

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 992 147**

51 Int. Cl.:

<b>B60L 7/10</b>	(2006.01) <b>H02M 3/158</b>	(2006.01)
<b>H02M 7/797</b>	(2006.01) <b>H02M 7/5387</b>	(2007.01)
<b>H02M 3/00</b>	(2006.01)	
<b>B60L 58/21</b>	(2009.01)	
<b>B60L 53/14</b>	(2009.01)	
<b>B60L 50/60</b>	(2009.01)	
<b>B60L 50/40</b>	(2009.01)	
<b>B60L 15/00</b>	(2006.01)	
<b>B60L 7/14</b>	(2006.01)	
<b>H02M 1/00</b>	(2006.01)	

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.11.2019** **PCT/EP2019/082759**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.06.2021** **WO21104621**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.11.2019** **E 19812766 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.08.2024** **EP 4065405**

54 Título: **Tren motriz a bordo para vehículos AGV**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**09.12.2024**

73 Titular/es:

**ABB SCHWEIZ AG (100.0%)**  
**Bruggerstrasse 66**  
**5400 Baden, CH**

72 Inventor/es:

**ABDELHAKIM, AHMED;**  
**BAI, HAOFENG y**  
**DIJKHUIZEN, FRANS**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 992 147 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

Tren motriz a bordo para vehículos AGV

## 5 CAMPO TÉCNICO

La presente divulgación se refiere a un tren motriz a bordo para un vehículo de guiado automatizado.

## ANTECEDENTES

- 10 Los vehículos de guiado automatizado (AGV) utilizan baterías para proporcionar energía a diferentes motores en los AGV. En la Figura 1A se ilustra un ejemplo de un tren motriz para un AGV. Una batería 1, con una tensión  $V_B$ , está conectada a un enlace de CC (ilustrado como un inversor de fuente de tensión VSI), a través de un convertidor CC/CC (ilustrado como un convertidor elevador BC). La batería 1 también puede conectarse directamente al VSI. En aplicaciones de vehículos eléctricos (EV), se han utilizado supercondensadores para extender la vida útil de la batería y, por lo tanto, la vida útil de todo el sistema. En la Figura 1A se proporciona un supercondensador 5 en el BC y/o un supercondensador 6 en el VSI, para almacenar temporalmente los picos de alta energía de la aceleración y la frenada regenerativa. El BC comprende un inductor 2 conectado a la batería 1 y a un MOSFET 4 conectado al VSI así como al supercondensador 5. El inductor 2 está además conectado al MOSFET 3. El VSI comprende MOSFET 7 a 12 dispuestos para proporcionar las tensiones del motor  $V_a$  a  $V_c$ . Por lo tanto, la integración de una unidad de supercondensador en la unidad de almacenamiento de energía a bordo tiene un gran potencial para reducir el coste general del sistema y también prolongar su vida útil. En este caso, la práctica común es tener otro convertidor CC/CC para interconectar el supercondensador, es decir, se utilizarán dos BC de la siguiente manera: un BC para la batería y un BC para el supercondensador, donde la salida de ambos convertidores CC/CC se conectará en paralelo al VSI como se muestra en la Figura 1B. En la Figura 1B se añade un supercondensador BC en paralelo al tren motriz ilustrado en la Figura 1A, para almacenar temporalmente los picos de alta energía de la aceleración y la frenada regenerativa. El supercondensador BC comprende un inductor 14 conectado a una batería 13 y a un MOSFET 16 conectado al VSI así como al supercondensador 17. El inductor 14 está además conectado al MOSFET 15.
- 20 En las aplicaciones de AGV, el coste y la compacidad del tren motriz a bordo son cuestiones muy valoradas. Para la solución convencional mostrada en la Figura 1B, hay dos convertidores CC/CC, un BC, y un VSI, lo que genera un alto coste y una limitación hacia un diseño de sistema más compacto.
- 30 Como se indica en <https://en.wikipedia.org/wiki/Supercapacitor>, un supercondensador (SC), también llamado ultracondensador, es un condensador de alta capacidad con un valor de capacitancia mucho mayor que otros condensadores, pero con límites de tensión más bajos, que cierra la brecha entre los condensadores electrolíticos y las baterías recargables. Por lo general, almacena de 10 a 100 veces más energía por unidad de volumen o masa que los condensadores electrolíticos, puede aceptar y suministrar carga mucho más rápido que las baterías con capacidades de corriente más altas y tolera muchos más ciclos de carga y descarga que las baterías recargables.
- 35 A diferencia de los condensadores ordinarios, los supercondensadores no utilizan un dieléctrico sólido convencional, sino que utilizan capacitancia electrostática de doble capa y pseudocapacitancia electroquímica, las cuales contribuyen a la capacitancia total del condensador, con algunas diferencias.
- 40 Los condensadores electrostáticos de doble capa (EDLC), utilizan electrodos de carbono o derivados con una capacitancia electrostática de doble capa mucho más alta que la pseudocapacitancia electroquímica, logrando la separación de la carga en una doble capa de Helmholtz en la interfaz entre la superficie de un electrodo conductor y un electrolito. La separación de carga es del orden de unos pocos Ångström (0,3 a 0,8 nm), mucho menor que en un condensador convencional.
- 45 Los pseudocondensadores electroquímicos utilizan electrodos de óxido metálico o de polímero conductor con una gran cantidad de pseudocapacitancia electroquímica adicional a la capacitancia de doble capa. La pseudocapacitancia se logra mediante la transferencia de carga de electrones faradaica con reacciones redox, intercalación o electrosorción.
- 50 Los condensadores híbridos, tales como los condensadores de iones de litio, utilizan electrodos con características diferentes: uno presenta principalmente capacitancia electrostática y el otro principalmente capacitancia electroquímica.
- 55 El electrolito forma una conexión conductora iónica entre los dos electrodos que los distingue de los condensadores electrolíticos convencionales, en los que siempre existe una capa dieléctrica, y el llamado electrolito, p. ej.,  $MnO_2$  o polímero conductor, es de hecho parte del segundo electrodo (el cátodo, o más correctamente el electrodo positivo). Los supercondensadores están polarizados por diseño con electrodos asimétricos o, para electrodos simétricos, mediante un potencial aplicado durante la fabricación.
- 60
- 65

El documento WO 2011/078577 divulga un aparato de conversión de energía para un vehículo industrial híbrido que utiliza un convertidor CC/CC existente para cargar inicialmente un ultracondensador para evitar la corriente de irrupción causada por la diferencia de potencial eléctrico que fluye desde una batería hacia el ultracondensador cuando una carretilla elevadora eléctrica híbrida comienza a funcionar.

El documento EP 3 293 036 divulga un sistema de transferencia de energía entre baterías de un AGV compuesto que permite la carga bidireccional de una batería a otra.

HASSAN M S ET AL.: "Common-Mode Voltage Investigation and Reduction of Split-Source Inverter", 2018 INTERNATIONAL CONFERENCE ON SMART GRID (ICSMARTGRID), IEEE, 4 Diciembre 2018, divulga el uso de un SSI en transmisiones eléctricas usando diferentes fuentes de energía. El documento US 10 381 951 revela un uso similar de SSI y supercondensador.

El documento DE 10 2018 009848 describe la conexión de un cargador a un punto medio de un motor y el documento DE 10 2017 221365 describe la conexión de un cargador a un punto medio de un motor o a la salida de un inversor.

## SUMARIO

Un objetivo de la presente invención es integrar una batería y un supercondensador en un tren motriz a bordo para un vehículo de guiado automatizado (AGV) sin la necesidad de un convertidor CC/CC adicional para permitir un diseño compacto del sistema. De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un tren motriz a bordo para un AGV de acuerdo con la reivindicación 1.

Cada fase eléctrica puede conectarse a un polo de punto medio individual. El tren motriz a bordo puede comprender además una batería y un inductor conectados en serie entre el polo de enlace de CC negativo común y cada polo de punto medio. Todas las fases eléctricas pueden conectarse a un polo de punto medio común. El tren motriz a bordo puede comprender además un elemento semiconductor entre el polo de punto medio común y cada fase eléctrica. El elemento semiconductor puede ser un diodo o un MOSFET.

La batería se puede conectar más cerca del polo negativo común del enlace de CC que del inductor.

El tren motriz a bordo puede comprender además un cargador a bordo con un transformador reductor. El cargador a bordo puede conectarse a las fases eléctricas del SSI a través de conmutadores e inductancias. El cargador a bordo se puede conectar por separado a polos de punto medio individuales. El cargador a bordo puede estar conectado a un polo de punto medio común.

La capacitancia de al menos un supercondensador puede ser de al menos 1 mJ/mm<sup>3</sup>.

La capacitancia de cada supercondensador puede ser de al menos 1 faradio (F), tal como al menos 10 F o al menos 100 F.

Mediante el tren motriz a bordo presentado, el supercondensador está conectado a los terminales del enlace de CC, para permitir la nivelación y el almacenamiento temporal de la carga máxima para la batería. El diseño modular también es posible gracias a la integración del conmutador en el SSI. El motor también puede accionarse para variar la tensión del enlace de CC. Además, el enlace de CC tendrá menos variaciones de tensión, ya que la batería está conectada directamente al enlace de CC y el supercondensador está dispuesto para inyectar solo alta corriente.

En general, todos los términos utilizados en las reivindicaciones deben interpretarse de acuerdo con su significado habitual en el campo técnico, a menos que se definan explícitamente de otro modo en el presente documento. Todas las referencias a "un/el elemento, aparato, componente, medio, etapa, etc.", se deben interpretar en sentido general como referidas a al menos una instancia del elemento, aparato, componente, medio, etapa, etc., a menos que se indique explícitamente lo contrario. Las etapas de cualquier método divulgado en el presente documento no se tienen que realizar en el orden exacto divulgado, a menos que se indique explícitamente.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Se describirán ahora aspectos y realizaciones, a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

Las Figuras 1A y 1B son diagramas que ilustran esquemáticamente los trenes motrices a bordo conocidos para un AGV; y

Las Figuras 2 a 6 son diagramas que ilustran esquemáticamente realizaciones (no de acuerdo con la invención y presentes solo con fines ilustrativos para las Figuras 2, 3, 4, 6 en sí mismas), de trenes motrices a bordo para un AGV.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

Los aspectos de la presente divulgación se describirán ahora más completamente a continuación en el presente documento con referencia a los dibujos adjuntos, en los que se muestran ciertas realizaciones de la invención.

Sin embargo, estos aspectos pueden materializarse de muchas formas diferentes y no deben interpretarse como limitativos; más bien, estas realizaciones se proporcionan a modo de ejemplo para que esta divulgación sea exhaustiva y completa, y para transmitir plenamente el alcance de todos los aspectos de la invención a los expertos en la materia. Los números similares se refieren a elementos similares a lo largo de la descripción.

Se presenta una realización de un tren motriz a bordo para un AGV con referencia a las Figuras 2A y 2B. La realización presenta una topología eficiente para integrar una batería y un supercondensador con un conjunto diodo-inductor para proporcionar un inversor de fuente dividida (SSI), utilizando un convertidor de dos niveles disponible en el mercado.

Un supercondensador 20 está conectado a un enlace de CC del SSI trifásico, es decir, entre un polo positivo y negativo del enlace de CC. Una batería 21, configurada para accionar un AGV trifásico, está conectada entre un punto medio del SSI a través de un inductor 22 y el polo negativo (Figura 2A) o positivo (Figura 2B) del enlace de CC de la transmisión del AGV.

El punto medio del SSI está conectado a un diodo 23 por fase del SSI trifásico, estando cada fase conectada a un terminal de CA respectivo,  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ , del motor. El SSI además comprende de 7 a 12 MOSFET dispuestos para proporcionar las tensiones del motor  $V_a$  a  $V_c$ .

De este modo, tanto la corriente de la batería como la corriente del supercondensador se pueden controlar mediante el SSI, de modo que solo se toma de/alimenta a la batería una corriente continua uniforme y el supercondensador almacena temporalmente la corriente fluctuante, que tiene una mejor capacidad de ciclo y menos pérdidas internas. La vida útil de la batería se puede extender mientras que la vida útil del supercondensador es significativamente más larga que la de la batería y no es un problema. Además, la energía de la frenada regenerativa se puede almacenar para ampliar la autonomía de recarga. La energía de la frenada regenerativa se almacena temporalmente en el supercondensador, cuya tensión se acumulará y el cual está diseñado para gestionar tal caso. La energía almacenada en el supercondensador se inyecta a continuación a la carga durante la aceleración.

Con una tensión de batería  $V_B$  de 12 V y una tensión nominal del supercondensador  $V_{sc}$  de 48 V, la tensión del enlace de CC del sistema puede variar entre 48 V y 24 V para permitir la inyección o absorción de alta corriente del motor.

De esta manera se permite el flujo de energía entre el supercondensador 20, la batería 21 y el motor. Hay dos ventajas principales: la vida útil de la batería y el kilometraje de recarga se pueden extender utilizando el supercondensador para almacenar temporalmente los picos de carga y absorber la energía regenerada; y el coste de los diodos y el inductor es potencialmente menor que el coste del convertidor CC/CC en la solución convencional.

El SSI, la batería y el supercondensador pueden estar hechos de productos comerciales estándar. El inductor con diodos puede integrarse como alternativa como una sola pieza en lugar de ser un producto convencional conectado a un SSI convencional. La topología se puede realizar con una mínima modificación del diseño de un tren motriz a bordo típico de un AGV.

La Figura 3 ilustra una realización con una topología donde los diodos 23 y 24 de las Figuras 2A y 2B se reemplazan por MOSFET 25 para permitir un flujo de energía bidireccional. Al introducir energía en la batería, el MOSFET 25 funciona en modo de rectificación sincronizada y conmuta a la frecuencia fundamental de acuerdo con los requisitos del motor.

La Figura 4 ilustra una realización con una topología en la que la batería 21 de la Figura 3 está dividida en tres módulos,  $V_{B1}$ ,  $V_{B2}$ ,  $V_{B3}$ , en donde cada módulo está conectado entre el polo negativo del enlace de CC y uno de los terminales de CA  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ , a través de los conmutadores 26<sub>a</sub>, 26<sub>b</sub>, 26<sub>c</sub>. Los conmutadores 26<sub>a</sub>, 26<sub>b</sub>, 26<sub>c</sub> pueden ser diodos, MOSFET o diodos con MOSFET en serie para una controlabilidad total. Los conmutadores 26<sub>a</sub>, 26<sub>b</sub>, 26<sub>c</sub> también pueden ser relés para habilitar solo una de estas baterías.

La Figura 5 ilustra una realización con una topología en la que también el supercondensador 20 está dividido en tres módulos  $V_{SC1}$ ,  $V_{SC2}$ ,  $V_{SC3}$  de la misma manera que la batería ilustrada en la Figura 4, de modo que cada fase del motor está conectada a un medio puente.

La Figura 6 ilustra una realización con un cargador integrado para la topología de la Figura 3. Una fuente de CA externa se puede conectar a las fases  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$  a través de un transformador reductor 29 del SSI a través de los conmutadores 28 y las inductancias 27. El motor se puede conectar a través de los conmutadores 30. El motor se desconecta cuando la batería 21 se carga a través de la fuente de CA externa. El cargador a bordo se ilustra conectado a los terminales trifásicos, pero como alternativa se puede conectar al polo de punto medio común como un cargador monofásico. Se puede utilizar un relé o contactor para evitar la conexión directa entre el transformador y el motor. Los MOSFET pueden ser una opción alternativa, bajo los cuales el cargador a bordo puede ser simplemente un transformador reductor sin mucha complejidad, lo que resulta en una reducción del coste del sistema.

La selección de la topología para una implementación específica puede depender del diseño interno del AGV (es decir, el requisito de espacio), y la funcionalidad requerida.

- 5 Se presenta una realización de un tren motriz a bordo para un AGV con referencia a las Figuras 4 y 5. El tren motriz a bordo comprende un SSI, un polo de punto medio por fase eléctrica del SSI, un polo de enlace de CC positivo y un polo de enlace de CC negativo, una batería 21 y un inductor 22 conectados en serie entre el polo de enlace de CC positivo o negativo y el polo de punto medio y un supercondensador 20 conectado entre los polos de enlace de CC positivo y negativo.
- 10 El tren motriz a bordo está configurado para generar una pluralidad de fases eléctricas  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ .
- Cada fase eléctrica  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$  está conectada a un polo de punto medio individual.
- 15 El tren motriz a bordo puede comprender además una batería 21 y un inductor 22 conectados en serie entre el polo de enlace de CC positivo o negativo y cada polo de punto medio.
- La batería o baterías se pueden conectar más cerca del polo negativo común del enlace de CC que del inductor.
- 20 El tren motriz a bordo comprende de un supercondensador por fase eléctrica  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$  del SSI, cada uno conectado entre un polo de enlace de CC negativo común para el SSI y un polo de enlace de CC positivo separado por fase del SSI.
- 25 El tren motriz a bordo puede comprender además un cargador a bordo con un transformador reductor.
- El cargador a bordo puede conectarse a las fases eléctricas  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$  del SSI a través de conmutadores e inductancias.
- El cargador a bordo se puede conectar por separado a polos de punto medio individuales.
- 30 La capacitancia de al menos un supercondensador 20 puede ser de al menos  $1 \text{ mJ/mm}^3$ .
- La capacitancia de cada supercondensador 20 puede ser de al menos 1 faradio (F), o puede ser de al menos 10 F o puede ser de al menos 100 F.
- 35 Se presenta una realización de un tren motriz a bordo para un AGV con referencia a las Figuras 2, 3 y 6. El tren motriz a bordo comprende un SSI que tiene un polo de punto medio común, un polo de enlace de CC positivo y un polo de enlace de CC negativo, una batería 21 y un inductor 22 conectados en serie entre el polo de enlace de CC positivo o negativo y el polo de punto medio común y un supercondensador 20 conectado entre los polos de enlace de CC positivo y negativo.
- 40 El tren motriz a bordo está configurado para generar una pluralidad de fases eléctricas. Puede haber tres fases eléctricas  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ .
- 45 Todas las fases eléctricas están conectadas a un polo de punto medio común.
- El tren motriz a bordo puede comprender además un elemento semiconductor 23, 24, 25 entre el polo de punto medio común y cada fase eléctrica  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ .
- 50 El elemento semiconductor puede ser un diodo 23, 24 o un MOSFET 25.
- La batería 21 se puede conectar más cerca del polo negativo común del enlace de CC que del inductor 22.
- El tren motriz a bordo comprende de un supercondensador 20 por fase eléctrica  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$  del SSI, cada uno conectado entre un polo de enlace de CC negativo común para el SSI y un polo de enlace de CC positivo separado por fase del SSI.
- 55 El tren motriz a bordo puede comprender además un cargador a bordo con un transformador reductor 29.
- 60 El cargador a bordo puede conectarse a las fases eléctricas  $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$  del SSI a través de los conmutadores 28 y las inductancias 27.
- El cargador a bordo puede estar conectado a un polo de punto medio común.
- 65 La capacitancia de al menos un supercondensador 20 puede ser de al menos  $1 \text{ mJ/mm}^3$ .

La capacitancia de cada supercondensador 20 puede ser de al menos 1 F, o puede ser de al menos 10 F, o puede ser de al menos 100 F.

- 5 Los aspectos de la presente divulgación se han descrito principalmente con referencia a algunas realizaciones y ejemplos de las mismas. Sin embargo, como apreciará fácilmente un experto en la materia, otras realizaciones además de las divulgadas anteriormente son igualmente posibles dentro del alcance de la invención, como se define en las reivindicaciones de patente adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un tren motriz a bordo para un vehículo de guiado automatizado, AGV, comprendiendo el tren motriz a bordo:
  - 5 - un inversor de fuente dividida, SSI, que tiene una pluralidad de fases eléctricas ( $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ ), tal como tres fases eléctricas ( $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ ), que tienen al menos un polo de punto medio, un polo de enlace de CC positivo separado por fase del SSI y un polo de enlace de CC negativo común; y
  - una batería (21) y un inductor (22) conectados en serie entre el polo negativo común del enlace de CC y el polo de punto medio;
  - 10 **caracterizado por**
  - un supercondensador por fase eléctrica ( $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ ) del SSI, cada uno conectado entre el polo de enlace de CC negativo común para el SSI y el polo de enlace de CC positivo separado por fase del SSI.
- 15 2. Un tren motriz a bordo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde cada fase eléctrica ( $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ ) está conectada a un polo de punto medio individual.
3. Un tren motriz a bordo de acuerdo con la reivindicación 2, que comprende además una batería (21) y un inductor (22) conectados en serie entre el polo de enlace de CC negativo común y cada polo de punto medio.
- 20 4. Un tren motriz a bordo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde todas las fases eléctricas están conectadas a un polo de punto medio común.
5. Un tren motriz a bordo de acuerdo con la reivindicación 4, que comprende además un elemento semiconductor (23; 24; 25) entre el polo de punto medio común y cada fase eléctrica.
- 25 6. Un tren motriz a bordo de acuerdo con la reivindicación 5, en donde el elemento semiconductor es un diodo (23; 24) o un MOSFET (25).
7. Un tren motriz a bordo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la batería está conectada más cerca del polo negativo común del enlace de CC que del inductor.
- 30 8. Un tren motriz a bordo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además un cargador a bordo con un transformador reductor (29).
- 35 9. Un tren motriz a bordo de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el cargador a bordo está conectado a las fases eléctricas ( $V_a$ ,  $V_b$ ,  $V_c$ ) del SSI a través de conmutadores (28) e inductancias (27).
10. Un tren motriz a bordo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9, en donde el cargador a bordo está conectado por separado a polos de punto medio individuales.
- 40 11. Un tren motriz a bordo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 8 y 9, en donde el cargador a bordo está conectado a un polo de punto medio común.
12. Un tren motriz a bordo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la capacitancia de al menos un supercondensador (20) es de al menos de  $1 \text{ mJ/mm}^3$ .
- 45 13. Un tren motriz a bordo de acuerdo con la reivindicación 12, en donde la capacitancia de cada supercondensador (20) es al menos de 1 faradio (F), tal como al menos de 10 F o al menos de 100 F.

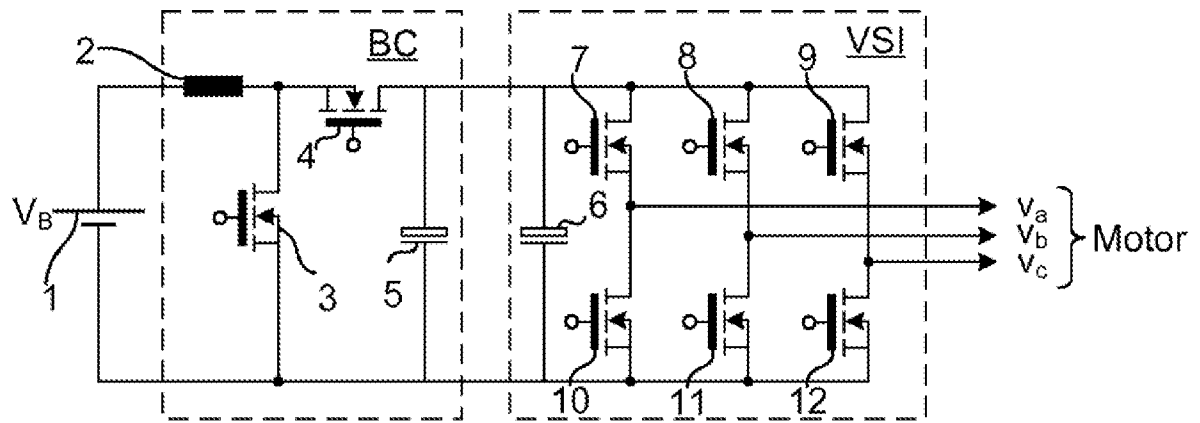


Fig. 1A

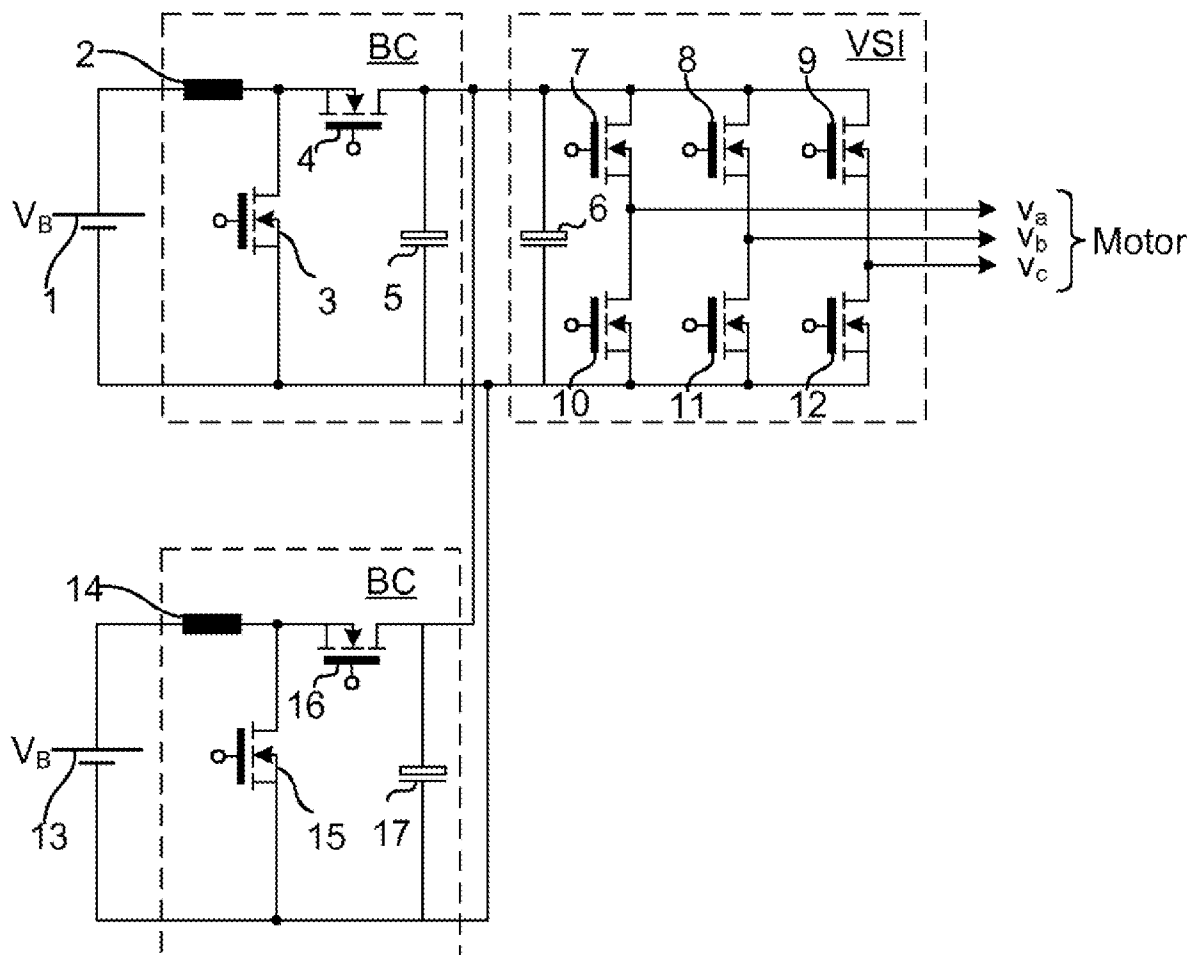


Fig. 1B



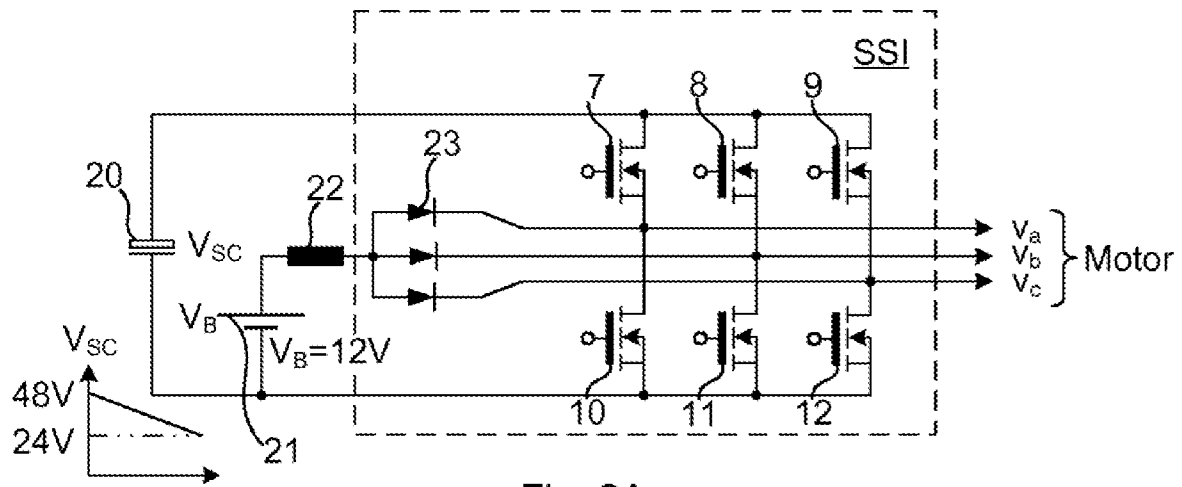


Fig. 2A

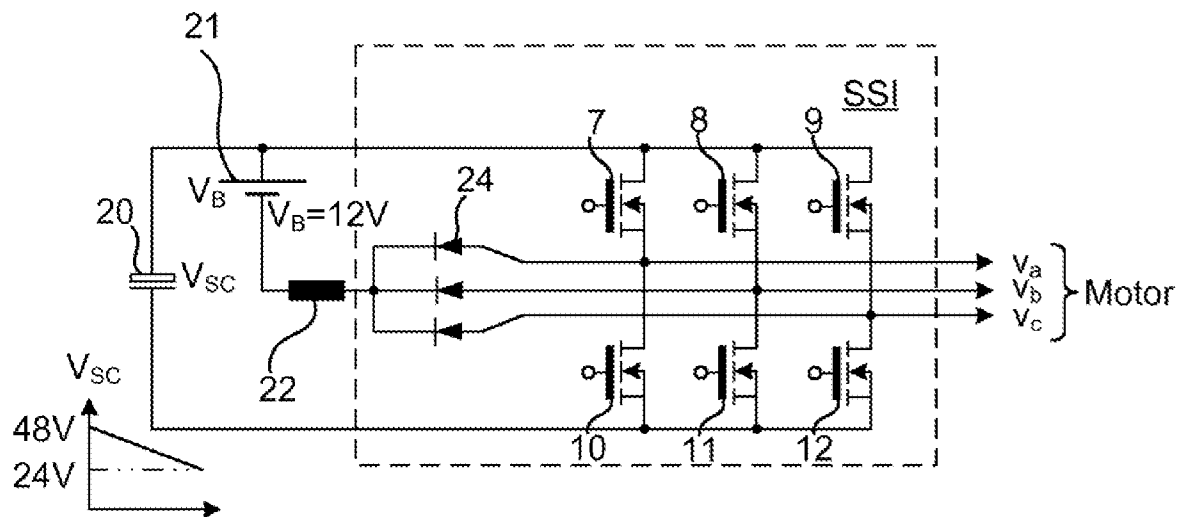


Fig. 2B

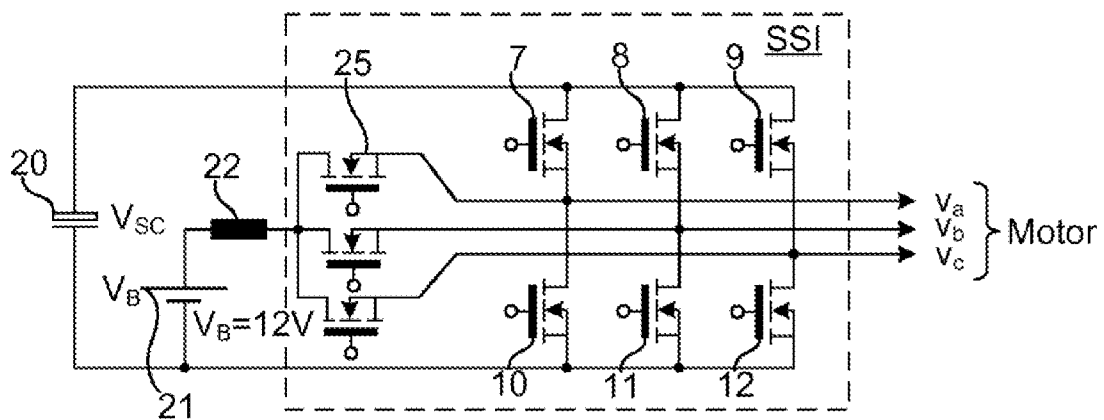


Fig. 3

