distribución.

35 El documento DE102016123923A1 se refiere a un dispositivo de carga para cargar al menos un dispositivo de almacenamiento de energía eléctrica, en particular de vehículos de motor, que tiene una pluralidad de unidades de carga, teniendo cada unidad de carga en cada caso un convertidor de CA/CC, un circuito intermedio de tensión de CC, un dispositivo de almacenamiento de alta tensión y un convertidor de CC/CC, pudiendo las unidades de carga conectarse en el lado de salida, en particular según sea necesario.

40 El documento US20180339595A1 describe un circuito de carga de vehículo eléctrico que incluye un primer circuito de conversión de potencia configurado para proporcionar una corriente de salida para cargar un vehículo eléctrico, un dispositivo de almacenamiento de energía y un segundo circuito de conversión de potencia acoplado eléctricamente entre el dispositivo de almacenamiento de energía y un bus, y configurado para transmitir energía bidireccionalmente entre el dispositivo de almacenamiento y el bus. El primer circuito de conversión de potencia incluye un convertidor de CA/CC configurado para convertir una tensión de CA en una tensión de bus al bus, y un convertidor de CC/CC acoplado eléctricamente al convertidor de CA/CC en el bus y configurado para generar la corriente de salida. El segundo circuito de conversión de potencia incluye un convertidor bidireccional aislado.

**RESUMEN**

50 Con el fin de resolver los problemas mencionados anteriormente, se proporciona un aparato de control de corriente inteligente según las reivindicaciones. El aparato de control de corriente inteligente proporciona un control de corriente para una rama de suministro de energía y una carga. El aparato de control de corriente inteligente incluye al menos una unidad de conversión de potencia y una unidad de control. La unidad de conversión de potencia proporciona una potencia de carga-descarga total para cargar o descargar la carga según una pluralidad de corrientes monofásicas independientes. La unidad de control está acoplada a la al menos una unidad de conversión de potencia. La unidad de control controla una corriente de fase total, que está compuesta por la corriente monofásica y una corriente de fase doméstica en la misma fase, para que sea menor o igual que una corriente de fase nominal de la rama de suministro de energía.

60 Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son ejemplares y pretenden proporcionar una explicación adicional de la presente descripción tal como se reivindica. Otras ventajas y características de la presente descripción serán evidentes a partir de la siguiente descripción, dibujos y reivindicaciones.

65

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente descripción se puede entender más completamente al leer la siguiente descripción detallada de la realización, en la que se hace referencia a los dibujos adjuntos como sigue:

- 5 la FIG. 1 es un diagrama de bloques de circuito de un aparato de control de corriente inteligente de la presente descripción,  
la FIG. 2A es un diagrama de bloques de circuito de un aparato de control de corriente inteligente según una primera realización de la presente descripción,  
10 la FIG. 2B es un diagrama de bloques de circuito de un aparato de control de corriente inteligente según una segunda realización de la presente descripción,  
la FIG. 3A es un diagrama de bloques de circuito de la unidad de conversión de potencia según una primera realización de la presente descripción,  
la FIG. 3B es un diagrama de bloques de circuito de la unidad de conversión de potencia según una segunda  
15 realización de la presente descripción,  
la FIG. 4 es un diagrama de bloques de circuito del aparato de control de corriente inteligente según una tercera realización de la presente descripción,  
la FIG. 5A es una forma de onda esquemática de un control de carga del aparato de control de corriente inteligente según la presente descripción, y la  
20 FIG. 5B es una forma de onda esquemática de un control de descarga del aparato de control de corriente inteligente según la presente descripción.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 25 A continuación se hará referencia a las figuras de los dibujos para describir la presente descripción en detalle. Se entenderá que las figuras de los dibujos y las realizaciones ejemplificadas de la presente descripción no se limitan a los detalles de la misma.

- 30 Consúltese la FIG. 1, que muestra un diagrama de bloques de circuito de un aparato de control de corriente inteligente de la presente descripción. Un sistema de suministro de energía 100 está acoplado a una carga de vehículo 200, y el sistema de suministro de energía 100 incluye una rama de suministro de energía 10 y un aparato de control de corriente inteligente 20. En particular, la carga de vehículo 200 puede ser, por ejemplo, pero no se limita a, un vehículo eléctrico (EV). El vehículo eléctrico mencionado aquí puede ser otras grandes cargas de energía que afectarían la configuración de suministro de energía original. La rama de suministro de energía 10 incluye una unidad de interruptor 12 y una pluralidad de cargas domésticas 14-1~14-3, y una pluralidad de corrientes de fase totales independientes la1~la3 son transmitidas (recibidas y proporcionadas) por una compañía eléctrica a través de la rama de suministro de energía 10. El aparato de control de corriente inteligente 20 está acoplado a la unidad de interruptor 12, las cargas domésticas 14-1~14-3 y la carga de vehículo 200. En particular, la unidad de interruptor 12 puede ser un dispositivo de protección, tal como, pero sin limitarse a, un interruptor o un fusible. La pluralidad de corrientes de fase totales reales la1~la3 corresponden a las corrientes de fase domésticas lh1~lh3 proporcionadas desde las cargas domésticas 14-1~14-3, y corresponden a una pluralidad de corrientes monofásicas lt1~lt3 transmitidas desde el aparato de control de corriente  
40 inteligente 20. Después de que la pluralidad de corrientes monofásicas lt1~lt3 son controladas y convertidas por el aparato de control de corriente inteligente 20, el aparato de control de corriente inteligente 20 proporciona una corriente de carga-descarga total lct para cargar la carga de vehículo 200, o la carga de vehículo 200 descarga al aparato de control de corriente inteligente 20 a través de la corriente de carga-descarga total lct y, por lo tanto, se puede  
45 implementar un control de corriente bidireccional de la carga de vehículo 200.

- Específicamente, una potencia nominal para la rama de suministro de energía 10 puede ser acordada por la compañía eléctrica y cada cliente usuario, o ser establecida por el cliente usuario en función de la potencia nominal distribuida por la compañía eléctrica. Según la potencia nominal establecida o acordada, el aparato de control de corriente  
50 inteligente 20 puede adquirir señales de corriente nominal Sr1~Sr3 de cada rama, donde las señales de corriente nominal Sr1~Sr3 implican información de corrientes de fase nominales lra1~lra3. Cada cliente usuario utiliza la potencia nominal dividiéndola en múltiples sucursales independientes según las necesidades reales. Por ejemplo, la electricidad en una sala de estar es una rama, la electricidad en una cocina es otra rama, y la electricidad en una habitación es otra rama adicional. Dado que la carga acoplada a cada rama no es la misma, el consumo de energía de cada rama individual suele ser diferente.

- El aparato de control de corriente inteligente 20 que carga la carga de vehículo 200 se ejemplifica para una demostración adicional. Dado que la carga doméstica 14-1~14-3 de cada fase puede ser diferente (por ejemplo, pero no limitada a, que la carga doméstica 14-1 es un electrodoméstico en la sala de estar, tal como un televisor, la carga doméstica 14-2 es un electrodoméstico en la cocina, tal como un frigorífico, la carga doméstica 14-3 es un electrodoméstico en la habitación, tal como una luz eléctrica), las corrientes de fase domésticas consumidas lh1~lh3 pueden ser diferentes, tal como 5 amperios, 10 amperios y 1 amperio consumidas por el televisor, el frigorífico y la luz eléctrica, respectivamente. Por lo tanto, las corrientes monofásicas disponibles (restantes) lt1~lt3 (restando las  
60 corrientes de fase domésticas lh1~lh3 de las corrientes de fase nominales lra1~lra3) son diferentes.

Las corrientes monofásicas disponibles (restantes)  $I_{t1}$ - $I_{t3}$  proporcionan la carga de vehículo 200 y generalmente en la misma corriente para cada fase de esta. Además, con el fin de evitar que la potencia utilizada de cualquier fase exceda la potencia nominal, se utiliza la corriente mínima de corrientes monofásicas disponibles  $I_{t1}$ - $I_{t3}$  como referencia de corriente de carga de la carga de vehículo 200. Por lo tanto, cuando al menos uno del valor máximo disponible de las corrientes monofásicas  $I_{t1}$ - $I_{t3}$  es diferente, la corriente de carga en la operación convencional sería limitada, es decir, porque la suma de las corrientes monofásicas disponibles  $I_{t1}$ - $I_{t3}$  es mayor que una corriente que es igual a la corriente de fase que es la corriente mínima disponible multiplicada por el número de fase. Por consiguiente, el propósito principal de la presente descripción es limitar, ajustar y controlar independientemente las corrientes monofásicas  $I_{t1}$ - $I_{t3}$  mediante el aparato de control de corriente inteligente 20 de modo que las potencias de suministro multifásicas se puedan utilizar de la manera más eficaz según las potencias nominales y las potencias utilizadas reales de cada fase. En comparación con las operaciones convencionales, se trata de lograr que la potencia nominal de la configuración original se pueda maximizar y que el tiempo de carga y descarga de la carga de vehículo 200 se pueda acortar, mejorando así el rendimiento de carga y descarga del aparato de control de corriente inteligente 20.

Consúltase la FIG. 1 nuevamente, el aparato de control de corriente inteligente 20 incluye una pluralidad de primeras unidades de detección de corriente 22-1~22-3, y las primeras unidades de detección de corriente 22-1-22-3 están acopladas a caminos entre puntos de acoplamiento del aparato de control de corriente inteligente 20 y las cargas domésticas 14-1~14-3, respectivamente. Las corrientes de fase domésticas consumidas  $I_{h1}$ ~ $I_{h3}$  de las cargas domésticas 14-1~14-3 se pueden realizar según las señales de corriente doméstica  $S_{i1}$ ~ $S_{i3}$ , y las corrientes de fase nominales  $I_{ra1}$ ~ $I_{ra3}$  se pueden realizar según las señales de corriente nominal  $S_{r1}$ ~ $S_{r3}$ . Según las señales de corriente domésticas  $S_{i1}$ ~ $S_{i3}$  y las señales de corriente nominal  $S_{r1}$ ~ $S_{r3}$ , el aparato de control de corriente inteligente 20 proporciona las corrientes monofásicas  $I_{t1}$ ~ $I_{t3}$  a la carga de vehículo 200 para el control de corriente de modo que una corriente máxima disponible para la carga de vehículo 200 se determina según una corriente de síntesis en función de las corrientes de fase nominales  $I_{ra1}$ ~ $I_{ra3}$  y las corrientes de fase domésticas  $I_{h1}$ ~ $I_{h3}$ . Como se muestra en la FIG. 1, cada una de las corrientes de fase nominales  $I_{ra1}$ ~ $I_{ra3}$ , cada una de las corrientes de fase domésticas correspondientes  $I_{h1}$ ~ $I_{h3}$ , y cada una de las corrientes monofásicas correspondientes  $I_{t1}$ ~ $I_{t3}$  de carga de la carga de vehículo 200 se recogen en los nodos  $N1$ ~ $N3$ . Se supone que la corriente que sale del nodo  $N1$ ~ $N3$  es positiva y la corriente que entra en el nodo  $N1$ ~ $N3$  es negativa. Cuando la carga de vehículo 200 se encuentra en un modo de carga, es decir, la carga de vehículo 200 se carga mediante el aparato de control de corriente inteligente 20, cada una de las corrientes de fase totales  $I_{a1}$ ~ $I_{a3}$ , que es igual a cada una de las corrientes de fase domésticas correspondientes  $I_{h1}$ ~ $I_{h3}$  más cada una de las corrientes monofásicas correspondientes  $I_{t1}$ ~ $I_{t3}$ , debe ser menor o igual que cada una de las corrientes de fase nominales correspondientes  $I_{ra1}$ ~ $I_{ra3}$ . Tomemos una primera rama como ejemplo, y se considera la dirección de corriente:  $I_{t1}+I_{h1}+(-I_{a1})=0$ . La fórmula se ajusta como sigue:  $I_{h1}+I_{t1}=I_{a1}<I_{ra1}$ .

Cuando la carga de vehículo 200 está en un modo de descarga, las cargas domésticas 14-1~14-3 pueden ser suministradas por la electricidad proporcionada por la carga de vehículo 200. Además, el excedente de electricidad puede vender al por mayor a la compañía eléctrica. En esta condición, cada una de las corrientes de fase totales  $I_{a1}$ ~ $I_{a3}$ , que es igual a cada una de las corrientes monofásicas correspondientes  $I_{t1}$ ~ $I_{t3}$  menos las corrientes de fase domésticas  $I_{h1}$ ~ $I_{h3}$ , debe ser menor o igual que cada una de las corrientes de fase nominales correspondientes  $I_{ra1}$ ~ $I_{ra3}$ . Tomemos la primera rama como ejemplo, y se considera la dirección de corriente:  $(-I_{t1})+I_{h1}+I_{a1}=0$ . La fórmula se ajusta como sigue:  $I_{t1}-I_{h1}=I_{a1}<I_{ra1}$ . En una realización de la presente descripción, la potencia nominal o la corriente nominal significa que la potencia máxima o la corriente máxima que cada cliente usuario puede utilizar. Además, la potencia nominal o la corriente nominal no se limita a estar directamente relacionada con los puntos de protección de la unidad de interruptor 12, es decir, la potencia nominal o la corriente nominal se puede configurar y controlar adicionalmente según el contrato por parte de la compañía eléctrica a través de una forma de comunicación para lograr la potencia de despacho de potencia, o se puede establecer adicionalmente según el contrato por parte del cliente usuario.

Consúltase la FIG. 2A, que muestra un diagrama de bloques de circuito del aparato de control de corriente inteligente según una primera realización de la presente descripción, y también consúltase la FIG. 1. El aparato de control de corriente inteligente 20 incluye una pluralidad de unidades de conversión de potencia 24-1~24-n, una unidad de detección de potencia 26 y una unidad de control 28. Cada una de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n es una unidad de conversión de potencia con una entrada trifásica para convertir tensiones monofásicas  $V_{ac1}$ ~ $V_{ac3}$  en una tensión de carga total  $V_{at}$ , o convertir la tensión de carga total  $V_{at}$  en las tensiones monofásicas  $V_{ac1}$ ~ $V_{ac3}$ . Cada una de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n recibe la pluralidad de corrientes monofásicas  $I_{t1}$ ~ $I_{t3}$  para proporcionar correspondientemente una corriente de carga-descarga  $I_{c1}$ ~ $I_{cn}$  según las corrientes monofásicas  $I_{t1}$ ~ $I_{t3}$  y los comandos de corriente  $S_{c1}$ ~ $S_{cn}$  de la unidad de control 28. Alternativamente, cada una de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n recibe correspondientemente la corriente de carga-descarga  $I_{c1}$ ~ $I_{cn}$  para proporcionar las corrientes monofásicas  $I_{t1}$ ~ $I_{t3}$  según la corriente de carga-descarga  $I_{c1}$ ~ $I_{cn}$ . La suma de las corrientes de carga-descarga  $I_{c1}$ ~ $I_{cn}$  es la corriente de carga-descarga total  $I_{ct}$ , y una relación entre las corrientes monofásicas  $I_{t1}$ ~ $I_{t3}$  y las corrientes de carga-descarga  $I_{c1}$ ~ $I_{cn}$  se puede convertir por una relación simple entre la potencia de entrada y la potencia de salida. Cada una de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n proporciona la corriente de carga-descarga correspondiente  $I_{c1}$ ~ $I_{cn}$  para cargar la carga de vehículo 200. De manera alternativa, la carga de vehículo 200 proporciona las corrientes carga-descarga  $I_{c1}$ ~ $I_{cn}$  a cada una de las unidades de conversión de potencia correspondientes 24-1~24-n de modo que las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n proporcionan las corrientes monofásicas  $I_{t1}$ ~ $I_{t3}$  a la rama de suministro de energía 10 según las corrientes de carga-descarga

Ic1~Icn.

Específicamente, dado que cada una de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n es un convertidor de CA-CC bidireccional, las corrientes monofásicas It1~It3 pueden ser diferentes de las corrientes de carga-descarga Ic1~Icn o la corriente de carga-descarga total Ict. Sin embargo, la potencia de entrada de cada una de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n es sustancialmente igual a la potencia de salida de las mismas sin considerar las pérdidas por conversión. Por lo tanto, la potencia de entrada de la unidad de conversión de potencia 24-1, que equivale a la tensión monofásica Vad multiplicada por la corriente monofásica It1, es igual a la potencia de salida de la unidad de conversión de potencia 24-1, que equivale a la tensión de carga total Vat multiplicada por las corrientes de carga-descarga Icl, y las unidades de conversión de potencia 24-2~24-n son similares. Por lo tanto, la potencia de entrada total (correspondiente a las corrientes monofásicas It1~It3) del aparato de control de corriente inteligente 20 es igual a la potencia de salida total (correspondiente a la corriente de carga-descarga total Ict) del aparato de control de corriente inteligente 20, y viceversa.

La unidad de detección de potencia 26 está acoplada a las primeras unidades de detección de corriente 22-1~22-3 y la unidad de control 28, y recibe las señales de corriente doméstica Si1~Si3 y las señales de corriente nominal Sr1~Sr3. La unidad de detección de potencia 26 realiza las corrientes de fase domésticas Ih1~Ih3 de las cargas domésticas 14-1~14-3 según las señales de corriente doméstica Si1~Si3, y realiza las corrientes de fase nominales Ira1~Ira3 según las señales de corriente nominal Sr1~Sr3. Además, la unidad de detección de potencia 26 realiza el valor máximo disponible de cada corriente monofásica It1~It3 según las señales de corriente doméstica Si1~Si3 y las señales de corriente nominal Sr1~Sr3, y proporciona las señales de corriente de fase disponibles Sb1~Sb3 que representan (correspondientes) a los valores máximos disponibles de las corrientes monofásicas It1~It3 a la unidad de control 28. Como se muestra en la FIG. 2A, la unidad de detección de potencia 26 está dispuesta dentro del aparato de control de corriente inteligente 20. Además, la unidad de detección de potencia 26 puede estar dispuesta fuera del aparato de control de corriente inteligente 20, y proporciona las señales de corriente de fase Sb1~Sb3 disponibles a la unidad de control 28 del aparato de control de corriente inteligente 20.

La unidad de control 28 está acoplada a la unidad de detección de potencia 26 y cada una de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n. Según las señales de corriente de fase disponibles Sb1~Sb3 y una señal de toma de contacto Sd, la unidad de control 28 proporciona los comandos de corriente Sc1~Scn para controlar las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n de modo que la corriente de carga-descarga total Ict está limitada por el valor máximo disponible de cada una de las corrientes monofásicas It1~It3. La unidad de control 28 se da cuenta de que la carga de vehículo 200 se encuentra en el modo de carga o el modo de descarga según la señal de toma de contacto Sd, y calcula además un valor extremo de la corriente de carga-descarga total Ict por las señales de corriente de fase disponibles Sb1~Sb3 en función del modo de carga o el modo de descarga de la carga de vehículo 200.

Más específicamente, cuando la carga de vehículo 200 no está acoplada al aparato de control de corriente inteligente 20, se conocen los valores máximos disponibles de las corrientes monofásicas It1~It3. Cuando la carga de vehículo 200 está acoplada al aparato de control de corriente inteligente 20, la unidad de control 28 está comunicada con la carga de vehículo 200 mediante la señal de toma de contacto Sd, es decir, se realiza una comunicación de toma de contacto. En esta condición, la unidad de control 28 envía primero mensajes a la carga de vehículo 200 mediante la señal de toma de contacto Sd para informar de una potencia de carga-descarga total disponible a la carga de vehículo 200. En particular, la potencia de carga-descarga total puede implicar los valores de tensión, los valores de corriente y/o la limitación de los valores de potencia. La potencia requerida o la potencia disponible de la carga de vehículo 200 debe ser menor o igual que la potencia de carga-descarga total disponible del aparato de control de corriente inteligente 20. La potencia total de carga-descarga disponible es igual a una suma de la potencia máxima disponible de las corrientes monofásicas It1~It3 basada en la igualdad sustancial entre la potencia de entrada y la potencia de salida. Posteriormente, la unidad de control 28 recibe la señal de toma de contacto Sd proporcionada desde la carga de vehículo 200 para darse cuenta de que la carga de vehículo 200 se encuentra en el modo de carga o el modo de descarga, y además la potencia requerida en el modo de carga y la potencia disponible en el modo de descarga.

En el modo de carga de la carga de vehículo 200, la unidad de control 28 informa primero de la potencia de carga-descarga total disponible a la carga de vehículo 200 a través de la señal de toma de contacto Sd. Posteriormente, la unidad de control 28 se da cuenta de que la potencia requerida de la carga de vehículo 200 a través de la señal de toma de contacto Sd. En particular, la potencia requerida debe ser menor que la capacidad de carga-descarga máxima disponible del aparato de control de corriente inteligente 20. Finalmente, la unidad de control 28 controla las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n para proporcionar la energía requerida a la carga de vehículo 200. Dado que la operación de descarga de la carga de vehículo 200 al aparato de control de corriente inteligente 20 es contraria a la operación de carga del aparato de control de corriente inteligente 20 a la carga de vehículo 200, la descripción detallada de la operación de descarga se omite aquí por concisión.

Dado que el número de unidades de conversión de potencia 24-1~24-n es plural, se pueden realizar diferentes formas de control. La primera de las formas de control es que la unidad de control 28 controla las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n para convertir por igual las corrientes de carga-descarga Ic1~Icn. Es decir, aunque las corrientes monofásicas disponibles It1~It3 pueden ser diferentes, las corrientes de carga-descarga Ic1~Icn proporcionadas desde las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n son idénticas. Basándose en que la potencia de entrada de cada

una de las unidades de conversión de potencia 24-1-24-n es sustancialmente igual a la potencia de salida de las mismas sin considerar las pérdidas por conversión, incluso si las corrientes de entrada de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n y las corrientes de salida de las mismas son diferentes. Por lo tanto, para facilitar explicación, se toma como ilustración el punto de vista de la misma potencia. Se supone que el número de unidades de conversión de potencia 24-1~24-3 es tres, y las potencias disponibles de las tres fases son 30 vatios, 60 vatios y 90 vatios (180 vatios en total), respectivamente. Después de la comunicación entre la unidad de control 28 y la carga de vehículo 200, la carga de vehículo 200 requiere que se cargue una potencia de 180 vatios. La unidad de control 28 controla las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n para proporcionar por igual potencia de carga de 60 vatios a la carga de vehículo 200. La unidad de control 28 controla la primera fase en el terminal de CA de las tres unidades de conversión de potencia 24-1-24-3 para recibir 10 vatios de potencia (es decir, 30 vatios/3=10 vatios), controla la segunda fase del mismo para recibir 20 vatios de potencia (es decir, 60 vatios/3=20 vatios), y controla la tercera fase del mismo para recibir 30 vatios de potencia (es decir, 90 vatios/3=30 vatios). Por lo tanto, cada una de las unidades de conversión de potencia 24-1-24-3 recibe y proporciona 60 vatios de potencia a la carga de vehículo 200. En esta condición, las unidades de conversión de potencia 24-1~24-3 proporcionan por igual la potencia de carga a la carga de vehículo 200 y, por lo tanto, las corrientes de carga-descarga  $I_{c1} \sim I_{c3}$  generadas desde las unidades de conversión de potencia 24-1-24-3 son idénticas. Dado que la operación de descarga de la carga de vehículo 200 al aparato de control de corriente inteligente 20 es contraria a la operación de carga del aparato de control de corriente inteligente 20 a la carga de vehículo 200, la descripción detallada de la operación de descarga se omite aquí por concisión.

La segunda de las formas de control es que la unidad de control 28 controla al menos una de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n para convertir las corrientes de carga-descarga  $I_{c1} \sim I_{cn}$ . Es decir, no se controlarán todas las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n. En el ejemplo anterior, solo se controla una o dos de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-n. Tomemos como ejemplo el funcionamiento de dos unidades de conversión de potencia. La carga de vehículo 200 requiere que se carguen 180 vatios de potencia (potencia de carga total) y, por lo tanto, la unidad de control 28 controla la primera unidad de conversión de potencia 24-1 para proporcionar 120 vatios de potencia de carga y controla la segunda unidad de conversión de potencia 24-2 para proporcionar 60 vatios de potencia de carga. Dado que la potencia disponible de la primera fase es de 30 vatios, la unidad de control 28 controla las primeras fases de las dos unidades de conversión de potencia 24-1~24-2 para recibir 20 vatios y 10 vatios, respectivamente. De manera similar, dado que la potencia disponible de la segunda fase es de 60 vatios, la unidad de control 28 controla las segundas fases de las dos unidades de conversión de potencia 24-1~24-2 para recibir 40 vatios y 20 vatios, respectivamente. De manera similar, dado que la potencia disponible de la segunda fase es de 90 vatios, la unidad de control 28 controla las terceras fases de las dos unidades de conversión de potencia 24-1~24-2 para recibir 60 vatios y 30 vatios, respectivamente. Por lo tanto, la primera unidad de conversión de potencia 24-1 recibe y proporciona 120 vatios de potencia de carga a la carga de vehículo 200, y la segunda unidad de conversión de potencia 24-2 recibe y proporciona 60 vatios de potencia de carga a la carga de vehículo 200. Por lo tanto, la corriente de carga-descarga  $I_{c1}$  generada desde la primera unidad de conversión de potencia 24-1 es el doble de la corriente de carga-descarga  $I_{c2}$  generada desde la segunda unidad de conversión de potencia 24-2, y la corriente de carga-descarga  $I_{c3}$  generada desde la tercera unidad de conversión de potencia 24-3 es cero. Dado que la operación de descarga de la carga de vehículo 200 al aparato de control de corriente inteligente 20 es contraria a la operación de carga del aparato de control de corriente inteligente 20 a la carga de vehículo 200, la descripción detallada de la operación de descarga se omite aquí por concisión.

Consúltense la FIG. 2B, que muestra un diagrama de bloques de circuito del aparato de control de corriente inteligente según una segunda realización de la presente descripción, y consúltense también la FIG. 1 a la FIG. 2A. La principal diferencia entre la FIG. 2B y la FIG. 2A es que el aparato de control de corriente inteligente 20' de la primera incluye solo una unidad de conversión de potencia 24-1. La unidad de conversión de potencia 24-1 recibe la pluralidad de corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  y proporciona la corriente de carga-descarga  $I_{c1}$  según las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$ . Alternativamente, la unidad de conversión de potencia 24-1 recibe la corriente de carga-descarga  $I_{c1}$  y proporciona la pluralidad de corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  según la corriente de carga-descarga  $I_{c1}$ . En particular, la corriente de carga-descarga  $I_{c1}$  es igual a la corriente de carga-descarga total  $I_{ct}$ . De manera similar, la unidad de control 28 proporciona el comando de corriente  $S_d$  para controlar la unidad de conversión de potencia 24-1 según el requisito de la carga de vehículo 200 de modo que la corriente de carga-descarga total  $I_{ct}$  esté limitada por el valor total disponible de la pluralidad de corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$ . Dado que el número de la unidad de conversión de potencia 24-1 es singular, la potencia de carga-descarga total máxima que puede recibir la carga de vehículo 200 es igual a la potencia máxima que puede proporcionar la unidad de conversión de potencia 24-1, y viceversa. En particular, los componentes y operaciones que no se describen en esta realización son similares a los de la FIG. 2A y no se volverán a describir.

Consúltense la FIG. 3A, que muestra un diagrama de bloques de circuito de la unidad de conversión de potencia según una primera realización de la presente descripción, y consúltense también la FIG. 1 a la FIG. 2B. La unidad de conversión de potencia 24 incluye tres convertidores 242-1~242-3, un controlador 244 y tres segundas unidades de detección de corriente 246-1~246-3. Los convertidores 242-1~242-3 están acoplados a la rama de suministro de energía 10 y a la carga de vehículo 200 para conversiones de tensión entre las tensiones monofásicas  $V_{ac1} \sim V_{ac3}$  y la tensión de carga total  $V_{at}$ . Basándose en el cálculo de potencia, los convertidores 242-1~242-3 reciben correspondientemente las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$ . Además, según las corrientes de carga-descarga monofásicas  $I_{cs1} \sim I_{cs3}$  proporcionadas por las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$ , la suma de las corrientes de carga-

descarga monofásicas  $I_{cs1} \sim I_{cs3}$  es igual a la corriente de carga-descarga  $I_{c1} \sim I_{cn}$  de la unidad de conversión de potencia operada o la corriente de carga-descarga total  $I_{ct}$ . En particular, las operaciones mencionadas anteriormente se invierten si la carga de vehículo 200 está en la operación de descarga.

- 5 El controlador 244 está acoplado a tres convertidores 242-1~242-3 y la unidad de control 28. Según el requisito de potencia de carga en la señal de toma de contacto  $S_d$  enviada desde la carga de vehículo 200, la unidad de control 28 calcula y proporciona los comandos de corriente  $Sc1 \sim Scn$  al controlador 244 de cada unidad de conversión de potencia 24. Por lo tanto, el controlador individual 244 proporciona señales de control de corriente  $Sa1 \sim Sa3$  a los convertidores 242-1~242-3 según los comandos de corriente individuales  $Sc1 \sim Scn$  para controlar los convertidores 242-1~242-3 para recibir correspondientemente las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  y proporcionar las corrientes de carga-descarga monofásicas  $I_{cs1} \sim I_{cs3}$ , o recibir correspondientemente las corrientes de carga-descarga monofásicas  $I_{cs1} \sim I_{cs3}$  y proporcionar las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$ . Las tres segundas unidades de detección de corriente 246-1~246-3 están acopladas al controlador 244 para detectar correspondientemente las señales de corriente monofásica  $St1 \sim St3$  correspondientes a las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$ , y proporcionar las señales de corriente monofásica  $St1 \sim St3$  al controlador 244 de modo que el controlador 244 controle los convertidores 242-1~242-3 para ajustar correspondientemente las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  según las señales de corriente monofásica  $St1 \sim St3$ .

Tomemos la carga de vehículo 200 sin considerar las pérdidas por conversión, por ejemplo. Cuando el controlador 244 se da cuenta de que la unidad de conversión de potencia 24 controlada por el controlador 244 necesita proporcionar 60 vatios de potencia de carga a través del comando de corriente individual  $Sc1 \sim Scn$ , y las potencias monofásicas disponibles son 30 vatios, 30 vatios y 20 vatios, respectivamente, el controlador 244 establece los tres convertidores 242-1~242-3 para proporcionar correspondientemente potencias de carga de 30 vatios, 20 vatios y 10 vatios. Por lo tanto, los tres convertidores 242-1~242-3 reciben correspondientemente potencias de carga de 30 vatios, 20 vatios y 10 vatios y proporcionan la misma potencia de carga. Si las potencias de carga de 30 vatios, 20 vatios y 10 vatios corresponden a la corriente monofásica de 3 amperios  $I_{t1}$ , la corriente monofásica de 2 amperios  $I_{t2}$  y la corriente monofásica de 1 amperio  $I_{t3}$ , el controlador 244 controla los convertidores 242-1~242-3 para ajustar correspondientemente las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  para alcanzar 3 amperios, 2 amperios y 1 amperio. En particular, las operaciones mencionadas anteriormente se invierten si la carga de vehículo 200 está en la operación de descarga.

Consúltense la FIG. 3B, que muestra un diagrama de bloques de circuito de la unidad de conversión de potencia según una segunda realización de la presente descripción, y consúltense también la FIG. 1 a la FIG. 3A. La principal diferencia entre la FIG. 3B y la FIG. 3A es que las segundas unidades de detección de corriente 246-1~246-3 de la unidad de conversión de potencia 24' están acopladas correspondientemente a subcontroladores 248 dentro de los convertidores 242-1~242-3 de modo que los convertidores 242-1~242-3 controlados por el controlador 244 realizan y ajustan las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  según las señales de corriente monofásica  $St1 \sim St3$ . En particular, los componentes y operaciones que no se describen en esta realización son similares a los de la FIG. 3A y no se volverán a describir.

Consúltense la FIG. 4, que muestra un diagrama de bloques de circuito del aparato de control de corriente inteligente según una tercera realización de la presente descripción, y también consúltense la FIG. 1 a la FIG. 3B. La principal diferencia entre la FIG. 4 y la FIG. 2A es que el aparato de control de corriente inteligente 20" de la primera incluye tres unidades de conversión de potencia 24-1~24-3, y cada una de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-3 es una unidad de conversión de potencia con una entrada monofásica. Las unidades de conversión de potencia 24-1~24-3 convierten correspondientemente las tensiones monofásicas  $V_{ac1} \sim V_{ac3}$  en la tensión de carga total  $V_{at}$ , o convierten correspondientemente la tensión de carga total  $V_{at}$  en las tensiones monofásicas  $V_{ac1} \sim V_{ac3}$ . Las unidades de conversión de potencia 24-1~24-3 reciben correspondientemente las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  y proporcionan las corrientes de carga-descarga  $I_{c1} \sim I_{c3}$  según las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  y los comandos de corriente individuales  $Sc1 \sim Scn$  proporcionados por la unidad de control 28. Alternativamente, las unidades de conversión de potencia 24-1~24-3 reciben correspondientemente las corrientes de carga-descarga  $I_{c1} \sim I_{c3}$  y proporcionan las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  según las corrientes de carga-descarga  $I_{c1} \sim I_{c3}$ . En particular, los componentes y operaciones que no se describen en esta realización son similares a los de la FIG. 2A y no se volverán a describir. En particular, los bloques de circuito dentro de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-3 son similares a los de la FIG. 3A y la FIG. 3B, y la principal diferencia es que solo un convertidor 242-1 y una segunda unidad de detección de corriente 246-1 en cada una de las unidades de conversión de potencia 24-1~24-3. En particular, los componentes y operaciones que no se describen en esta realización son similares a los de la FIG. 3A a la FIG. 3B y no se volverán a describir.

Consúltense la FIG. 5A, que muestra una forma de onda esquemática de un control de carga del aparato de control de corriente inteligente según la presente descripción, y consúltense también la FIG. 1 a la FIG. 4. Bajo el modo de carga de la carga de vehículo 200 y la relación de  $I_{h1} + I_{t1} = I_{a1} < I_{ra1}$ , las corrientes de fase nominales  $I_{ra1} \sim I_{ra3}$  son valores fijos. Además, la suma de cada corriente de fase doméstica  $I_{h1} \sim I_{h3}$  y la corriente monofásica  $I_{t1} \sim I_{t3}$  no excede cada corriente de fase nominal  $I_{ra1} \sim I_{ra3}$ . Por lo tanto, si se aumenta cada corriente de fase doméstica  $I_{h1} \sim I_{h3}$ , la corriente monofásica correspondiente  $I_{t1} \sim I_{t3}$  se limita a ajustarse hacia abajo, evitando así que la potencia utilizada en cualquier fase exceda la potencia nominal.

Consúltense la FIG. 5B, que muestra una forma de onda esquemática de un control de descarga del aparato de control

de corriente inteligente según la presente descripción, y consúltense también la FIG. 1 a la FIG. 5A. Dado que la carga de vehículo 200 puede proporcionar potencia descargando a la compañía eléctrica a través del aparato de control de corriente inteligente 20, y la compañía eléctrica proporciona las corrientes de fase domésticas  $I_{h1} \sim I_{h3}$  a las cargas domésticas 14-1~14-3, la dirección de las corrientes que circulan hacia la compañía eléctrica es opuesta a las de las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  y las corrientes de fase domésticas  $I_{h1} \sim I_{h3}$ . Restando las corrientes de fase domésticas consumidas  $I_{h1} \sim I_{h3}$  de las cargas domésticas 14-1~14-3, la corriente disponible es las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  que se pueden proporcionar a la compañía eléctrica desde la carga de vehículo 200. En el modo de descarga de la carga de vehículo 200 y la relación de  $I_{t1} - I_{h1} = I_{a1} < I_{ra1}$ , las corrientes de fase nominales  $I_{ra1} \sim I_{ra3}$  son valores fijos. Además, cada corriente monofásica  $I_{t1} \sim I_{t3}$  menos cada corriente de fase doméstica  $I_{h1} \sim I_{h3}$  no excede cada corriente de fase nominal  $I_{ra1} \sim I_{ra3}$ . Por lo tanto, si se aumenta cada corriente de fase doméstica  $I_{h1} \sim I_{h3}$ , la corriente monofásica correspondiente  $I_{t1} \sim I_{t3}$  se limita a ajustarse al alza siempre que la potencia utilizada en cualquier fase no exceda la potencia nominal. Si la dirección de corriente de suministro de energía de la compañía eléctrica es positiva, las corrientes monofásicas  $I_{t1} \sim I_{t3}$  proporcionadas por la carga de vehículo 200 son iguales a las corrientes inversas de las corrientes de fase nominales  $I_{ra1} \sim I_{ra3}$  menos las corrientes de fase domésticas  $I_{h1} \sim I_{h3}$ .



# REIVINDICACIONES

1. Un aparato de control de corriente (20, 20', 20") que proporciona un control de corriente para una rama de suministro de energía (10) y una carga (200), donde una pluralidad de corrientes de fase totales independientes (la1~la3) se transmiten a través de la rama de suministro de energía (10), comprendiendo el aparato de control de corriente (20, 20', 20"):  
al menos una unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) configurada para suministrar una potencia de carga-descarga total para cargar o descargar la carga (200) según una pluralidad de corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3) transmitidas por la rama de suministro de energía (10), donde al menos una de las corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3) es diferente de otra de las corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3), y donde la corriente de cada fase de la pluralidad de corrientes de fase totales independientes (la1~la3) está compuesta por las corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3) de la misma fase y una corriente de fase doméstica (lh1~lh3) de la misma fase; y  
una unidad de control (28) acoplada a la al menos una unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) configurada para controlar independientemente la pluralidad de corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3) de modo que la corriente de cada fase de la pluralidad de corrientes de fase totales independientes (la1~la3) sea menor o igual que una corriente de fase nominal (lra1~lra3) de la misma fase de la rama de suministro de energía (10),  
donde la corriente de fase doméstica (lh1~lh3) es la corriente consumida por una carga doméstica (14-1~14-3) de cada fase, y la corriente de fase nominal (lra1~lra3) es una corriente máxima de cada fase de la rama de suministro de energía (10).
2. El aparato de control de corriente (20, 20', 20") de la reivindicación 1, donde cuando la carga (200) es cargada por el aparato de control de corriente (20, 20', 20"), la corriente de cada fase de la pluralidad de corrientes de fase totales independientes (la1~la3) es igual a las corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3) de la misma fase más la corriente de fase doméstica (lh1~lh3) de la misma fase.
3. El aparato de control de corriente (20, 20', 20") de la reivindicación 1, donde la carga (200) se descarga al aparato de control de corriente (20, 20', 20"), la corriente de cada fase de la pluralidad de corrientes de fase totales independientes (la1~la3) es igual a las corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3) de la misma fase menos la corriente de fase doméstica (lh1~lh3) de la misma fase.
4. El aparato de control de corriente (20, 20', 20") de la reivindicación 1, que comprende además:  
una unidad de detección de potencia (26) acoplada a la rama de suministro de energía (10) y la unidad de control (28),  
donde la unidad de detección de potencia (26) está configurada para detectar una señal de corriente doméstica (Si1~Si3) correspondiente a la corriente de fase doméstica (lh1~lh3) de cada fase, y proporcionar una señal de corriente de fase disponible (Sb1~Sb3) de cada fase a la unidad de control (28) según la corriente de fase nominal (lra1~lra3) de cada fase y la señal de corriente doméstica (Si1~Si3) de modo que la unidad de control (28) está configurada para realizar una limitación de la potencia de carga-descarga total según la señal de corriente de fase disponible (Sb1~Sb3) de cada fase.
5. El aparato de control de corriente (20, 20', 20") de la reivindicación 4, donde cada una de la al menos una unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) comprende:  
al menos un convertidor (242-1~242-3) acoplado a la rama de suministro de energía (10) y la carga (200), un controlador (244) acoplado a, al menos, un convertidor (242-1~242-3) y la unidad de control (28), y  
al menos una unidad de detección de corriente (246-1~246-3) configurada para detectar al menos una señal de corriente monofásica (St1~St3) correspondiente a las corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3),  
donde la unidad de control (28) está configurada para proporcionar un comando de corriente (Sc1~Scn) al controlador (244) según la señal de corriente de fase disponible (Sb1~Sb3) de cada fase de modo que el controlador (244) está configurado para proporcionar al menos una señal de control de corriente (Sa1~Sa3) al menos un convertidor (242-1~242-3) según el comando de corriente (Sc1~Scn) para controlar el al menos un convertidor (242-1~242-3) que recibe las corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3) para proporcionar una corriente de carga-descarga monofásica (lcs1~lcs3) o que recibe la corriente de carga-descarga monofásica (lcs1~lcs3) para proporcionar las corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3) y controlar el al menos un convertidor (242-1~242-3) ajustando las corrientes monofásicas (lt1~lt3) según la al menos una señal monofásica (St1~St3).
6. El aparato de control de corriente (20, 20', 20") de la reivindicación 5, donde la al menos una unidad de detección de corriente (246-1~246-3) está acoplada al controlador (244), y el controlador (244) está configurado para recibir la al menos una señal de corriente monofásica (St1~St3) para realizar las corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3) y controlar el al menos un convertidor (242-1~242-3) ajustando las corrientes monofásicas independientes (lt1~lt3).

7. El aparato de control de corriente (20, 20', 20'') de la reivindicación 5, donde la al menos una unidad de detección de corriente (246-1~246-3) está acoplada a, al menos, un convertidor (242-1~242-3), y el al menos un convertidor (242-1~242-3) está configurado para realizar las corrientes monofásicas independientes (It1~It3) y ajustar las corrientes monofásicas independientes (It1~It3) según la al menos una señal de corriente monofásica (St1~St3).
8. El aparato de control de corriente (20, 20', 20'') de la reivindicación 5, donde cuando la al menos una unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) es una unidad de conversión de potencia con una entrada trifásica, el número de al menos un convertidor (242-1~242-3) es tres y el número de la al menos una unidad de detección de corriente (246-1~246-3) es tres; cuando la al menos una unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) es una unidad de conversión de potencia con una entrada monofásica, el número de al menos un convertidor (242-1~242-3) es uno y el número de la al menos una unidad de detección de corriente (246-1~246-3) es uno.
9. El aparato de control de corriente (20, 20', 20'') de la reivindicación 4, donde la unidad de control (28) se comunica con la carga (200) mediante una señal de toma de contacto (Sd); la unidad de control (28) está configurada para realizar una potencia de demanda de la carga (200) y controlar la al menos una unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) que proporciona la potencia de demanda a la carga (200), donde la potencia de demanda es menor o igual que la limitación de la potencia de carga-descarga total; la unidad de control (28) está configurada para realizar la potencia de demanda proporcionada desde la carga (200) y controlar la al menos una unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) que convierte la potencia de demanda a la rama de suministro de energía (10), donde la potencia de demanda es menor o igual que la limitación de la potencia de carga-descarga total.
10. El aparato de control de corriente (20, 20', 20'') de la reivindicación 1, donde la cantidad de la al menos una unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) es plural, cada unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) está configurada para proporcionar o recibir una corriente de carga-descarga (Ic1~Icn), y una suma de las corrientes de carga-descarga (Ic1~Icn) es una corriente de carga-descarga total (Ict) correspondiente a la potencia de carga-descarga total.
11. El aparato de control de corriente (20, 20', 20'') de la reivindicación 10, donde cada unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) es una unidad de conversión de potencia con una entrada trifásica; cada unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) está configurada para recibir todas las corrientes monofásicas independientes (It1~It3) para proporcionar la corriente de carga-descarga (Ic1~Icn) según todas las corrientes monofásicas independientes (It1~It3), o cada unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) está configurada para recibir la corriente de carga-descarga (Ic1~Icn) para proporcionar todas las corrientes monofásicas independientes (It1~It3) según la corriente de carga-descarga (Ic1~Icn).
12. El aparato de control de corriente (20, 20', 20'') según la reivindicación 11, donde la unidad de control (28) está configurada para controlar las unidades de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) que convierten en promedio las corrientes de carga-descarga (Ic1~Icn), o controlar al menos una de las unidades de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) que convierten la corriente de carga-descarga (Ic1~Icn).
13. El aparato de control de corriente (20, 20', 20'') de la reivindicación 10, donde cada unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) es una unidad de conversión de potencia con una entrada monofásica; cada unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) está configurada para recibir una de las corrientes monofásicas independientes (It1~It3) para proporcionar la corriente de carga-descarga (Ic1~Icn) según una de las corrientes monofásicas independientes (It1~It3), o cada unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) está configurada para recibir la corriente de carga-descarga (Ic1~Icn) para proporcionar una de las corrientes monofásicas independientes (It1~It3) según la corriente de carga-descarga (Ic1~Icn).
14. El aparato de control de corriente (20, 20', 20'') de la reivindicación 1, donde el número de la al menos una unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) es singular, cada unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) está configurada para recibir todas las corrientes monofásicas independientes (It1~It3) para proporcionar una corriente de carga-descarga total (Ict) correspondiente a la potencia de carga-descarga total según todas las corrientes monofásicas independientes (It1~It3), o cada unidad de conversión de potencia (24, 24', 24-1~24-n) está configurada para recibir la corriente de carga-descarga total (Ict) para proporcionar todas las corrientes monofásicas independientes (It1~It3) según la corriente de carga-descarga total (Ict).

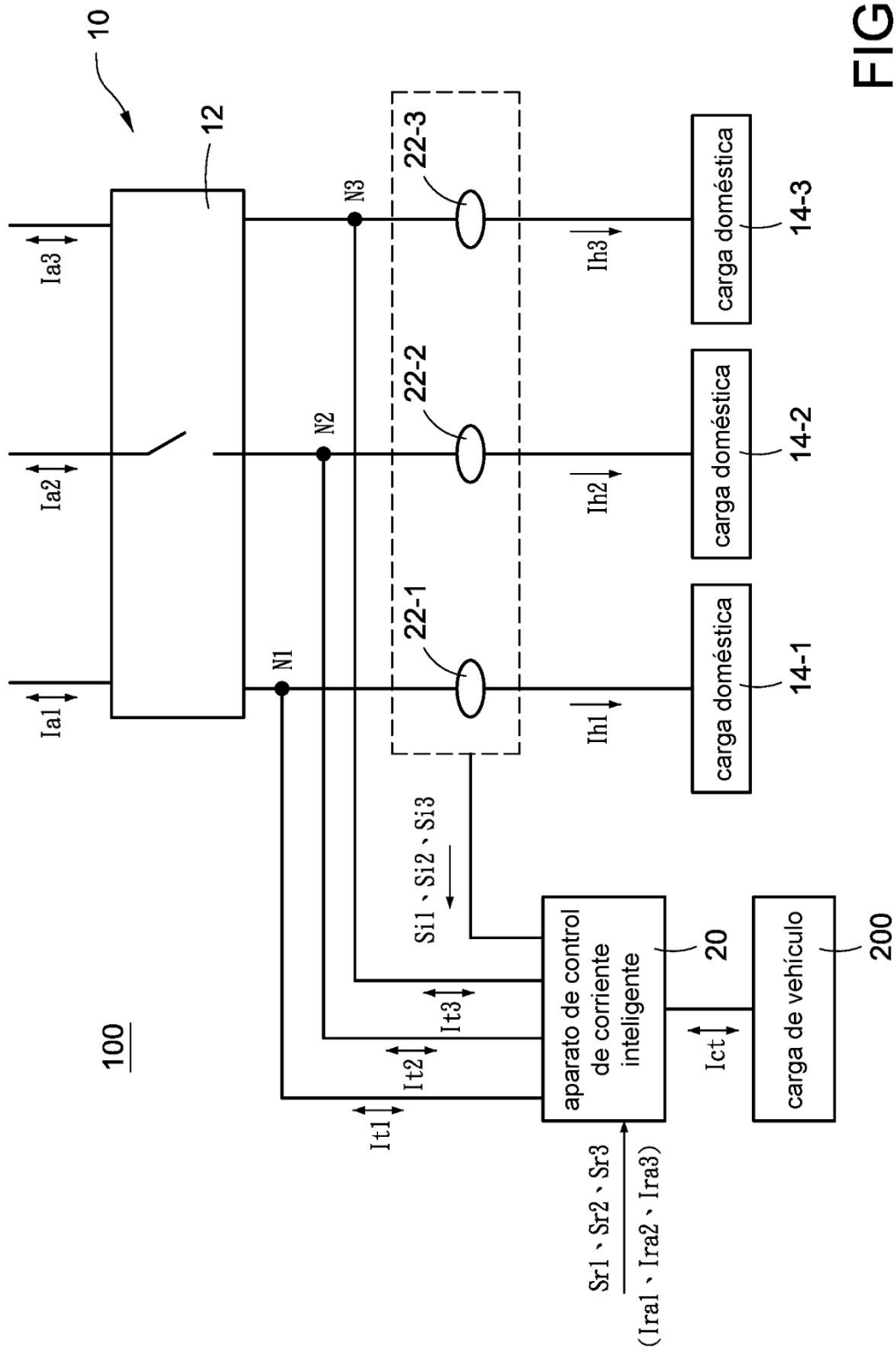


FIG.1

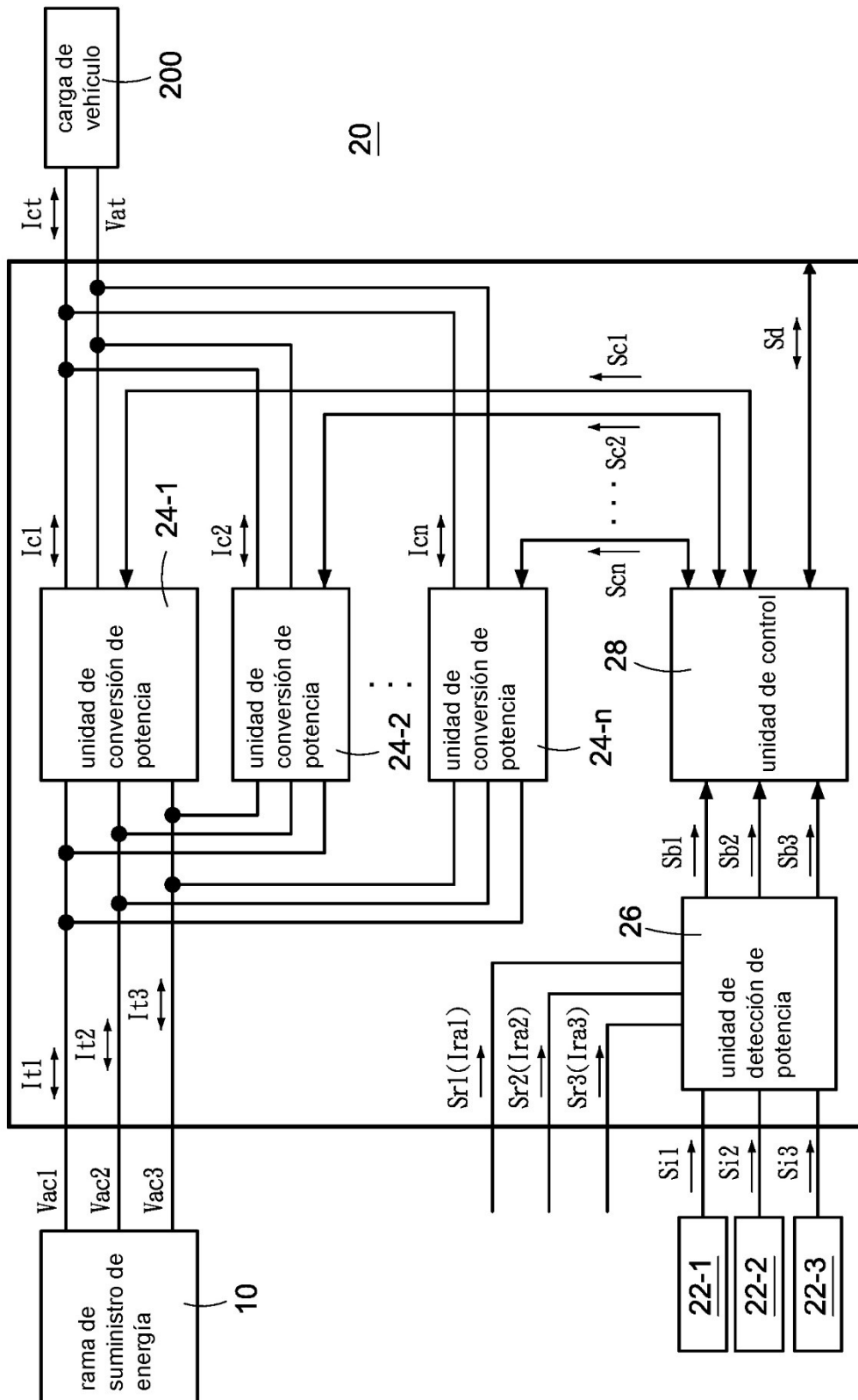


FIG.2A

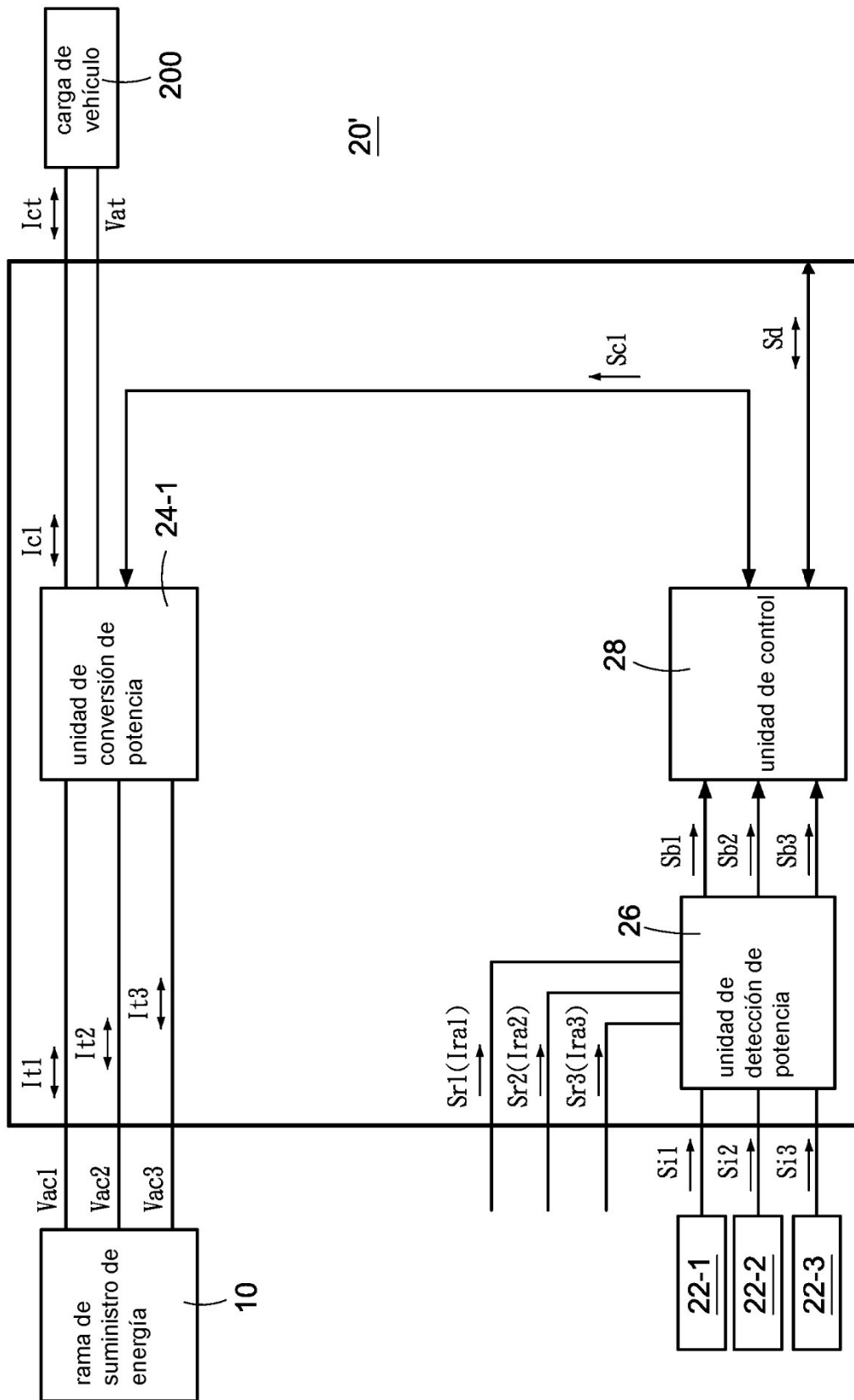


FIG.2B

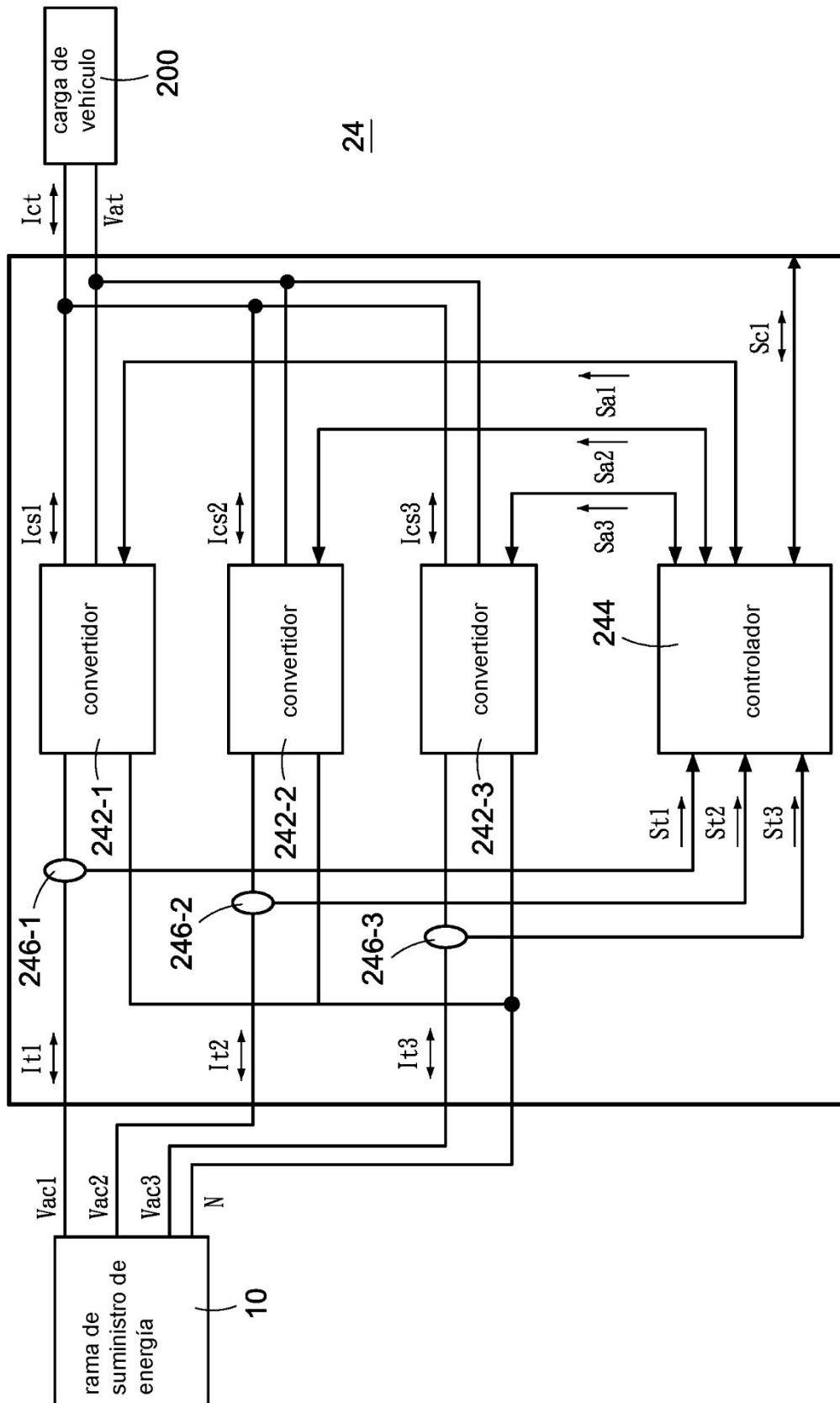


FIG.3A

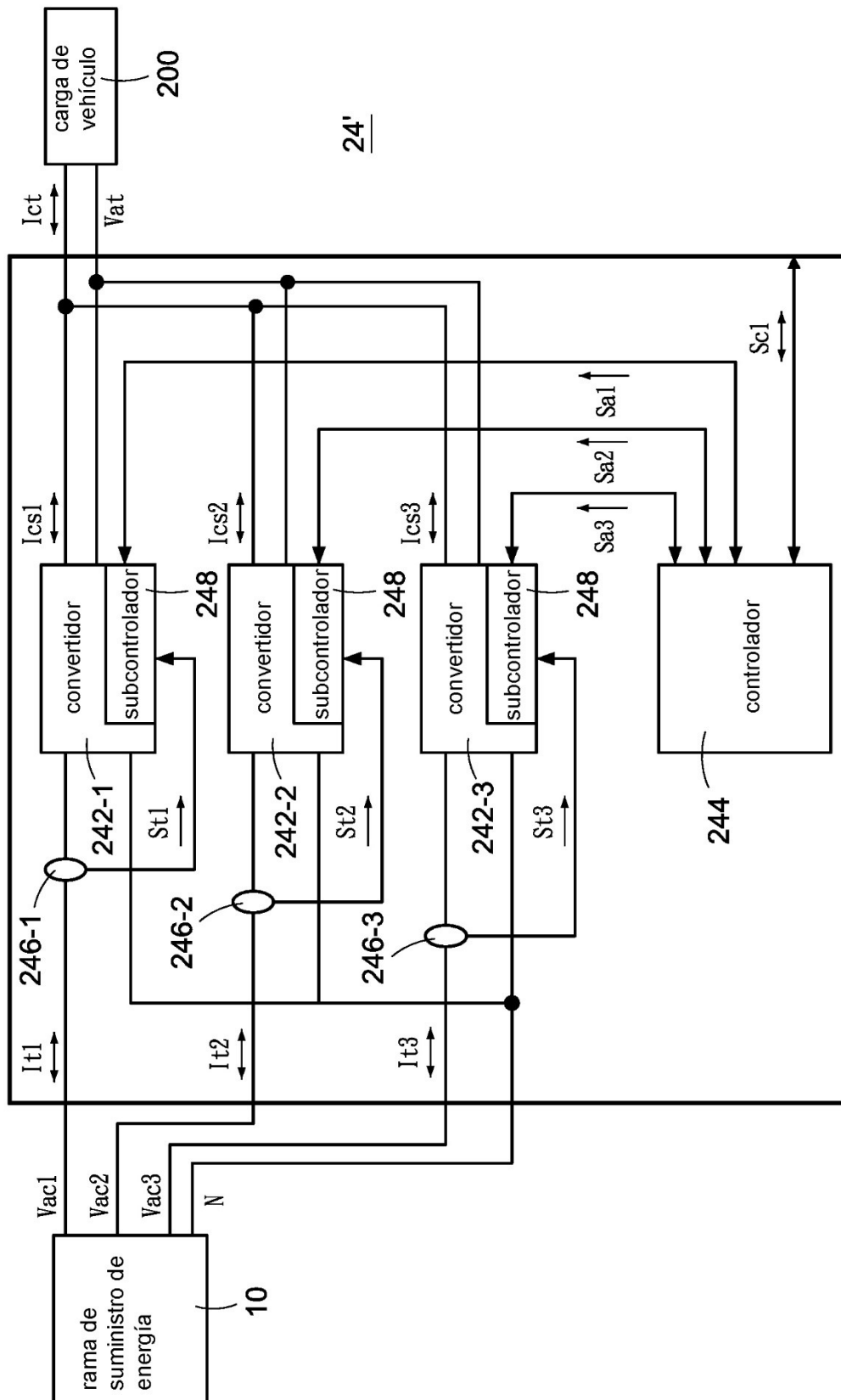


FIG.3B

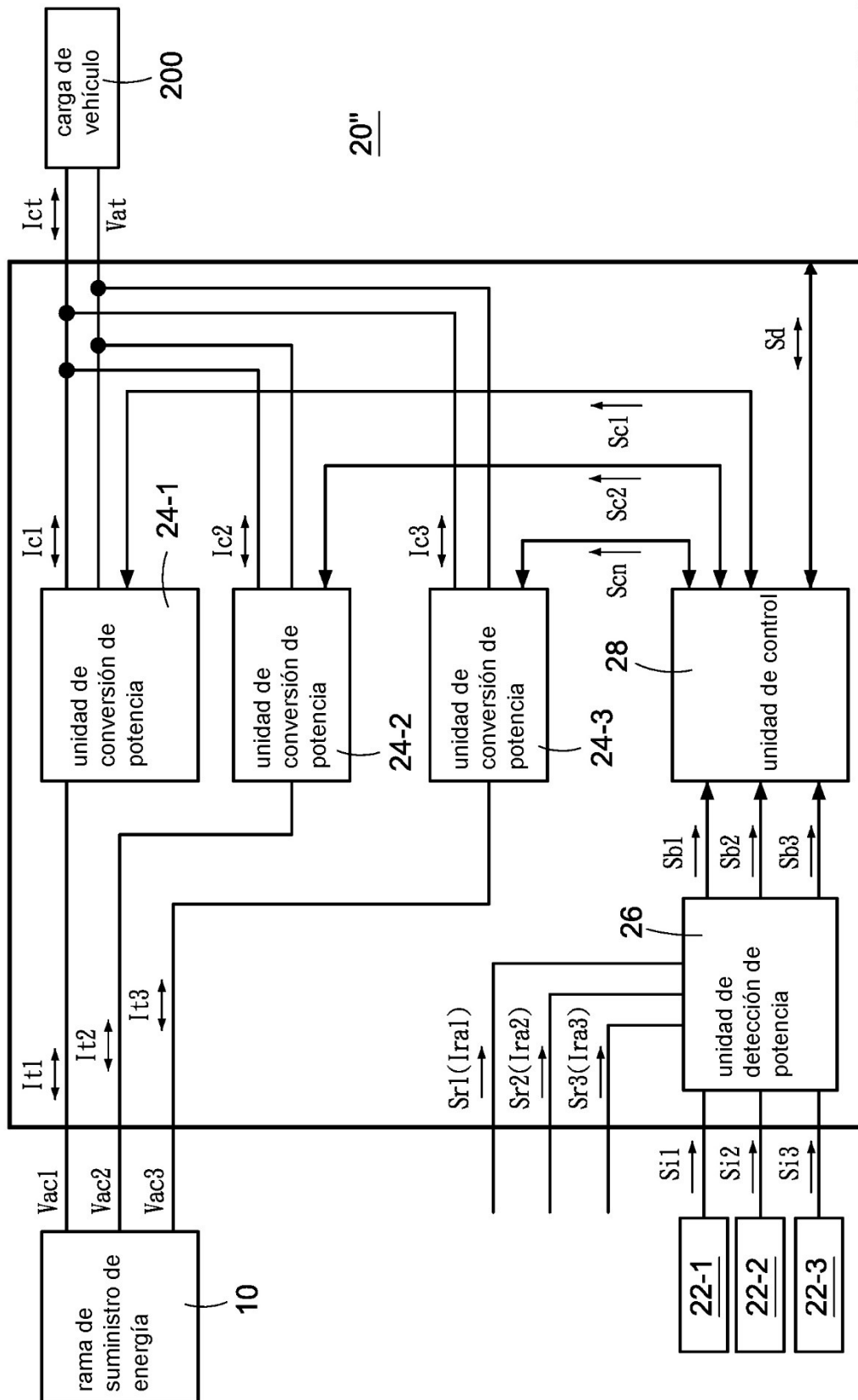


FIG.4



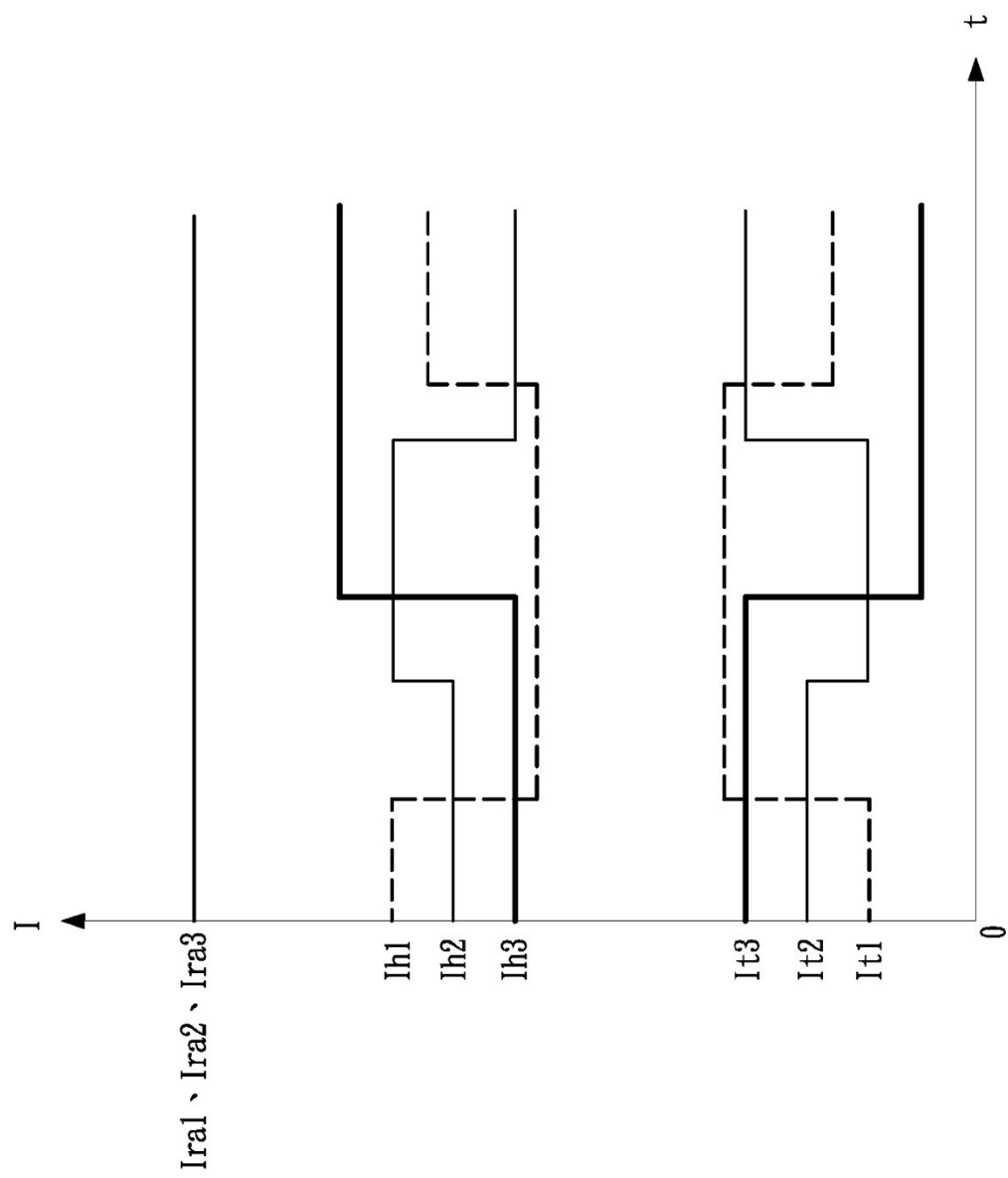


FIG.5A

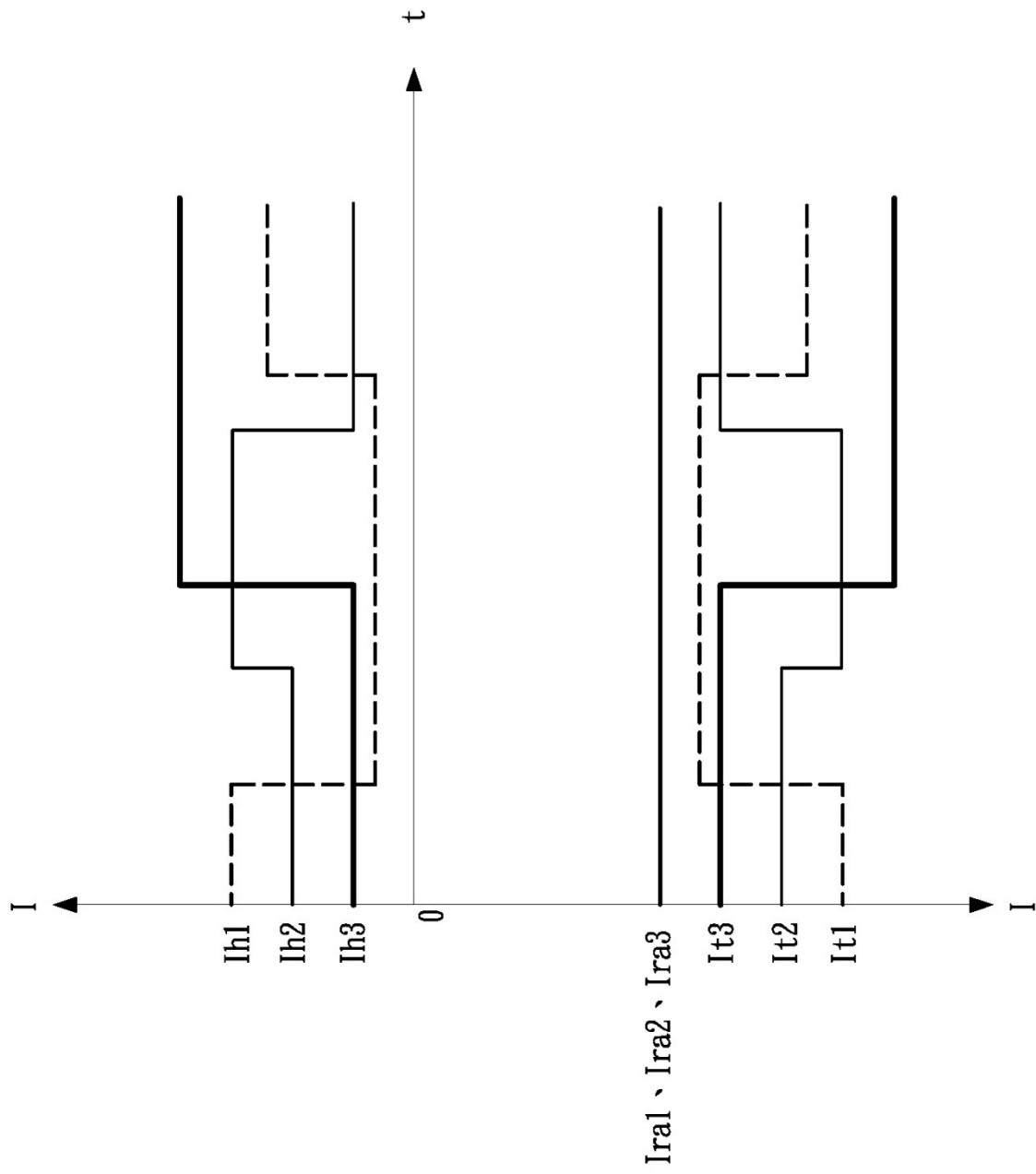


FIG.5B