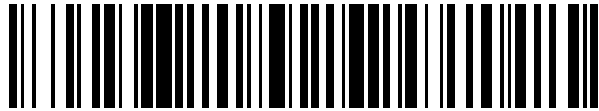


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 884 003**

21 Número de solicitud: 202030536

51 Int. Cl.:

B60L 9/14 (2006.01)

B60W 20/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION CON EXAMEN

B2

22 Fecha de presentación:

05.06.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud:

09.12.2021

Fecha de modificación de las reivindicaciones:

26.05.2022

Fecha de concesión:

23.09.2022

45 Fecha de publicación de la concesión:

30.09.2022

73 Titular/es:

PATENTES TALGO, S.L.U. (100.0%)
Paseo del Tren Talgo, 2
28290 LAS MATAS (Madrid) ES

72 Inventor/es:

UGENA GONZÁLEZ, David y
OLEA UNAMUNO, Francisco Javier

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

54 Título: **Sistemas de alimentación híbrida para conjuntos ferroviarios**

57 Resumen:

Sistemas de alimentación híbrida para conjuntos ferroviarios.

Sistema de alimentación híbrida (100, 200) para un conjunto ferroviario, donde el sistema comprende un transformador de tracción ferroviaria (110), cuatro fuentes de tensión (130) y un bloque de rectificación.

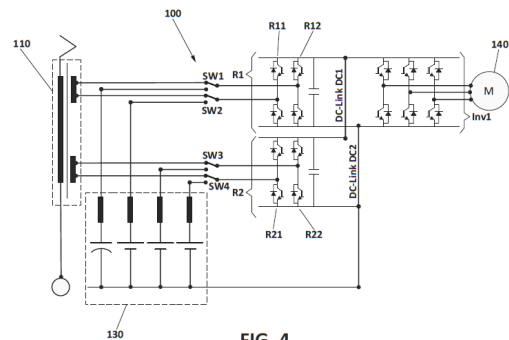


FIG. 4

ES 2 884 003 B2

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 41 LP 24/2015. Dentro de los seis meses siguientes a la publicación de la concesión en el Boletín Oficial de la Propiedad Industrial cualquier persona podrá oponerse a la concesión. La oposición deberá dirigirse a la OEPM en escrito motivado y previo pago de la tasa correspondiente (art. 43 LP 24/2015).

DESCRIPCIÓN

Sistemas de alimentación híbrida para conjuntos ferroviarios

5 **Objeto de la invención**

El objeto de la presente invención es un sistema de alimentación híbrida para el sistema de tracción de un conjunto ferroviario.

10 **Antecedentes de la invención**

Las soluciones de alimentación híbridas convencionales para los sistemas de tracción de los vehículos ferroviarios pueden comprender un modo de alimentación para tramos electrificados y otro modo de alimentación para tramos no electrificados. En los tramos electrificados, el sistema de alimentación puede ser de corriente alterna CA o de corriente continua CC.

Para los tramos electrificados con corriente alterna se usa un transformador de tracción ferroviaria para adecuar el nivel de tensión de catenaria, cuyo devanado primario está conectado a través del pantógrafo del conjunto ferroviario con la catenaria ferroviaria y donde a través de dicha catenaria se alimenta el sistema de tracción del vehículo ferroviario.

Las soluciones de alimentación híbridas pueden comprender, además, un modo de alimentación en tramos no electrificados donde un grupo generador consistente normalmente en un generador de potencia síncrono accionado por un motor Diesel suministran la energía necesaria al sistema de tracción del vehículo ferroviario a través del bloque rectificador.

De esta manera en las soluciones híbridas actuales cada fuente de energía tiene asociada un número de componentes implicando un aumento en peso, un aumento en el número de componentes, una reducción del espacio disponible para el transporte de viajeros o mercancías y en el aumento de la complejidad técnica del sistema.

Convencionalmente, durante la conversión de energía, la corriente CA suministrada a través de la catenaria o del grupo generador se convierte en corriente CC de menor tensión. La corriente CA suministrada generalmente se rectifica y suaviza para obtener una tensión de valor constante. Una vez que esto se logra, la potencia se dirige a un inversor para obtener la

5 salida final con una tensión y frecuencia variable que alimenta al motor de tracción del sistema de tracción. El punto donde la tensión es constante y que alimenta al inversor se denomina enlace de corriente CC, en inglés, *DC link*. El *DC link* puede alimentar a distintos elementos de una topología de tracción multi-sistema del vehículo ferroviario, como por ejemplo son los bogies, la cabina de mando, etc.

10 Sin embargo, en las soluciones híbridas convencionales, durante el modo de alimentación con el uso del grupo generador en tramos no electrificados, existe un desaprovechamiento de parte de los diferentes elementos que componen el bloque rectificador de catenaria.

Ventajosamente y en comparación con las soluciones existentes en el mercado, la presente invención mejora las soluciones híbridas convencionales optimizando la utilización de los recursos ya existentes en dichas soluciones.

15 **Descripción de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de alimentación híbrida para una topología de tracción de un conjunto ferroviario. El sistema comprende principalmente un transformador de catenaria, un bloque rectificador, fuentes de tensión y/o un grupo generador Diesel.

20 El bloque rectificador comprende $2xn$, siendo n el número de DC-link, rectificadores con ramas multiniveles, en particular de 2-niveles o 3-niveles. Además, el sistema de alimentación híbrida comprende switches de dos estados, de tal manera que:

25 cuando los cuatro switches están en un primer estado, el bloque rectificador se conecta al transformador de catenaria; y

cuando los cuatro switches están en un segundo estado, en una primera realización, el primer rectificador y el segundo rectificador se conectan a cuatro fuentes de tensión; o

30 cuando los cuatro switches están en el segundo estado, en una segunda realización, el bloque rectificador se conecta a un grupo generador, preferiblemente formado por un generador asíncrono, aunque en otras realizaciones el grupo generador puede comprender un generador síncrono, accionado por un motor Diesel y a una fuente de tensión.

35

Descripción de los dibujos

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del sistema de alimentación híbrida, de acuerdo con una realización preferente del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción lo siguiente:

La figura 1A muestra un esquema de una rama rectificadora de 2-niveles.

10 La figura 1B muestra un esquema de una rama rectificadora de 3-niveles.

Las figuras 2 y 3 muestran esquemas de una topología dc/dc elevador "Boost" y reductor, "Buck", respectivamente.

15 La figura 4 muestra un primer ejemplo de sistema de alimentación híbrida de acuerdo con la presente invención.

La figura 5 muestra un segundo ejemplo sistema de alimentación híbrida de acuerdo con la presente invención.

20

Realización preferente de la invención

La figura 1A muestra una rama rectificadora multinivel, en particular, una rama rectificadora de 2-niveles que permite convertir la corriente alterna en corriente continua.

25

La figura 1B muestra una rama rectificadora multinivel, en particular, una rama rectificadora de 3-niveles que permite convertir la corriente alterna en corriente continua.

Las figuras 2 y 3 muestran una topología dc/dc elevador y reductor, respectivamente.

30 Intrínsecamente, en cada rama rectificadora de 2-niveles como la mostrada en la figura 1, se obtiene una topología dc/dc elevador *Boost* y reductor *Buck*.

La figura 4 muestra un primer ejemplo de sistema de alimentación híbrida (100) de acuerdo con la presente invención:

35

El primer ejemplo de sistema de alimentación híbrida (100) para una topología de tracción de conjunto ferroviario de acuerdo con la presente invención, comprende un transformador (110) de tracción ferroviaria. Así pues, en un primer modo de alimentación, el devanado primario del transformador (110) de tracción ferroviaria está conectado a través del pantógrafo del conjunto ferroviario con la catenaria de la infraestructura ferroviaria para la obtención de energía en tramos electrificados a través de la catenaria y del pantógrafo.

Ventajosamente, el sistema de alimentación híbrida (100) para una topología de tracción puede comprender una o más fuentes de tensión (130). En particular, el sistema de alimentación híbrida (100) comprende cuatro fuentes de tensión (130) permitiendo así un segundo modo de alimentación para el sistema de tracción del conjunto ferroviario para tramos no electrificados. Así pues, el bloque de rectificación de catenaria del sistema de alimentación híbrida (100) puede gestionar la carga y descarga de las cuatro fuentes de tensión (130) y por lo tanto desempeñar la función de electrónica de control para las cuatro fuentes de tensión (130). En particular, se puede apreciar en la figura 4 un supercondensador y tres baterías convencionales.

En relación con el bloque de rectificación de catenaria, éste comprende un primer rectificador (R1) que comprende una primera rama rectificadora de 2-niveles (R11) y una segunda rama rectificadora de 2-niveles (R12). Para obtener una configuración suficientemente flexible que garantice la utilización de las diferentes configuraciones necesarias, la unidad mínima funcional de conversión son las ramas rectificadoras de 2-niveles como se representa la figura 1A.

Además, el bloque de rectificación de catenaria comprende un segundo rectificador (R2) con una primera rama rectificadora de 2-niveles (R21) y una segunda rama rectificadora e 2-niveles (R22). En otras realizaciones, las ramas rectificadoras del bloque rectificador pueden ser de 3-niveles de acuerdo con la figura 1B.

30 **Modo de alimentación por catenaria**

El sistema de alimentación híbrida (100) comprende además cuatro switches (SW1, SW2, SW3, SW4) de doble estado, de tal manera que cuando los cuatro switches (SW1, SW2, SW3, SW4) están en un primer estado, el bloque rectificador se conecta al transformador (110) como se puede apreciar en la figura 4. En particular, las dos ramas rectificadoras (R11, R12)

del rectificador (R1) y las dos ramas rectificadoras (R21, R22) del rectificador (R2) se conectan al transformador (110), permitiendo así la obtención de tensión en tramos electrificados a través del pantógrafo con la catenaria de la infraestructura ferroviaria. Como se observa en la figura 4, las ramas (R11, R12) se conectan a un primer devanado secundario del transformador (110) y las ramas (R21, R22) se conectan a un segundo devanado secundario del transformador (110). Así pues, en un primer modo de alimentación por catenaria, el transformador (110) alimenta la topología de tracción del conjunto ferroviario.

Modo de alimentación por fuente de tensión

10

Como se puede apreciar en la figura 4, los dos rectificadores (R1, R2) se conectan a cuatro fuentes de tensión (130). Por lo tanto, el sistema de alimentación híbrida (100) de la figura 4 utiliza las cuatro ramas rectificadoras (R12, R21, R21, R22) como interfaz para el uso de cuatro fuentes de tensión (130), obteniendo así un novedoso segundo modo de alimentación independiente al modo de alimentación por catenaria y consiguiendo una optimización del 100% del uso de los recursos disponibles dentro de la topología de tracción. En realizaciones preferentes, las cuatro fuentes de tensión (130) comprenden, por ejemplo, cualquier combinación de una batería química o un supercondensador o una *fuel cell*.

15

20

Como indicado anteriormente, el bloque rectificador puede desempeñar la función de electrónica de gestión para las cuatro fuentes de tensión (130), permitiendo la carga y descarga de las fuentes de tensión. Las cuatro fuentes de tensión (130) se pueden cargar, a través de los DC Links (DC1) y (DC2) del bloque de rectificación, con energía proveniente del transformador (110) en etapas electrificadas. Ventajosamente, las cuatro fuentes de tensión (130) también pueden aprovechar la energía generada durante el frenado proveniente del motor de tracción (140) a través del inversor (Inv1) y de los DC links (DC1) y (DC2), como se observa en la figura 4.

25

30

La figura 5 muestra un segundo ejemplo de sistema de alimentación híbrida (200) para una topología de tracción de acuerdo con la presente invención:

El sistema de alimentación híbrida (200) usa tres modos de alimentación: Modo de alimentación por catenaria para tramos electrificados, modo de alimentación por fuentes de tensión y adicionalmente, un modo de alimentación por grupo generador para tramos sin electrificar.

35

Cuando los cuatro switches (SW1, SW2, SW3, SW4) están en un primer estado, el primer rectificador (R1) y el segundo rectificador (R2) se conectan al transformador (110) al igual que en el sistema de alimentación híbrida (100) de la figura 4.

5 Cuando los cuatro switches (SW1, SW2, SW3, SW4) están en un segundo estado, el primer rectificador (R1) y el segundo rectificador (R2) del bloque rectificador se conectan a través de las cuatro ramas rectificadoras (R11, R12, R21, R22) a un grupo generador (120) y a una fuente de tensión (130). Así pues, la fuente de tensión (130) se puede gestionar a través del bloque rectificador actuando como electrónica de control de dicha fuente de tensión (130)
10 independientemente del rango de tensión y del tipo de fuente de tensión utilizado en el sistema de alimentación híbrida (100, 200), consiguiendo así una optimización total de los recursos del bloque rectificador de catenaria de la topología de tracción y obteniendo un novedoso modo de alimentación para tramos no electrificados.

15 Adicionalmente, el sistema de alimentación híbrida (200) comprende un grupo generador (120) que permite un tercer modo de alimentación. Preferiblemente, el grupo generador (120) comprende un generador asíncrono accionado por un motor Diesel. El uso de un generador asíncrono permite la minimización de costes, así como el aumento de la fiabilidad y robustez en comparación con un grupo generador implementado con un generador síncrono. En otra
20 realización, el grupo generador (120) comprende un generador síncrono accionado por un motor Diesel. Así pues, en este tercer modo de alimentación para tramos no electrificados, el grupo generador (120) puede generar y proveer de energía al sistema de tracción del conjunto ferroviario.

25 **Modo de alimentación por grupo generador + fuente de tensión**

Cuando los cuatro switches (SW1, SW2, SW3, SW4) están en un segundo estado, el primer rectificador (R1) y el segundo rectificador (R2) se conectan al grupo generador (120), tal que tres ramas rectificadoras, en particular, las ramas (R11, R12, R22) se conectan a un
30 generador, preferiblemente asíncrono como parte del grupo generador (120).

Como se puede apreciar en la figura 5, la tercera rama (R21) del rectificador (R2) se conecta a una fuente de tensión (130). Por lo tanto, el sistema de alimentación híbrida (200) de la figura 5 utiliza la tercera rama rectificadora (R21) como interfaz para el uso de la fuente de
35 tensión (130), obteniendo así un novedoso modo de alimentación independiente a los modos

de alimentación por catenaria y por grupo generador. En realizaciones preferentes, la fuente de tensión (130) comprende, por ejemplo, una batería química o un supercondensador o una *fuel cell*.

- 5 La fuente de tensión (130) se pueden cargar, a través de los DC Links (DC1) y (DC2) del bloque de rectificación, con energía proveniente tanto del transformador (110) en etapas electrificadas, como del grupo generador (120) en etapas sin electrificar. Ventajosamente, la fuente de tensión (130) también puede aprovechar la energía generada durante el frenado
10 proveniente del motor de tracción (140) a través del inversor (Inv1) y de los DC links (DC1) y (DC2), como se observa en la figura 5, tanto en tramos electrificados como en tramos no electrificados.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de alimentación híbrida (100) para una topología de tracción de un conjunto ferroviario, donde el sistema comprende:

5

- un transformador de tracción ferroviaria (110);
- cuatro fuentes de tensión (130), preferiblemente baterías químicas, supercondensadores, o *fuel cells*;

- un bloque de rectificación que comprende:

10

- un primer rectificador (R1) que comprende una primera rama rectificadora de multinivel (R11) y una segunda rama rectificadora multinivel (R12) y un primer DC link (DC1);

- un segundo rectificador (R2) que comprende una primera rama rectificadora de multinivel (R21) y una segunda rama rectificadora multinivel (R22) y un segundo DC link (DC2);

15

donde el primer y segundo DC link alimentan las cuatro fuentes de tensión (130), y

- cuatro switches (SW1, SW2, SW3, SW4) que comprenden dos estados, de tal manera que: cuando los cuatro switches (SW1, SW2, SW3, SW4) están en un primer estado:

20

- el primer rectificador (R1) y el segundo rectificador (R2) se conectan al transformador de tracción ferroviaria (110) en un primer modo de alimentación;

y

cuando los cuatro switches (SW1, SW2, SW3, SW4) están en un segundo estado:

las ramas multinivel (R11, R12, R21, R22) del primer y segundo rectificador (R1, R2) se conectan a las cuatro fuentes de tensión (130) en un segundo modo de alimentación.

25

2. Sistema de alimentación híbrida (200) de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:

- un grupo generador (120); y

30

cuando los cuatro switches (SW1, SW2, SW3, SW4) están en el segundo estado:

- el primer rectificador (R1) y la cuarta rama rectificadora multinivel (R22) del segundo rectificador (R2) se conectan al grupo generador (120) en un tercer modo de alimentación y la rama (R21) del segundo rectificador (R2) se conecta a una fuente de tensión (130) en el segundo modo de alimentación.

3. Sistema de alimentación híbrida (100, 200) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, donde el grupo generador (120) comprende un generador asíncrono.

4. Sistema de alimentación híbrida (100, 200) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, donde el grupo generador (120) comprende generador síncrono.

5. Sistema de alimentación híbrida (100, 200) de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, donde las ramas rectificadoras multinivel (R11, R12, R21, R22) del primer y segundo rectificador (R1, R2) son ramas de 2-niveles.

10

6. Sistema de alimentación híbrida (100, 200) de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 4, donde las ramas rectificadoras multinivel (R11, R12, R21, R22) del primer y segundo rectificador (R1, R2) son ramas de 3-niveles.

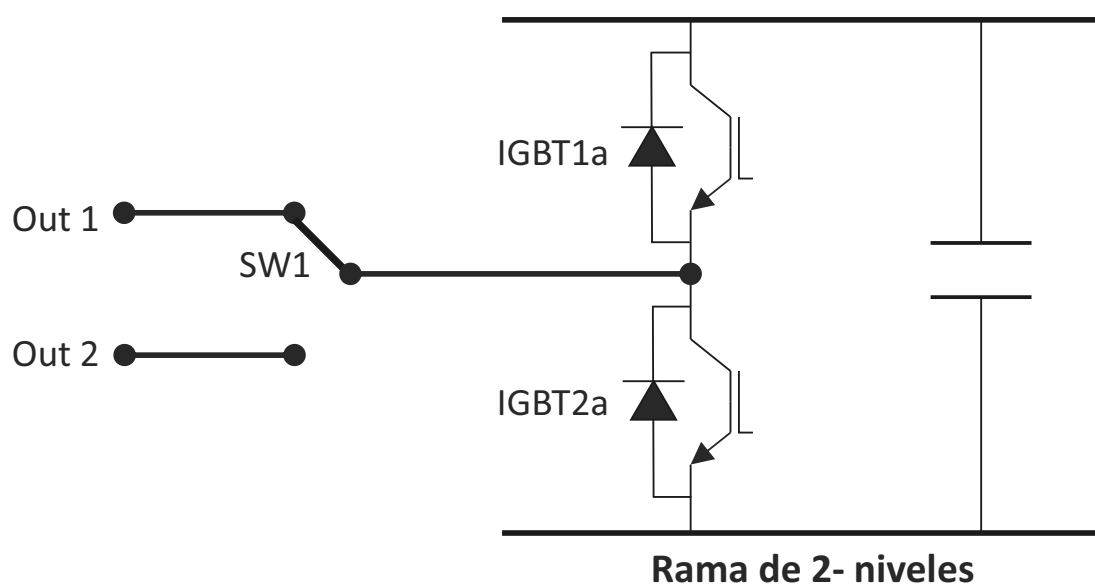


FIG. 1A

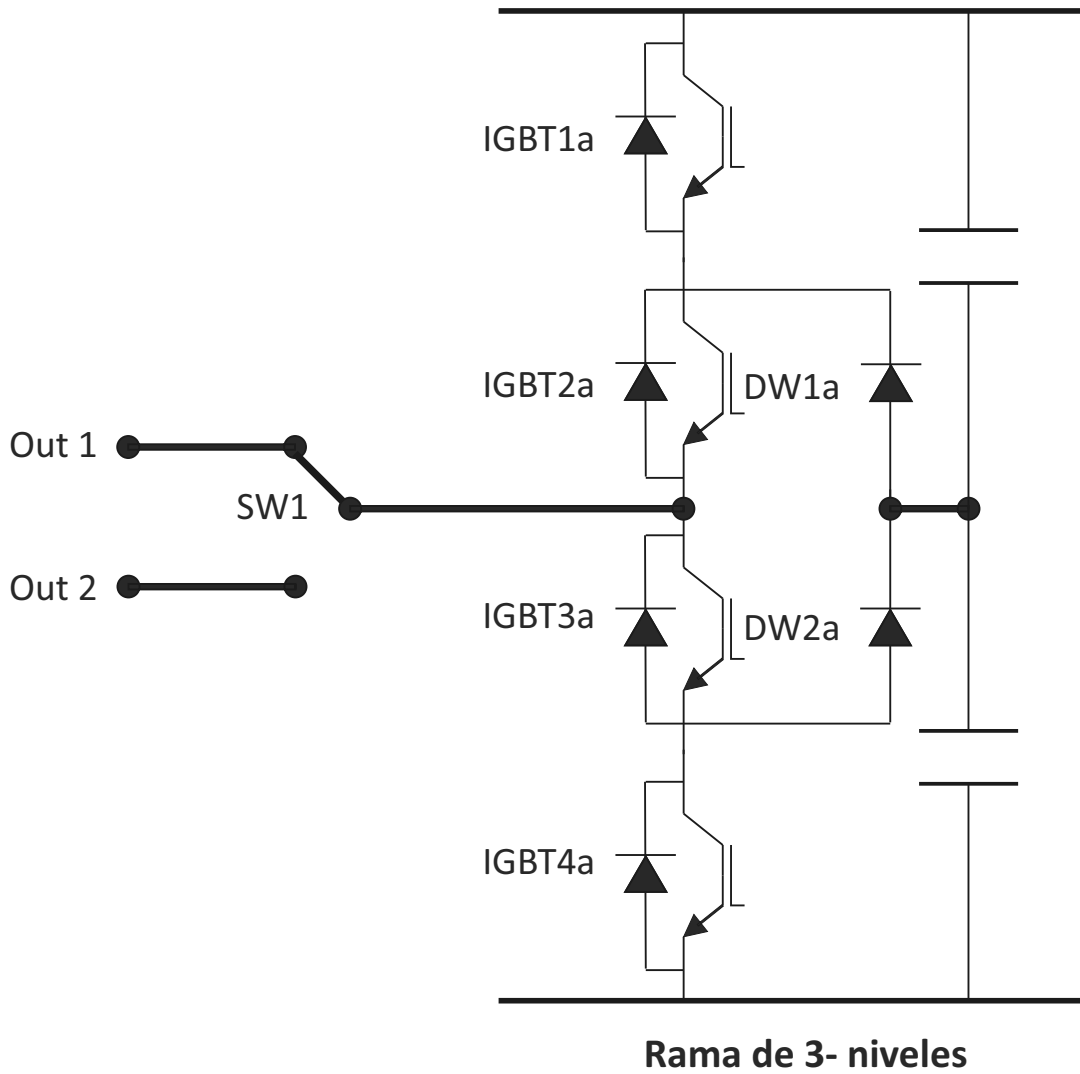
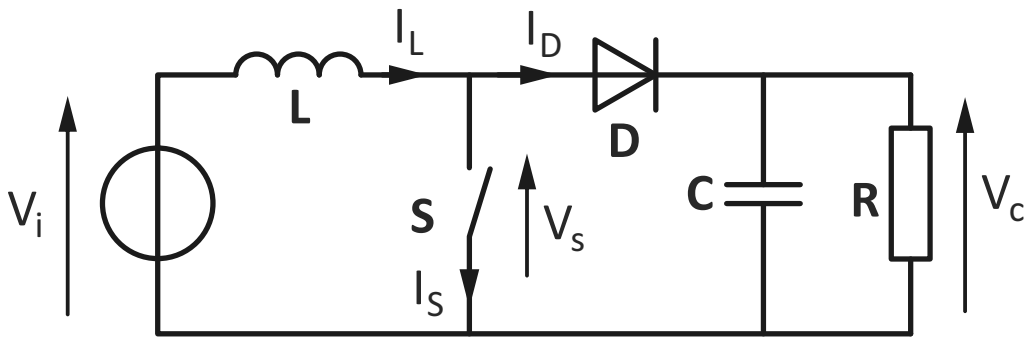
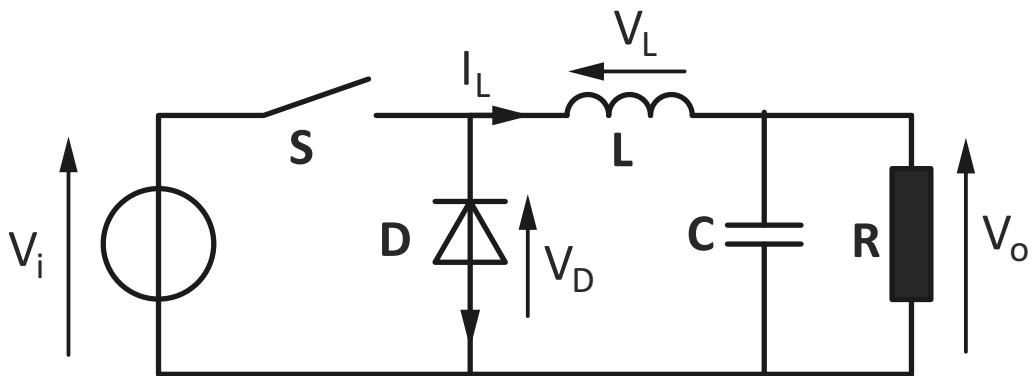


FIG. 1B



Configuración Boost (elevador)

FIG. 2



Configuración Buck (reductor)

FIG. 3

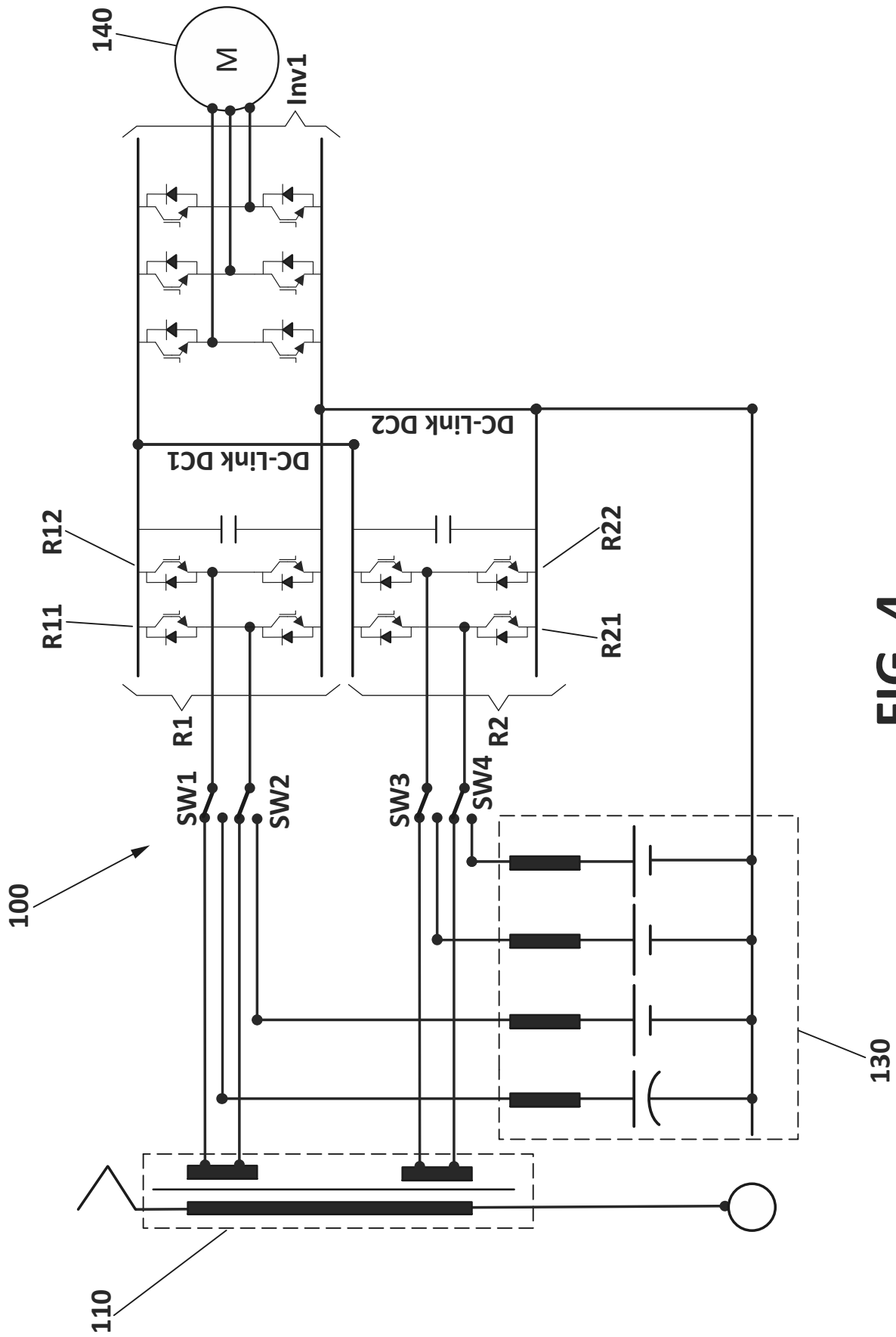


FIG. 4

