

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 498**

21 Número de solicitud: 201231266

51 Int. Cl.:

H01M 10/42 (2006.01)

H02J 7/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación:

03.08.2012

43 Fecha de publicación de la solicitud:

03.03.2014

Fecha de la concesión:

13.01.2015

45 Fecha de publicación de la concesión:

20.01.2015

56 Se remite a la solicitud internacional:

PCT/ES2013/070566

73 Titular/es:

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI (100.0%)

C. Escorxador, s/n

43003 Tarragona (Tarragona) ES

72 Inventor/es:

CID PASTOR, Angel;

REYNAUD, Jean François;

VIDAL IDIARTE, Enric y

MAIXÉ ALTÉS, Javier

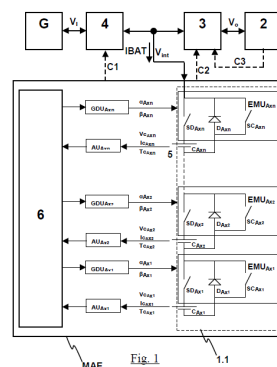
74 Agente/Representante:

PONTI SALES, Adelaida

54 Título: **SISTEMA DE SUMINISTRO DE TENSIÓN ELÉCTRICA RECARGABLE**

57 Resumen:

Sistema de suministro de tensión eléctrica recargable, que comprende una batería (1.1) provista de una pluralidad de células (C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn}) conectadas en serie, una salida de tensión (V_o) destinada a una carga (2), una entrada de tensión (V_i) para la recarga, un primer módulo convertidor (3) dispuesto entre la batería (1) y la salida (V_o), sensores (5) de variables físicas de la batería (1) que reflejan su estado de carga, que comprende unos circuitos (EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn}) controlados de by-pass de las células (C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn}) y un dispositivo de gestión de la batería (6) de los circuitos (EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn}) que recibe señales provenientes de los sensores (5), de modo que es posible equilibrar el estado de carga de las células (C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn}) obteniéndose una tensión variable (V_{int}) a la salida de la batería (1) que puede ser adaptada a la salida de tensión (V_o) mediante el primer convertidor (3).



ES 2 445 498 B1

DESCRIPCIÓN

Sistema de suministro de tensión eléctrica recargable.

La presente invención se refiere a un sistema de suministro de tensión eléctrica recargable que optimiza la utilización de energía mediante un equilibrado no resistivo de las células de la batería del sistema.

5 Antecedentes de la invención

Son conocidos los sistemas de suministro de tensión eléctrica recargable, que comprenden una batería provista de una pluralidad de células conectadas en serie, una salida de tensión destinada a una carga, una entrada de tensión para la recarga, un primer módulo convertidor dispuesto entre la batería y la salida y sensores de variables físicas de la batería que reflejan su estado de carga.

10 Es el caso de WO201150191, que se considera el estado de la técnica más cercano y en el que se describe un dispositivo de equilibrado de carga de baterías provisto de circuitos de protección contra inversión de polaridad de células de batería.

15 En WO2011070517 se emplea un equilibrado activo de la redistribución de energía provisto de elementos reactivos, tales como transformadores o inductores, que transfieren la energía entre células. No se plantea la desconexión ni una salida con niveles de tensión escalonados ni el sistema de control de convertidor a partir de señales del dispositivo de gestión de dichos elementos activos.

En IT2009VI0254 (WO2011047741) y WO2011042243, similares a la anterior, se describen dispositivos de equilibrado mediante elementos disipativos.

20 Sin embargo, en todos estos dispositivos se emplean resistencias dispuestas en paralelo con la célula, con las pérdidas energéticas que ello supone.

Descripción de la invención

Para superar el mencionado inconveniente de la técnica, la presente invención propone un sistema de suministro de tensión eléctrica recargable, que comprende:

- una batería provista de una pluralidad de células conectadas en serie;
- 25 - una salida de tensión destinada a una carga;
- una entrada de tensión para la recarga;
- un primer módulo convertidor dispuesto entre la batería y la salida;
- sensores de variables físicas de la batería que reflejan su estado de carga;

30 que se caracteriza por el hecho de que comprende unos circuitos controlados de *by-pass* de las células y un dispositivo de gestión de la batería de los circuitos que recibe señales provenientes de los sensores, de modo que es posible equilibrar el estado de carga de las células obteniéndose una tensión variable a la salida de la batería que puede ser adaptada a la salida de tensión mediante el primer convertidor.

35 Preferentemente, el sistema comprende lazos de realimentación y bus de comunicación entre el dispositivo de control y los módulos convertidores, de modo que estos pueden conocer de antemano las variaciones de tensión y adaptar mejor su funcionamiento a las variaciones de la tensión de la batería.

Ventajosamente, el sistema comprende un segundo módulo convertidor dispuesto entre la entrada y la batería obteniéndose una tensión variable a la salida de la batería que puede ser adaptada a la entrada mediante el segundo convertidor.

40 Según una variante del sistema, cada uno de los circuitos controlados de *by-pass* de las células comprenden un interruptor de célula controlado, un interruptor de *bypass* controlado y un diodo dispuestos en paralelo.

Según otra variante, cada uno de los circuitos controlados de *by-pass* de las células comprenden un interruptor de célula controlado, y un diodo dispuestos en paralelo.

Más ventajosamente, el sistema comprende para cada circuito controlado un circuito *driver* de accionamiento, que es controlado por el dispositivo de gestión de la batería.

45 Preferentemente, el sistema comprende para cada circuito controlado un circuito de acondicionamiento de las señales provenientes de los sensores de variables físicas de la batería.

Ventajosamente, las señales provenientes de los sensores de variables físicas de la batería son de Tensión, Corriente

y/o Temperatura.

Finalmente, se pueden integrar en un único bloque los siguientes componentes:

- la batería;
- los sensores;
- los circuitos controlados;
- el primer y/o el segundo módulo convertidor;

La invención también se refiere a un vehículo provisto de un sistema según cualquiera de las variantes de la invención descritas.

Breve descripción de las figuras

Para mejor comprensión de cuanto se ha expuesto se acompañan unos dibujos en los que, esquemáticamente y tan sólo a título de ejemplo no limitativo, se representa un caso práctico de realización.

La figura 1 representa esquemáticamente un circuito de equilibrado según la invención.

La figura 2 representa una versión simplificada del circuito de equilibrado.

La figura 3 representa la integración de los módulos convertidores y del sistema de equilibrado, con un lazo de realimentación con la carga.

Descripción de realizaciones preferidas

En la figura 1 se ilustra una típica arquitectura eléctrica de un vehículo eléctrico. En ella se pueden distinguir los principales módulos:

4: Módulo convertidor AC-DC: este módulo convertidor carga la batería desde la red eléctrica G o cualquier otro tipo de fuente de energía eléctrica, placa fotovoltaica, pila combustible. Habitualmente el convertidor AC-DC funciona como corrector activo del factor de potencia (en inglés Power Factor Corrector, PFC). Si el convertidor es bidireccional, también puede inyectar energía a la red eléctrica.

3: Módulo convertidor: 1ª Opción: convertidor DC-AC, este módulo se encarga del accionamiento del motor 2;

2ª Opción: convertidor DC-DC, el convertidor garantiza una tensión DC regulada a la entrada del accionamiento del motor. En ambos casos, si el convertidor es bidireccional puede inyectar energía a la batería desde el motor: funcionamiento como frenado regenerativo.

1: Módulo de Almacenamiento de Energía MAE: constituido por la batería o conjunto de baterías, o cualquier tecnología de almacenamiento de energía que precise de equilibrado, tal como supercondensadores. En general, también incluye un módulo de gestión de la batería 6 y un sistema de equilibrado de tipo activo o pasivo, como los descritos en antecedentes, por ejemplo.

Tal como se puede apreciar en la figura 1, la invención se refiere a un sistema de suministro de tensión eléctrica recargable, que comprende:

- una batería 1.1 provista de una pluralidad de células C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn} conectadas en serie;
- una salida de tensión V_O destinada a una carga 2;
- una entrada de tensión V_I para la recarga;
- un primer módulo convertidor 3 dispuesto entre la batería 1 y la salida V_O ;
- sensores 5 de variables físicas de la batería 1.1 que reflejan su estado de carga;

Concretamente, tal como se aprecia en la figura 1, el sistema de la invención comprende unos circuitos EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn} controlados de *by-pass* de las células C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn} y un dispositivo de gestión de la batería 6 de los circuitos EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn} que recibe señales provenientes de los sensores 5, de modo que es posible equilibrar el estado de carga de las células C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn} obteniéndose una tensión variable V_{int} a la salida de la batería 1.1 que puede ser adaptada a la salida de tensión V_O mediante el primer convertidor 3.

Se destaca que en la presente descripción batería engloba tanto las células que suministran tensión como los circuitos EMU de *bypass* de las células.

Según una realización especialmente preferida, se prevé un segundo módulo convertidor 4 dispuesto entre la entrada V_i y la batería 1.1 obteniéndose una tensión variable V_{int} a la salida de la batería 1.1 que puede ser adaptada a la entrada V_i mediante el segundo convertidor 4.

- 5 También se prevén unos lazos de realimentación C1, C2 y un bus de comunicación entre el dispositivo de control 6 y los módulos convertidores 3, 4, de modo que estos pueden conocer de antemano las variaciones de V_{int} y adaptar mejor su funcionamiento a las variaciones de la tensión de la batería 1.1.

Cada uno de los circuitos EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn} controlados de by-pass de las células C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn} comprenden un interruptor de célula controlado SD_{Ax1} , SD_{Ax2} , ... SD_{Axn} , un interruptor de *bypass* controlado SC_{Ax1} , SC_{Ax2} , ... SC_{Axn} y un diodo D_{Ax1} , D_{Ax2} , ... D_{Axn} dispuestos en paralelo.

- 10 Tal como se aprecia en la figura 2, los circuitos EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn} controlados de by-pass de las células C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn} se pueden implementar con un interruptor de célula controlado SD_{Ax1} , SD_{Ax2} , ... SD_{Axn} , y un diodo D_{Ax1} , D_{Ax2} , ... D_{Axn} dispuestos en paralelo.

Tal como se aprecia en la figura 1, cada circuito EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn} controlado comprende un circuito *driver* de accionamiento GDU_{Ax1} , GDU_{Ax2} , ... GDU_{Axn} , que es controlado por el dispositivo de gestión de la batería 6.

- 15 Asimismo se prevé para cada circuito EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn} controlado un circuito de acondicionamiento AU_{Ax1} , AU_{Ax2} , ... AU_{Axn} de las señales provenientes de los sensores 5 de variables físicas de la batería 1.1.

Las señales provenientes de los sensores 5 de variables físicas de la batería 1.1 son de Tensión VC_{Ax1} , VC_{Ax2} , ... VC_{Axn} , Corriente IC_{Ax1} , IC_{Ax2} , ... IC_{Axn} y/o Temperatura TC_{Ax1} , TC_{Ax2} , ... TC_{Axn} .

- 20 Asimismo, los interruptores controlados de *bypass* SC_{Axn} y SD_{Axn} pueden estar provistos de un circuito de protección para evitar sobretensiones.

Tal como se muestra esquemáticamente en la figura 3, se integran en un único bloque C los siguientes componentes:

- la batería 1.1;
- los sensores 5;
- los circuitos controlados EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn} ;
- 25 - el primer 3 y/o el segundo 4 módulo convertidor;

de modo que el conjunto C se aprecia externamente como una batería que suministra una tensión constante.

MODOS DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA PROPUESTO (EJEMPLO DE APLICACIÓN PARA VEHÍCULO ELECTRICO)

- 30 Existen varios modos de funcionamiento del sistema de equilibrado propuesto que pueden clasificarse, de manera general, en función del signo de la corriente de la batería (i.e. si la batería se esta cargando $IBAT > 0$ o si se esta descargando $IBAT < 0$) y del origen de la energía (i.e. si la energía proviene del motor, de la red eléctrica o de la propia batería). Teniendo en cuenta estas situaciones se pueden definir cuatro modos de funcionamiento (tabla I):

- Modo M1: Equilibrado durante la carga de la batería a través de la red eléctrica
- Modo M2: Equilibrado durante la carga de la batería a través del motor, frenado regenerativo
- 35 - Modo M3: Equilibrado durante la descarga de la batería, alimenta al motor
- Modo M4: Equilibrado durante la descarga de la batería para inyectar energía en la red eléctrica

Tabla I: Modos de funcionamiento del sistema de equilibrado

Modo	Batería I_{BAT}	Fuente de energía	Descripción	Modo funcionamiento Convertidor bidireccional 4	Modo funcionamiento Convertidor bidireccional 3
M1	>0, carga	red eléctrica	Típica carga desde una toma de corriente	Como AC-DC, PFC	Convertidor 3 no funciona. En estos momentos el motor no funciona, el vehículo está parado cargándose
M2	>0, carga	Motor	Frenado regenerativo: el motor funciona como generador.	Convertidor 4 no funciona. En estos momentos el motor funciona, el vehículo está en movimiento y no puede estar conectado a la toma de la red eléctrica	AC-DC, i.e. la energía va del motor a la batería.
M3	<0, descarga	batería	El motor se alimenta desde la batería a través del convertidor bidireccional 3	Convertidor 4 no funciona. En estos momentos el motor funciona el vehículo está en movimiento y no puede estar conectado a la toma de la red eléctrica	DC-AC Accionamiento del motor
M4	<0, descarga	batería	la batería cede energía a la red	En este caso funciona como DC-AC, la energía va del puerto de salida (DC) al puerto de entrada (AC)	En estos momentos el motor no funciona, el vehículo está parado.

El equilibrado de las células de las baterías puede realizarse en cualquiera de los modos de funcionamiento descritos en la tabla I. La figura 1 ilustra el circuito de equilibrado genérico que puede operar en cualquiera de los 4 modos citados anteriormente. Es posible también, por cuestiones de coste, que el equilibrado se efectúe en grupos de 2 más células, es decir que el componente referenciado como C_{Axn} represente a un conjunto de dos o más células.

Funcionamiento de los convertidores en cada modo de funcionamiento:

M1- La batería se carga a través del Convertidor-Bidireccional 4. Este convertidor actúa como un convertidor AC-DC. El convertidor bidireccional puede ser un convertidor individual AC-DC o puede ser el fruto de la interconexión de varios convertidores modulares, ya sea mediante una conexión en cascada, en paralelo u otras.

M2- La batería se carga a través del Convertidor-Bidireccional 3: funcionamiento de la máquina eléctrica como generador. Este convertidor actúa como un convertidor AC-DC. El convertidor bidireccional puede ser un convertidor individual AC-DC o puede ser el fruto de la interconexión de varios convertidores modulares, ya sea mediante una conexión en cascada, en paralelo u otras.

M3- La batería se descarga a través del convertidor bidireccional 3: funcionamiento de la máquina eléctrica como motor. El convertidor bidireccional puede ser un convertidor individual DC-AC o puede ser el fruto de la interconexión de varios convertidores modulares, ya sea mediante una conexión en cascada, en paralelo u otras.

M4- La batería se descarga a través del Convertidor-Bidireccional 4 (en este caso la batería suministra energía a la red eléctrica).

Tal como se puede apreciar a partir en la figura 1, se prevén dos buses de comunicación C1 y C2. A través de estos buses el módulo de gestión de la batería 6 envía información a los módulos convertidores. Por ejemplo, el módulo de gestión de la batería 6 puede avisar a los módulos convertidores de que se va a producir una perturbación de la tensión de la batería. De esta forma los módulos convertidores pueden preparar la acción de control necesaria para compensar la variación de tensión. Al mismo tiempo el módulo de gestión de la batería 6 puede recibir información de los módulos convertidores informando de que en determinado instante no es conveniente realizar ningún equilibrado o todo lo contrario, que en ese momento es el momento idóneo para hacerlo. Por ejemplo, puede ser el caso de un vehículo parado en semáforo.

MODO EQUILIBRADO SIMPLIFICADO

El modo de equilibrado más simple es el equilibrado en el modo de descarga. Esto es debido a que el circuito EMU solo

necesita de un interruptor bidireccional SD_{axn} y un diodo D_{axn} . Este es el modo más fácil y económico de implementar el sistema de equilibrado propuesto. La figura 2 ilustra el circuito EMU asociado a este modo de equilibrado.

Sin embargo, puede ocurrir por ejemplo que una de las células se haya degradado en exceso reduciendo su capacidad. En este sentido, el estado de plena carga se alcanzaría en diferente momento que el resto. Así pues, se hace necesario
5 bypassar esta célula, durante la carga, abriendo SD y cerrando SC. Para ello se necesita el interruptor SC de la variante ilustrada en la figura 1.

Lo mismo ocurriría en el caso de que una célula deteriorada se descargue mucho más rápidamente que las otras, en este sentido se inutilizarían o bypassarían durante el proceso de descarga de la batería. Esta maniobra puede hacerse tanto con la versión completa como con la simplificada.

10 Finalmente, una célula averiada debería poder ser desconectada definitivamente manteniendo cerrado indefinidamente SC y abierto SD. En este caso se necesita el interruptor SC de la variante ilustrada en la figura 1.

En resumen, se aprecia que el circuito genérico EMU_{Axn} de la figura 1 aunque tiene un mayor número de elementos sería el que proporcionaría mejores prestaciones del sistema incluso aportando un cierto grado de tolerancia a fallos cuando una o varias células estuviesen averiadas.

15 Tal como se ilustra en la figura 3, se prevé una integración total en el sistema de almacenaje de todos los módulos convertidores de la figura 1. De esta forma, el conjunto C sería visto desde el exterior como un sistema con una entrada y una salida con capacidad para albergar una determinada cantidad de energía. En la entrada se podría conectar la red eléctrica de corriente alterna o un bus de corriente continua y en la salida, se podría conectar la carga. La carga podría ser de corriente continua (entrada del accionamiento eléctrico del motor) o alterna (suponiendo que el accionamiento del
20 motor de AC está también integrado en el módulo C). Internamente se aseguraría el equilibrado de las células de la batería mediante la invención.

En este caso C puede llevar integrado el accionamiento del motor, de ahí que sea necesario prever el lazo de feedback C3 mostrado en la figura 3.

25 Además el sistema tendría la capacidad de recibir y enviar la información de la carga o de la red eléctrica para la realización de determinadas tareas

Una opción alternativa interesante sería la siguiente:

El sistema llevaría integrado el módulo convertidor 3, la batería, el sistema de equilibrado y el módulo convertidor 4. El módulo convertidor 4 sería bidireccional y permitiría la carga/descarga de la batería desde/hacia la red. El módulo convertidor 3 regularía la tensión de salida independientemente de las perturbaciones introducidas por el sistema de
30 equilibrado al bypassar células. De esta forma la carga no distinguiría entre la salida de una batería y la salida del módulo convertidor. La diferencia respecto al caso anterior radica en el hecho de que C no incluye el convertidor que realiza el accionamiento del motor.

A pesar de que se ha hecho referencia a una realización concreta de la invención, es evidente para un experto en la materia que el sistema descrito es susceptible de numerosas variaciones y modificaciones, y que todos los detalles
35 mencionados pueden ser substituidos por otros técnicamente equivalentes, sin apartarse del ámbito de protección definido por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de suministro de tensión eléctrica recargable, que comprende:

- una batería (1.1) provista de una pluralidad de células (C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn}) conectadas en serie;
- una salida de tensión (V_o) destinada a una carga (2);
- una entrada de tensión (V_i) para la recarga;
- un primer módulo convertidor (3) dispuesto entre la batería (1.1) y la salida (V_o);
- sensores (5) de variables físicas de la batería (1.1) que reflejan su estado de carga;

caracterizado por el hecho de que comprende unos circuitos (EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn}) controlados de *by-pass* de las células (C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn}) y un dispositivo de gestión de la batería (6) de los circuitos (EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn}) que recibe señales provenientes de los sensores (5), de modo que es posible equilibrar el estado de carga de las células (C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn}) obteniéndose una tensión variable (V_{int}) a la salida de la batería (1.1) que puede ser adaptada a la salida de tensión (V_o) mediante el primer convertidor (3).

2. Sistema según la reivindicación 1, que comprende lazos de realimentación y bus de comunicación entre el dispositivo de gestión de la batería (6) y los módulos convertidores (3, 4), de modo que estos pueden conocer de antemano las variaciones de (V_{int}) y adaptar mejor su funcionamiento a las variaciones de la tensión de la batería (1).

3. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende un segundo módulo convertidor (4) dispuesto entre la entrada (V_i) y la batería (1.1) obteniéndose una tensión variable (V_{int}) a la salida de la batería (1.1) que puede ser adaptada a la entrada (V_i) mediante el segundo convertidor (4).

4. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada uno de los circuitos (EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn}) controlados de *by-pass* de las células (C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn}) comprenden un interruptor de célula controlado (SD_{Ax1} , SD_{Ax2} , ... SD_{Axn}), un interruptor de *bypass* controlado (SC_{Ax1} , SC_{Ax2} , ... SC_{Axn}) y un diodo (D_{Ax1} , D_{Ax2} , ... D_{Axn}) dispuestos en paralelo.

5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que cada uno de los circuitos (EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn}) controlados de *by-pass* de las células (C_{Ax1} , C_{Ax2} , ... C_{Axn}) comprenden un interruptor de célula controlado (SD_{Ax1} , SD_{Ax2} , ... SD_{Axn}), y un diodo (D_{Ax1} , D_{Ax2} , ... D_{Axn}) dispuestos en paralelo.

6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende para cada circuito (EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn}) controlado un circuito *driver* de accionamiento (GDU_{Ax1} , GDU_{Ax2} , ... GDU_{Axn}), que es controlado por el dispositivo de gestión de la batería (6).

7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende para cada circuito (EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn}) controlado un circuito de acondicionamiento (AU_{Ax1} , AU_{Ax2} , ... AU_{Axn}) de las señales provenientes de los sensores (5) de variables físicas de la batería (1.1).

8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que las señales provenientes de los sensores (5) de variables físicas de la batería (1.1) son de Tensión (VC_{Ax1} , VC_{Ax2} , ... VC_{Axn}), Corriente (IC_{Ax1} , IC_{Ax2} , ... IC_{Axn}) y/o Temperatura (TC_{Ax1} , TC_{Ax2} , ... TC_{Axn}).

9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se integran en un único bloque (C) los siguientes componentes:

- la batería (1.1);
- los sensores (5);
- los circuitos controlados (EMU_{Ax1} , EMU_{Ax2} , ... EMU_{Axn});
- el primer (3) y/o el segundo (4) módulo convertidor;

10. Vehículo provisto de un sistema según cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

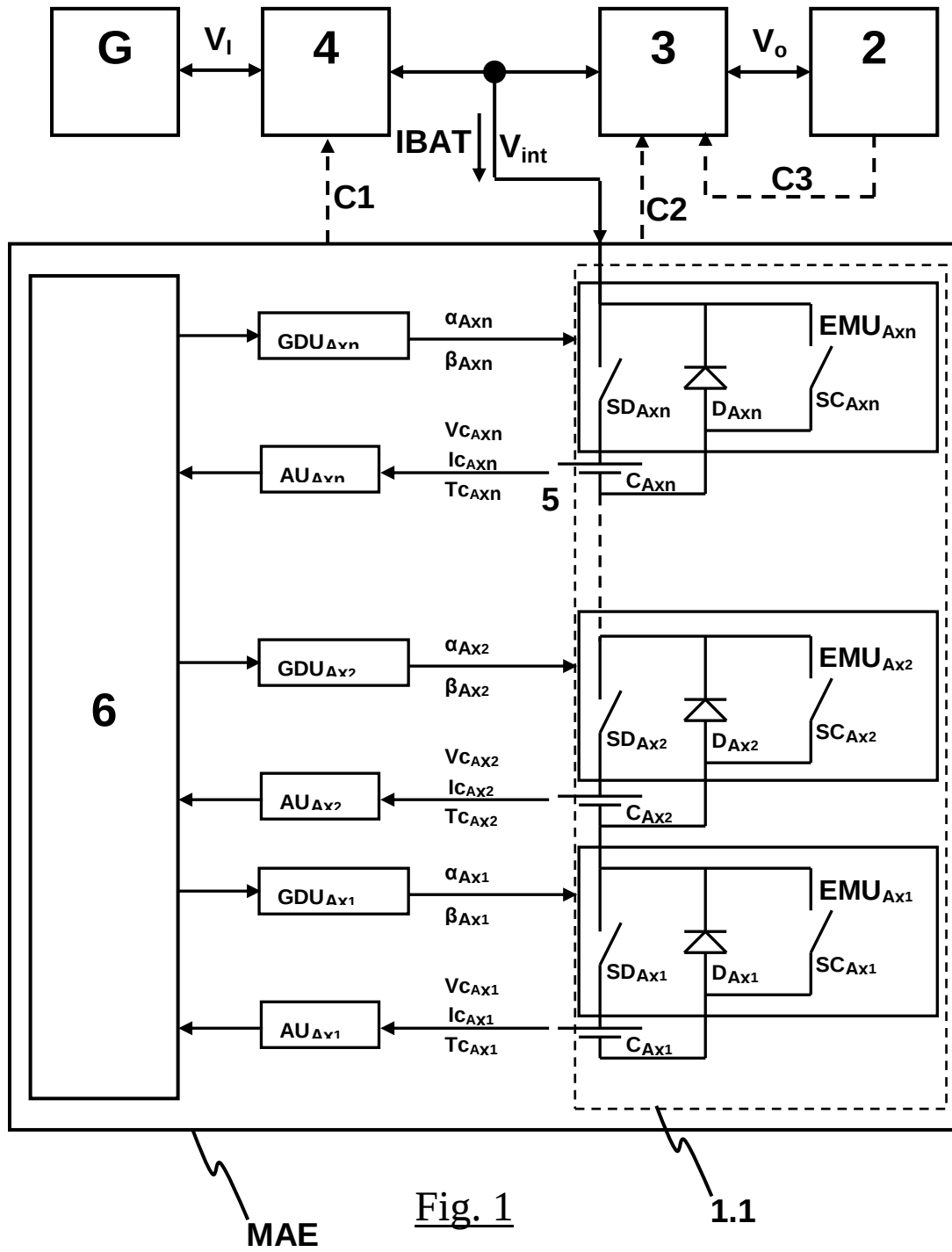


Fig. 2

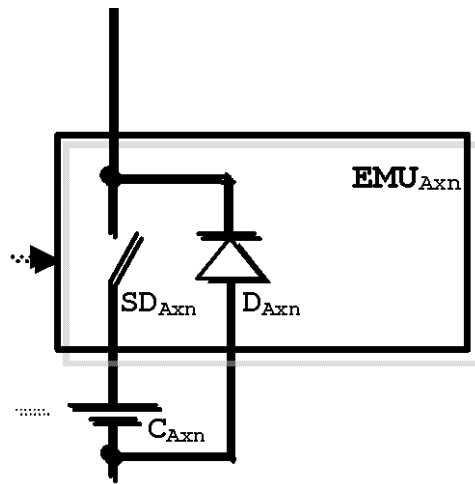


Fig. 3

