

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 951**

21 Número de solicitud: 201400981

51 Int. Cl.:

**H05K 1/18** (2006.01)

**H01L 25/00** (2006.01)

**H02J 1/00** (2006.01)

**H02P 6/00** (2006.01)

12

## SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

**27.11.2014**

43 Fecha de publicación de la solicitud:

**09.02.2016**

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE MÁLAGA (100.0%)**  
**Avda Cervantes, 2**  
**29071 Málaga ES**

72 Inventor/es:

**GUZMÁN JIMÉNEZ, Hugo Mauricio;**  
**DURÁN MARTÍNEZ, Mario Javier;**  
**BERMÚDEZ GUZMÁN, Mario;**  
**GONZÁLEZ PRIETO, Ignacio;**  
**GÓMEZ DEL RÍO, Manuel;**  
**BARRERO GARCÍA, Federico José y**  
**CASTILLO VALENZUELA, Sebastián**

54 Título: **Módulos electrónicos y sistemas electrónicos modulares para monitorización y/o gestión o control de convertidores de potencia**

57 Resumen:

Módulos electrónicos y sistemas electrónicos modulares para monitorización y/o gestión o control de convertidores de potencia. La presente invención se refiere a módulos electrónicos integrables en sistemas electrónicos modulares para la monitorización y/o gestión o control de convertidores de potencia, comprendiendo una o más conexiones para conectarse con uno o más módulos electrónicos integrables en dichos sistemas electrónicos modulares; una o más zonas de adaptación de dichas señales de entrada y/o de salida; uno o más filtros, para filtrar las señales de interferencias electromagnéticas y/o ruidos; y una o más zonas para la duplicación de señal. La invención también refiere sistemas electrónicos modulares que incluyen dichos módulos.

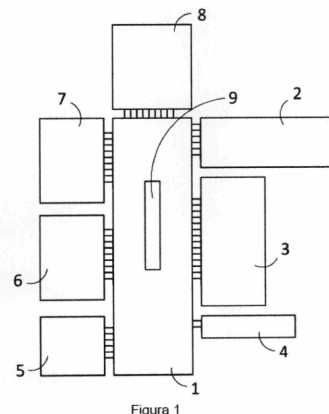


Figura 1

**DESCRIPCIÓN****Módulos electrónicos y sistemas electrónicos modulares para monitorización y/o gestión o control de convertidores de potencia****SECTOR TÉCNICO**

5

La presente invención se encuadra dentro del área técnica de la electrónica de potencia y la ingeniería eléctrica. En concreto, la presente invención se refiere a sistemas electrónicos modulares de aplicación en la monitorización y/o gestión o control de uno o varios convertidores de potencia. Dichos sistemas electrónicos modulares comprenden al menos dos

10 módulos electrónicos (también denominados placas o tarjetas) escogidos dentro de una variedad de módulos electrónicos aptos para su integración en un sistema electrónico modular, dicha variedad de módulos también objeto de la presente invención. Los sistemas electrónicos modulares, y los módulos electrónicos, objeto de la invención permiten un uso, y una integración, rápida y sencilla, en diferentes aplicaciones en las que aparezcan uno o varios

15 convertidores de potencia, cualquiera que sea la topología, configuración y tipo de semiconductor utilizado.

**ESTADO DE LA TÉCNICA**

20 La electrónica de potencia tiene como principal objetivo el uso de dispositivos electrónicos para convertir y controlar la energía de manera que cumpla con los requisitos de los sistemas conectados a su salida. La electrónica de potencia ha venido evolucionando gracias a los avances propios de los dispositivos electrónicos y el control automático. Algunos de estos avances se relacionan con la aparición de microprocesadores más potentes como los DSPs

25 (*Digital Signal Processors*) o las FPGAs (*Field Programmable Gate Arrays*), y la continua evolución de los transistores MOSFET, los transistores IGBT (*Insulated Gate Base Transistor*) y los semiconductores basados en carburo de Silicio (SiC), los cuales presentan ventajas para trabajar en condiciones extremas de temperatura, voltaje y frecuencia.

Estos dispositivos electrónicos mencionados anteriormente, junto con otros, han sido

30 incluidos con frecuencia en placas electrónicas de control de convertidores de potencia, también conocido como el hardware de control. Sin embargo, siempre han sido los convertidores de potencia que se pretenden controlar y, en otros muchos casos, el algoritmo

de control a aplicarle, el que ha determinado el sistema electrónico de control utilizado. Esto ha hecho necesario que para cada convertidor de potencia sea necesario desarrollar un sistema de control electrónico específico, teniendo como limitante la necesidad de rediseñar por completo el sistema electrónico de control en caso de modificación del hardware de potencia, trayendo consigo costes extra en su desarrollo y materiales.

Este ha sido el escenario habitual durante muchos años en la industria de la electrónica de potencia y, posiblemente, en un futuro cercano en el que empieza a tomar forma el vehículo eléctrico, se haga más evidente la necesidad de sistemas electrónicos de control modulares y escalables para convertidores de potencia que se adapten de manera fácil y rápida a las exigencias de los convertidores a controlar y que permitan implementar los nuevos algoritmos de control que aparezcan sin necesidad de cambiar todo el hardware de control.

El estado de la técnica de la electrónica de potencia, y específicamente en el campo de los sistemas electrónicos de control de convertidores de potencia, se detalla a continuación con referencia a los antecedentes que aparecen en la línea de trabajo de la invención que aquí se describe.

En la patente ES 2 255 837 B1 se describe una invención de un controlador electrónico para convertidor de potencia bidireccional, basado en dos inversores multinivel. En esta patente se ha diseñado una estructura completa llamada *CONDOR CONVERTER* que consta de dos módulos que son, el sistema de electrónica de potencia o módulo I, y el sistema electrónico de control o módulo II. El sistema electrónico de control está formado por dos tarjetas comerciales (DSP TMS6713 y una FPGA SPARTAN II) y dos tarjetas diseñadas por los inventores, las cuáles son una tarjeta electrónica para permitir la comunicación entre las dos tarjetas comerciales y otra tarjeta electrónica para permitir las comunicaciones usando un puerto USB. Esta patente carece de un diseño modular y adaptable a las diferentes características de convertidores de potencia o diferentes topologías. De hecho en las reivindicaciones se deja claro que es una invención específica para dos convertidores de tres niveles de tipo NPC (*Neutral-Point-Clamped*) y que tiene sentido su utilización en conjunto con este tipo de topología y no con otra.

En la patente ES 2 398 174 B1 se describe un sistema de control acoplado entre la máquina eléctrica, que dispone un aerogenerador, y la red eléctrica a la que se le suministra energía. La invención descrita en esta patente consta de un convertidor que consta de al menos dos módulos convertidores acoplados en paralelo y un sistema de control de la calidad

de señal entregada a la red. El sistema de control se centra en la activación o desactivación de estos módulos, llevada a cabo con patrones desfasados de señales generadas con la técnica de modulación PWM (*Pulse Width Modulation*), realizando esta activación/desactivación de forma dinámica para que la energía eléctrica entregada a la red cumpla con la normativa de calidad energética impuesta por la red eléctrica española. Esta invención hace hincapié en el sector de los aerogeneradores eólicos, sin embargo no extiende el sistema electrónico de control inventado a convertidores de potencia en otros ámbitos. Además, no se mencionan con detalle las tarjetas electrónicas utilizadas. Al igual que ocurre con el sector de aplicación, el diseño del sistema de control es específico para el conjunto de componentes descritos en la patente y no extensible a otras configuraciones.

En la patente ES 2 390 133 T3, que corresponde a una traducción de una patente europea de título “convertidores de potencia”, se describe un conjunto de convertidor de potencia-aerogenerador-sistemas de control, con el fin de generar energía eléctrica para suministrarla a la red eléctrica. Esta invención menciona que dispone de controladores y también de inversores/rectificadores los cuales disponen de una pluralidad de dispositivos semiconductores de conmutación de potencia. Aunque el procedimiento y los componentes están descritos con detalle en la patente, el conjunto de las tarjetas electrónicas de control utilizadas no está descrito con todo detalle centrándose más en otras partes y aplicaciones de la invención. Se infiere de esto, que las tarjetas no tienen la propiedad de ser modular. Aunque se encuentra descrito que la invención sería susceptible de ser aplicada a otras técnicas de generación energía eléctrica en la que también se haga el uso de convertidores de potencia, vuelve a dejar abierto el tema de qué sistema de tarjetas electrónicas se utilizan como controladores, cuáles son sus características o si son modulares o no.

En la patente ES 2 143 947 A1 se presenta un equipo didáctico de control de motores DC en el que se usan diferentes tarjetas electrónicas. Sin embargo, se tiene que las tarjetas electrónicas utilizadas se corresponden cada una con un tipo de motor, es decir, que la modularidad del sistema se basa en tener una tarjeta de control específico para cada tipo de motor, no tener módulos electrónicos funcionales más pequeños e intercambiarlos para adaptarse a los requisitos del sistema a controlar. Además, el sistema de control se centra en los motores, no en el conjunto más amplio de los convertidores de potencia y también enfoca la aplicación únicamente a actividades didácticas, no llevando el sistema a aplicaciones industriales.

Como resulta evidente de los antecedentes arriba descritos, en el sector de la electrónica de potencia, y más concretamente dentro del hardware de los sistemas electrónicos de control aplicados a convertidores de potencia se pueden utilizar tarjetas electrónicas comerciales con microcontroladores de tipo DSP o FPGA, o los recientes sistemas de control en tiempo real tales como los sistemas xPC, DSpace u OPAL-RT. También aparecen algunas invenciones en las que se han diseñado e implementado tarjetas electrónicas que en conjunto con las anteriores ofrecen alguna funcionalidad extra, como la monitorización del sistema o facilitar la comunicación entre varias tarjetas conectadas entre sí. Otras invenciones no se centran en el sistema electrónico físico, es decir, el hardware, sino que describen el procedimiento de control implementado con componentes comerciales en aplicaciones específicas, como por ejemplo la generación de energía eólica.

Ninguna invención de las anteriores se centra en desarrollar un sistema electrónico de control que sea modular, es decir, que esté compuesto de un conjunto numeroso de tarjetas o módulos que se pueden interconectar de manera sencilla entre sí, como si de un puzzle se tratase, para formar en poco tiempo un hardware de control válido para cualquier tipo de convertidor de potencia en cualquier aplicación, y en el cual se puede implementar cualquier algoritmo de control conocido dado que permite:

- Incrementar el número de mediciones a realizar (tensión, corriente, velocidad, temperatura),
- Incrementar el número o cambiar el tipo de semiconductores a controlar (directamente ligado a la topología del convertidor),
- Almacenar las condiciones de funcionamiento o mediciones con un *datalogger* (dispositivo de registro de datos) con capacidad de almacenamiento ampliable.

El concepto de modularidad al que se hace referencia en la presente invención se entiende a nivel de tarjetas o módulos, no a nivel de los componentes electrónicos que dichas tarjetas o módulos contienen; en particular, dicho concepto debe entenderse como la posibilidad de intercambiar / interconectar de forma reconfigurable diferentes tarjetas o módulos.

## DESCRIPCIÓN BREVE DE LA INVENCION

Son objeto de la presente invención módulos electrónicos adecuados para su integración en sistemas electrónicos modulares para la monitorización y/o gestión o control de convertidores de potencia, dichos sistemas electrónicos modulares caracterizados por permitir la interconexión rápida de distintas tarjetas electrónicas, a modo de puzzle, para conformar diferentes sistemas hardware de control para aplicaciones de convertidores de potencia como pueden ser, no exclusivamente, las siguientes:

- Generación de energía (renovable o convencional).
- Transporte de energía eléctrica en corriente continua (conocido en inglés como *Voltage-Source Converters – High-Voltage, Direct Current* o con las correspondientes siglas VSC-HVDC).
- FACTS (*Flexible AC transmission Systems*).
- Almacenamiento de energía (baterías, pilas de combustible, supercondensadores, volantes de inercia).
- Tracción eléctrica (motores eléctricos).

El concepto de convertidor de potencia al que se hace referencia en la presente invención se entiende como el equipo conformado por diferentes componentes eléctricos y electrónicos (aparamenta, semiconductores de potencia, drivers, etc.) que se utiliza para modificar / controlar / transformar las características de la energía de la entrada de dicho equipo (convertidor) a la salida de dicho equipo (convertidor).

Las distintas tarjetas electrónicas o módulos (se utilizarán indistintamente los términos tarjeta, placa o módulo durante el documento) que constituyen el objeto de esta invención son de diferentes características, algunas son tarjetas electrónicas dedicadas al procesamiento de la señal, implementando algoritmos de control, otras tienen la tarea de adquirir señales analógicas para servir como entrada al sistema de control, otras ofrecen la posibilidad de llevar las señales procesadas a otros circuitos, otras tienen la función de expansión y ofrecen la posibilidad de conectarse a otras tarjetas electrónicas comerciales.

Conforme a lo anterior son objeto de la presente invención las siguientes tarjetas electrónicas o módulos, así como sistemas electrónicos modulares que comprenden dichos módulos o combinaciones de dichos módulos:

- Módulo base: el cual sirve como nexo de unión entre todas los módulos conectados y se encarga de generar las tensiones que se utilizarán en cada uno de ellos, como



pueden ser, y no exclusivamente, las tensiones de alimentación y de referencia de tierra, las tensiones analógicas y de potencia, etc.

- Módulo de medida de velocidad: se encarga de medir la velocidad de rotación de un rotor (elemento propio de aplicaciones de convertidores de potencia tales como generación eólica o tracción eléctrica). Este módulo puede medir la velocidad utilizando la tecnología de un tacómetro o la de un *encoder*.

- Módulo de expansión de medida de velocidad: éste permite obtener una segunda medida de velocidad de un tacómetro o *encoder* secundario, teniendo la capacidad de ampliarse hasta un máximo de dos placas.

- Módulo de activación/desactivación: se encarga de generar las señales de activación/desactivación de los semiconductores de potencia utilizados en el convertidor (IGBT, MOSFET, otros semiconductores basados en carburo de Silicio, etc.) mediante la técnica de modulación implementada, que puede ser por ejemplo:

- Modulación por anchura de pulsos genérica o PWM (*Pulse Width Modulation*)
- SVPWM o en su nomenclatura inglesa *Space Vector Pulse Width Modulation*
- Control vectorial

Éstas técnicas son habitualmente implementadas en las diferentes aplicaciones de los convertidores electrónicos de potencia. Este módulo es posible utilizarlo con convertidores de potencia que implementen cualquier tipo de tecnología de semiconductores como IGBT, MOSFET, SiC, etc.

- Módulo de expansión de activación/desactivación: permite ampliar el número de señales de activación/desactivación de los semiconductores de potencia, siendo posible alcanzar un máximo de cuatro placas.

- Módulo de medida de temperatura: mide la temperatura para evitar situaciones de sobrecalentamiento.

- Módulo de relés: permite activar un conjunto de relés que ejercen las funciones de protección del convertidor de potencia en condiciones de funcionamiento anómalo, como por ejemplo en el caso de un sobrecalentamiento, y de control de la aparamenta necesaria para su conexión a la red eléctrica, entre otras.

- Módulo de medida de tensión: tiene la función de medir la tensión diferencial entre dos puntos.

- Módulo de expansión de medida de tensión: permite ampliar el número de medidas de tensión hasta alcanzar un máximo de cuatro mediciones.
- Módulo de medida de intensidad: permite medir la intensidad a través de los sensores de intensidad ubicados en el convertidor de potencia o aquellos que son independientes y están situados en el mismo módulo. Permite controlar aspectos como el fondo de escala o el rango de medición que se puede tomar. Éste módulo es compatible con sensores de intensidad que usen tecnología tipo Hall.
- Módulo de expansión de medida de intensidad: permite ampliar el número de medidas de intensidad hasta un máximo de cuatro mediciones.
- Módulo de almacenamiento de datos o *datalogger*: permite almacenar, entre otras cosas, un registro de los estados de control, mediciones de las variables de estado (corriente, velocidad, tensión, temperatura y otras) para ser monitorizadas y procesadas externamente.
- Módulo de control: permite que otros módulos mencionados anteriormente (como los de medición, activación/desactivación, *datalogger*, entre otros), se conecten a éste módulo en el que reside el dispositivo de control (microprocesador/sistema de control en tiempo real). Permite también la conexión entre el dispositivo de control y un ordenador externo que se comunica con el sistema electrónico modular mediante conexiones JTAG o RS232. Es capaz de implementar técnicas de control en tiempo real con gran eficiencia. Puede disponer de un microprocesador (como por ejemplo un DSP u otro) o un sistema de control en tiempo real (por ejemplo de tipo xPC u otro).

Los convertidores de potencia se utilizan hoy en día en muchas aplicaciones como la generación de energía eléctrica para ser entregada a la red de distribución, en maquinaria y vehículos como los automóviles, en la industria, en aplicaciones personales, etc. Pueden encontrarse también ciertas aplicaciones en las que se utilizan varios convertidores de potencia a la vez, siendo necesario controlar cada uno de ellos o bien de manera independiente o de manera conjunta. También existen muchos tipos de convertidores de potencia, dependiendo de sus características técnicas (eléctricas o mecánicas), su aplicación (convertir movimiento en energía eléctrica, convertir las características de la energía eléctrica a partir de otras diferentes, como por ejemplo la corriente alterna en corriente continua, transformar los niveles de tensión e intensidad, etc.). Debido a esta amplia variedad de



convertidores que pueden aparecer en solitario o en conjunto denominaremos a partir de ahora al sistema de convertidores de potencia que se pretende monitorizar y/o gestionar o controlar con sistemas electrónicos modulares objeto de esta invención como SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO. Esta denominación responde únicamente a la intención de

5 facilitar la comprensión del presente documento.

El diseño modular de la invención tiene la ventaja de poder adaptarse a las características del SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO que se quiere controlar, con el simple hecho de seleccionar, de entre todas las tarjetas electrónicas o módulos que son parte de esta invención, aquellas que sean adecuadas para medir las señales de entrada deseadas y

10 aplicar las señales de control calculadas. Conectando adecuadamente estas tarjetas seleccionadas se dispone de un hardware de control específico para controlar el SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO.

Los sistemas electrónicos modulares objeto de la invención son tan flexible en sus características, que con el simple hecho de conectar unos módulos u otros se pueden tener distintas especificaciones en el sistema conjunto, permitiendo controlar con facilidad un

15 SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO que conste de uno o varios convertidores de potencia, con distintas características, semiconductores, medidas de control y topologías.

La presente invención permite también la implementación de diferentes técnicas y algoritmos de control gracias a la posibilidad de programación de los mismos en los módulos encargados del procesamiento de las señales y el cálculo de las señales de control, como es el

20 módulo de control que se describe más abajo.

La invención permite llevar a cabo tareas de mantenimiento y actualización de manera fácil y con rapidez. Es posible incorporar nuevos algoritmos de control más eficientes al mismo SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO con el simple hecho de reprogramar el

25 sistema de control modular. Si por otro lado, los nuevos algoritmos de control necesitan medir otros parámetros o adquirir señales que antes no se tenían en cuenta, simplemente incluyendo una nueva tarjeta encargada de medir dichas señales al sistema electrónico de control modular se tendrán todos los componentes necesarios para implementar el nuevo algoritmo de control. Esto evita tener que, o bien cambiar el sistema de control en su totalidad para adaptarse a los

30 nuevos algoritmos a implementar, o bien seguir utilizando algoritmos de control antiguos y más ineficientes por suponer un coste elevado cambiar todo el sistema de control.

También se facilita el mantenimiento y la actualización si se tiene que la aplicación en la que cambien las características de servicio del SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO, y se haga necesario modificar el sistema completo y con ello el hardware electrónico de control. El objeto de esta invención permitiría, por las mismas razones que las descritas en el párrafo anterior, adaptarse a las nuevas características del nuevo sistema de a controlar, con sólo modificar ciertas tarjetas o módulos o conectar otras nuevas.

Queda por lo tanto destacado en los párrafos anteriores que las ventajas de mantenimiento y actualización que presenta esta invención cubren tanto posibles cambios en el hardware como en el software.

## DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

A continuación se pasa a describir de manera muy breve una serie de dibujos que ayudan a comprender mejor la invención y que se relacionan expresamente con una realización de dicha invención que se presenta como un ejemplo no limitativo de ésta.

Figura 1. Muestra un sistema electrónico modular conectado con varios de los módulos anteriormente comentados en una configuración simple.

Figura 2. Muestra un sistema electrónico modular conectado con varios de los módulos anteriormente comentados en una configuración expandida en la que demuestra todo su potencial y es capaz de controlar sistemas más complejos de hasta doce semiconductores, dos medidas de velocidad, cuatro mediciones de intensidad, cuatro mediciones de tensión, dos mediciones de temperatura y almacenamiento de datos en datalogger.

Figura 3. Muestra un módulo de activación/desactivación para encapsulados de un solo IGBT o dispositivo semiconductor.

Figura 4. Muestra un módulo de activación/desactivación para encapsulados de varios IGBTs o dispositivos semiconductores en configuración NPC.

Figura 5. Muestra un módulo de medida de velocidad en el que se utiliza un encoder para tomar medidas de la velocidad.

Figura 6. Muestra un módulo de medida de velocidad en el cual se utiliza un tacómetro para tomar medidas de la velocidad.

Figura 7. Muestra un módulo de medida de intensidad, diseñado para trabajar con sensores de efecto Hall incluidos en el convertidor de potencia.

Figura 8. Muestra un módulo de medida de intensidad, diseñado para realizar la medida de intensidad en la misma placa de control mediante sensores de efecto Hall.

Figura 9. Muestra un módulo de medida de tensión.

Figura 10, Muestra un módulo de relés.

5 Figura 11. Muestra un módulo base.

Figura 12. Muestra un módulo de control que utiliza un sistema de control en tiempo real (por ejemplo de tipo xPC).

Figura 13. Muestra un módulo de control que utiliza un microprocesador (por ejemplo de tipo DSP).

10 Figura 14. Muestra un módulo de medición de temperatura.

Figura 15. Muestra un módulo de almacenamiento de datos tipo SD, que permite el almacenamiento en tarjetas de memoria con conexión tipo SD.

Figura 16. Muestra un módulo de almacenamiento de datos tipo USB, que permite el almacenamiento en dispositivos de memoria con conexión tipo USB.

15

## **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

A continuación se detallan los diferentes objetos de la invención referidos anteriormente, sin que el orden de exposición de los mismos, o de sus aspectos y/o de sus realizaciones  
20 preferidas, implique necesariamente que unos objetos sean más importantes que otros.

Son objeto de la invención (primer objeto) módulos electrónicos adecuados para su integración en sistemas electrónicos modulares para la monitorización y/o gestión o control de convertidores de potencia.

Un aspecto de dicho primer objeto de la invención se refiere a un módulo base el cual  
25 sirve como nexo de unión entre todas los módulos conectados y se encarga de generar las tensiones que se utilizarán en cada uno de ellos, como pueden ser, y no exclusivamente, las tensiones de alimentación y de referencia de tierra, las tensiones analógicas y de potencia, etc. Una realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo base que se caracteriza por tener varias conexiones (11) para el envío de señales entre módulos permitiendo la conexión  
30 entre el módulo base y los módulos periféricos; se caracteriza también por varios filtros EMI (15) para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas, un filtro de ruido de alta y baja frecuencia (16) para las señales de entrada, varias zonas para la duplicación de

señales (36), una zona de conexión para las señales de entrada (37), un conector Eurocard hembra de 96 pines (38) para permitir la conexión con el módulo de control y una zona de adaptación de las señales (39) del módulo base para que éstas puedan ser enviadas a los otros módulos.

5 Otro aspecto de dicho primer objeto de la invención se refiere a un módulo de activación/desactivación se encarga de generar las señales de activación/desactivación de los semiconductores de potencia utilizados en el convertidor (IGBT, MOSFET, otros semiconductores de basados en carburo de Silicio, etc.) mediante la técnica de modulación implementada, que puede ser por ejemplo modulación por anchura de pulsos genérica o PWM  
 10 (*Pulse Width Modulation*), SVPWM o en su nomenclatura inglesa *Space Vector Pulse Width Modulation*, o Control vectorial. Una realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de activación/desactivación de semiconductores en encapsulado unitario, que se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10), una conexión para enviar señales al módulo base o a otros módulos (11), una zona de *test*  
 15 *points* (12) para hacer medidas sobre distintas señales, un conector macho *board-to-board* de 14 pines (13) para generar las señales de activación/desactivación de los semiconductores del convertidor de potencia y recibir las señales de error del mismo a través del cable, un conector macho *board-to-board* de 10 pines (13a) para ampliar el número de señales de activación/desactivación de semiconductores que se pueden generar, un conjunto de LEDs  
 20 (14) para mostrar cuando se produce algún error, filtros EMI (15) para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas, varias zonas de adaptación de las señales de activación/desactivación de los semiconductores (17) en la que se adaptan los valores de tensión que vienen del microprocesador del módulo de control para que sean compatibles con las tensiones de disparo de los semiconductores, varias zonas de optoacopladores (18) que  
 25 desacoplan eléctricamente la placa entre baja y alta tensión y varias zonas de *switches* (19) que permiten seleccionar y deseleccionar señales y cambiar entre diferentes modos de operación. Otra realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de activación/desactivación para tecnología tipo Skyper que se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10), una conexión para enviar señales al  
 30 módulo base o a otros módulos (11), varias zonas de *test points* (12) para hacer medidas sobre distintas señales, un conector macho *board-to-board* de 14 pines (13) para generar las señales de activación/desactivación de los semiconductores del convertidor de potencia y recibir las

señales de error del mismo a través del cable, un conector macho *board-to-board* de 10 pines (13a) para ampliar el número de señales de activación/desactivación de semiconductores que se pueden generar, un conjunto de LEDs (14) para mostrar cuando se produce algún error, filtros EMI (15) para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas, varias zonas de adaptación de las señales de activación/desactivación de los semiconductores (17) en la que se adaptan los valores de tensión que vienen del microprocesador del módulo de control para que sean compatibles con las tensiones de disparo de los semiconductores, optoacopladores (18) que desacoplan eléctricamente la placa entre baja y alta tensión, varias zonas de *switches* (19) que permite seleccionar y deseleccionar señales y una zona dedicada a la activación *crowbar* (20) para proteger el convertidor de potencia que se controla en situaciones de sobretensión en el bus de continua o DC-Link.

Otro aspecto de dicho primer objeto de la invención se refiere a un módulo de medida de velocidad que se encarga de medir la velocidad de rotación de un rotor (elemento propio de aplicaciones de convertidores de potencia tales como generación eólica o tracción eléctrica).

Una realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de medida de velocidad tipo *encoder* que se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10), una conexión para enviar señales al módulo base o a otros módulos (11), una zona de *test points* (12) para hacer medidas sobre distintas señales, un filtro de ruido de alta y baja frecuencia (16) para las señales de entrada, optoacopladores (18) que desacoplan eléctricamente la placa entre baja y alta tensión, una zona de conexiones para recibir las señales del *encoder* (21) por la que se reciben las señales en cuadratura (A,B), sus valores negados (A negado, B negado) e índice del *encoder*, para poder establecer la posición y la velocidad de rotación de la máquina eléctrica, una zona que duplica las señales del *encoder* (21a) para que puedan ser enviadas a otro cuadro eléctrico y una región para la adaptación de la señal del *encoder* (22) que se encarga de adaptar los valores de tensión que vienen de la señal de velocidad del *encoder* para que puedan ser leídos por el microprocesador (DSP u otro) o el módulo de control en tiempo real (xPC u otro). Otra realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de medida de velocidad tipo tacómetro que se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10), una zona de *test points* (12) para hacer medidas sobre distintas señales, filtros EMI (15) para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas, una conexión por la que se recibe la señal del tacómetro (23), un divisor de tensión ajustable (24) que ajusta la tensión según el rango de



salida de las señales del tacómetro y una zona para la adaptación de la señal proveniente del tacómetro (25) que adapta los valores de tensión provenientes del tacómetro para que puedan ser leídos por el microprocesador o el sistema de control en tiempo real del módulo de control.

5 Otro aspecto de dicho primer objeto de la invención se refiere a un módulo de medida de intensidad que permite medir la intensidad a través de los sensores de intensidad ubicados en el convertidor de potencia o aquellos que son independientes y están situados en el mismo módulo. Una realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de medida de intensidad para trabajar con sensores de intensidad de efecto Hall incluidos en los  
10 convertidores de potencia que se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10), una conexión para enviar señales al módulo base o a otros módulos (11), filtros EMI (15) para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas, filtros de ruido de alta y baja frecuencia (16) para las señales de entrada, una conexión externa de corriente (26) para conectar un cable a un circuito o módulo de  
15 medida de corriente externa y una zona para la adaptación de las medidas de corriente (27) que adapta los valores de la medida de corriente realizada para que pueda ser leída por el microprocesador o el sistema de control en tiempo real del módulo de control. Otra realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de medida de intensidad diseñado para trabajar con sensores de intensidad de efecto Hall incluidos externamente en el  
20 cuadro eléctrico, que se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10), una conexión para enviar señales al módulo base o a otros módulos (11), filtros EMI (15) para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas, filtros de ruido de alta y baja frecuencia (16) para las señales de entrada, optoacopladores (18) que desacoplan eléctricamente la placa entre baja y alta tensión, zonas para la adaptación de  
25 las medidas de corriente (27) que adapta los valores de la medida de corriente realizada para que pueda ser leída por el microprocesador o el sistema de control en tiempo real del módulo de control, sensores de corriente por efecto Hall independientes (28) y zonas dedicadas a trabajar con la selección, la sensibilidad y la escala de las medidas (29).

Otro aspecto de dicho primer objeto de la invención se refiere a un módulo de medida  
30 de tensión que tiene la función de medir la tensión diferencial entre dos puntos. Una realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de medida de tensión que se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10),



una conexión para enviar señales al módulo base o a otros módulos (11), filtros EMI (15) para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas, filtros de ruido de alta y baja frecuencia (16) para las señales de entrada, optoacopladores (18) que desacoplan eléctricamente la placa entre baja y alta tensión, zonas dedicadas a trabajar con la selección, la sensibilidad y la escala de las medidas (29), entradas de tensión diferencial o no diferencial (30), una zona para la adaptación de la medida de tensión (31) que adapta los valores de la medida de tensión realizada para que pueda ser leída por el microprocesador o el sistema de control en tiempo real del módulo de control y varios reguladores de tensión independientes (32) que permiten obtener tensiones de alimentación/referencia necesarias de forma independiente.

Otro aspecto de dicho primer objeto de la invención se refiere a un módulo de relés que permite activar un conjunto de relés que ejercen las funciones de protección del convertidor de potencia en condiciones de funcionamiento anómalo, como por ejemplo en el caso de un sobrecalentamiento, y de control de la aparamenta necesaria para su conexión a la red eléctrica, entre otras. Una realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de relés que se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10), una conexión para enviar señales al módulo base o a otros módulos (11), relés (33), una zona para la adaptación de las señales de los relés (34) que adapta los valores de las señales de habilitación para que sean compatibles con los relés y varias salidas de las señales de los relés (35).

Otro aspecto de dicho primer objeto de la invención se refiere a un módulo de control que permite que otros módulos (como los de medición, activación/desactivación, *datalogger*, entre otros), se conecten a éste módulo en el que reside el dispositivo de control (microprocesador/sistema de control en tiempo real). Una realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de control que utiliza un sistema de control en tiempo real (xPC u otro) que se caracteriza por filtros EMI (15) para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas, varias zonas para la duplicación de señales (36) para poder hacer mejores medidas sobre ellas, un conector Eurocard macho de 96 pines (38a) que permite la conexión del módulo de control en tiempo real tipo xPC (o similar) con el módulo base, varias conexiones a módulos de la *Real Time Target Machine* (40) y varias zonas de adaptación de las señales (41) que adaptan los valores de las señales para que sean compatibles con la *Real Time Target Machine*. Otra realización preferente de dicho aspecto se

refiere a un módulo de control que utiliza un microprocesador (DSP u otro) que se caracteriza por un conector Eurocard macho de 96 pines (38a) que permite la conexión del módulo de control con el módulo base, un conector RS232 (42) que permite la conexión del módulo de control a un ordenador externo, un conector DIMM100 (43) que permite la conexión y  
 5 sujeción del microprocesador a la placa de control y un receptáculo para conectar a un ordenador externo mediante JTAG (44).

Otro aspecto de dicho primer objeto de la invención se refiere a un módulo de medida de temperatura que mide la temperatura para evitar situaciones de sobrecalentamiento. Una realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de medida de temperatura que  
 10 se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10), una zona para la adaptación de la señal de temperatura (45) que adapta los valores de la medida de temperatura para que pueda ser leída por el microprocesador o el sistema de control en tiempo real del módulo de control, un indicador de sobretemperatura (46) que indica si se produce alguna situación de temperatura excesiva y una conexión para el sensor  
 15 de temperatura (47) por donde llegan a la placa las señales del mismo para su adaptación.

Otro aspecto de dicho primer objeto de la invención se refiere a un módulo de almacenamiento de datos o *datalogger* que permite almacenar, entre otras cosas, un registro de los estados de control, mediciones de las variables de estado (corriente, velocidad, tensión, temperatura y otras) para ser monitorizadas y procesadas externamente. Una realización  
 20 preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de almacenamiento de datos tipo SD que se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10), un conector tipo SD (48) que permite conectar una tarjeta SD para almacenar la información del proceso de control, un DSPIC 30F4012 (49) que gestiona bloques de memoria completos de la tarjeta SD y una puerta ICSP (50) que permite acceder al DSPIC y poder configurarlo.

Otra realización preferente de dicho aspecto se refiere a un módulo de almacenamiento de datos tipo USB que se caracteriza por una conexión para recibir señales del módulo base o de otros módulos (10), un conector tipo SD (48) que permite conectar una tarjeta SD para almacenar la información del proceso de control, un conector tipo USB (51) que permite  
 25 conectar una memoria tipo USB para almacenar la información del proceso de control, un microcontrolador para las conexiones (52) que permite gestionar la escritura tanto en la memoria USB como en la tarjeta SD y un conector para interfaz de control del  
 30 microcontrolador (53).

Cada uno de los módulos constituyentes del primer objeto de la invención diferente del módulo base comprende los conectores necesarios para acoplarse con dicho módulo base.

También son objeto de la invención (segundo objeto) sistemas electrónicos modulares que comprenden módulos que constituyen el primer objeto de la invención, incluidas sus  
5 distintos aspectos y realizaciones preferentes.

Un aspecto de dicho segundo objeto se refiere a sistemas electrónicos modulares que comprenden al menos un módulo base y al menos un módulo de medida escogido de entre cualquiera de los módulos de medida que constituyen el primer objeto de la invención, incluidas sus distintos aspectos y realizaciones preferentes. Dichos sistemas electrónicos  
10 modulares pueden contener uno o más módulos base y/o uno o más módulos de medida, dichos módulos de medida iguales o diferentes entre sí.

Otro aspecto de dicho segundo objeto se refiere a sistemas electrónicos modulares que comprenden al menos un módulo base y al menos un módulo de gestión o control escogido de entre cualquiera de los módulos de gestión o control que constituyen el primer objeto de la  
15 invención, incluidas sus distintos aspectos y realizaciones preferentes. Dichos sistemas electrónicos modulares pueden contener uno o más módulos base y/o uno o más módulos de gestión o control, dichos módulos de gestión o control iguales o diferentes entre sí.

Otro aspecto de dicho segundo objeto se refiere a sistemas electrónicos modulares que comprenden al menos un módulo base; al menos un módulo de medida escogido de entre  
20 cualquiera de los módulos de medida que constituyen el primer objeto de la invención, incluidas sus distintos aspectos y realizaciones preferentes; y al menos un módulo de gestión o control escogido de entre cualquiera de los módulos de gestión o control que constituyen el primer objeto de la invención, incluidas sus distintos aspectos y realizaciones preferentes. Dichos sistemas electrónicos modulares pueden contener uno o más módulos base; ; y/o uno  
25 o más módulos de medida, dichos módulos de medida iguales o diferentes entre sí; y/o uno o más módulos de gestión o control, dichos módulos de gestión o control iguales o diferentes entre sí.

Conforme a lo anterior, una realización preferente de dicho segundo objeto de la invención se refiere a sistemas electrónicos modulares que comprenden módulos  
30 constituyentes del primer objeto de la invención, incluidas los diferentes aspectos y realizaciones preferentes, conectados en configuración simple caracterizados por que el módulo base (1) se conecta al módulo de medida de velocidad (2) ya sea de tipo tacómetro o

de tipo *encoder*, al módulo de activación/desactivación de semiconductores (3), al módulo de medida de temperatura (4), al módulo de relés (5), al módulo de medida de tensión (6), al módulo de medida de intensidad (7) ya sea que este utilice los sensores incluidos en el propio módulo o aquellos que están en el convertidor de potencia que se controla, al módulo de  
 5 almacenamiento de datos (8) ya sea este de tipo SD o USB y al módulo de control (9) ya sea este de tipo microprocesador (DSP u otro) o de control en tiempo real (xPC u otro).

Asimismo, otra realización preferente de dicho segundo objeto de la invención se refiere a sistemas electrónicos modulares que comprenden módulos constituyentes del primer objeto de la invención, incluidas los diferentes aspectos y realizaciones preferentes,  
 10 conectados en configuración extendida caracterizados por que el módulo base (1) se conecta al módulo de medida de velocidad (2) ya sea de tipo tacómetro o de tipo *encoder*, al módulo de activación/desactivación de semiconductores (3), al módulo de medida de temperatura (4), al módulo de relés (5), al módulo de medida de tensión (6), al módulo de medida de intensidad (7) ya sea que este utilice los sensores incluidos en el propio módulo o aquellos  
 15 que están en el convertidor de potencia que se controla, al módulo de almacenamiento de datos (8) ya sea este de tipo SD o USB y al módulo de control (9) ya sea este de tipo microprocesador (DSP u otro) o de control en tiempo real (xPC u otro); y teniéndose además que el módulo de medida de velocidad (2) se conecta al módulo de expansión de velocidad (2a), el módulo de activación/desactivación de semiconductores (3) se conecta a módulos de  
 20 expansión de activación/desactivación de semiconductores (3a), el módulo de medida de tensión (6) se conecta al módulo de expansión de medida de tensión (6a) y el módulo de medida de intensidad (7) se conecta al módulo de expansión de medida de intensidad (7a).

Adicionalmente, una realización preferente de dicho objeto aspecto de la invención se refiere a sistemas electrónicos modulares que comprenden módulos constituyentes del primer  
 25 objeto de la invención, incluidas los diferentes aspectos y realizaciones preferentes, conectados en configuración simple así como módulos constituyentes del primer objeto de la invención, incluidas los diferentes aspectos y realizaciones preferentes, conectados en configuración extendida. Una realización aún más prefente se refiere a sistemas electrónicos modulares que comprenden, además, otros módulos, placas, tarjetas o componentes  
 30 electrónicos que no son objeto de la invención, por ejemplo comerciales.

Particularmente, una realización preferente de dicho segundo objeto de la invención se refiere a un sistema electrónico modular para aplicaciones de control de uno o varios convertidores de potencia que comprende:

- 5 a. Módulo base conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 11, que sirve como nexo de unión entre todos los módulos conectados y se encarga de proporcionar las tensiones que se utilizarán en cada uno de ellos;
- 10 b. Módulo de activación/desactivación de semiconductores en encapsulado unitario conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 3, que se encarga de generar las señales de activación/desactivación de los semiconductores de potencia utilizados en el convertidor;
- 15 c. Módulo de activación/desactivación de semiconductores encapsulados conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 4, con una fase topología NPC, que se encarga de generar las señales de activación/desactivación de los semiconductores de potencia utilizados en el convertidor tipo NPC de tres niveles;
- 20 d. Módulo de medida de velocidad conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 5, tipo *encoder*, para medir la velocidad de rotación de un rotor;
- 25 e. Módulo de medida de velocidad conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 6, tipo tacómetro, para medir la velocidad de rotación de un rotor;
- 30 f. Módulo de medida de intensidad conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 7, para trabajar con sensores de efecto Hall para la medida de intensidad que se encuentren incluidos en el convertidor de potencia;
- g. Módulo de medida de intensidad conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el



mostrado en la Figura 8, diseñado para trabajar con sensores de efecto Hall para la medida de intensidad incluidos de forma externa al convertidor de potencia;

h. Módulo de medida de tensión conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 9, que puede medir tensiones de línea o de fase;

i. Módulo de relés conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 10, que se encarga de activar un conjunto de relés, para controlar la aparamenta eléctrica del cuadro eléctrico del SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO.

j. Módulo de control conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 12, para sistemas de control en tiempo real (de tipo xPC u otro), que utiliza un *Real Time Target Machine*.

k. Módulo de control conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 13, mediante microprocesador, que utiliza un microprocesador de tipo DSP o similar.

l. Módulo de medida de temperatura conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 14, que mide la temperatura para evitar situaciones de sobrecalentamiento.

m. Módulo de almacenamiento de datos conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 15, que permite el almacenamiento en tarjetas de memoria con conexión tipo SD.

n. Módulo de almacenamiento de datos conforme al primer objeto de la invención, incluidas las realizaciones preferentes del mismo, más particularmente como el mostrado en la Figura 16, que permite el almacenamiento en tarjetas de memoria con conexión tipo USB.



También son objeto de la invención las diferentes aplicaciones de los objetos primero y segundo de la presente invención, particularmente las aplicaciones en las que se utilicen convertidores de potencia, como pueden ser, entre otras:

- 5 a. Aplicación de control de un motor eléctrico de inducción polifásico (de 3, 5 y 6 fases) accionado como motor
- b. Aplicación de control de un motor eléctrico de inducción polifásico (de 3, 5 y 6 fases) accionado como generador
- c. Aplicación de control de un convertidor para una motor de corriente continua
- d. Aplicación de control de un convertidor de conexión a la red eléctrica
- 10 e. Aplicación de control de un convertidor con topología puente H
- f. Aplicación de control de un convertidor con topología de dos niveles y tres niveles NPC

Dicho tercer objeto de la invención también se refiere a aplicaciones en actividades de formación o educativas (de cualquier tipo, nivel educativo, ya sea público o privado) con el fin de transmitir conocimientos relacionados con cualquier campo de la ingeniería, la electrónica u otras disciplinas.

A lo largo de la descripción y las reivindicaciones la palabra "comprende" y sus variantes no pretenden excluir otras características técnicas, componentes o pasos. Para los expertos en la materia, otros objetos, ventajas y características de la invención se desprenderán en parte de la descripción y en parte de la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y figuras se proporcionan a modo de ilustración, y no se pretende que sean limitativos de la presente invención.

## **MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION**

La constitución y características de la invención se comprenderán mejor con ayuda de la siguiente descripción de ejemplos de realización, debiendo entenderse que la invención no queda limitada a estas realizaciones, sino que la protección abarca todas aquellas realizaciones alternativas que puedan incluirse dentro del contenido y del alcance de las reivindicaciones. Asimismo, el presente documento refiere diversos documentos como estado de la técnica, entendiéndose incorporado por referencia el contenido de todos estos documentos, así como de el contenido completo de los documentos a su vez referidos en

dichos documentos, con objeto de ofrecer una descripción lo más completa posible del estado de la técnica en el que la presente invención se encuadra. La terminología utilizada a continuación tiene por objeto la descripción de los ejemplos de modos de realización que siguen y no debe ser interpretada de forma limitante o restrictiva.

5 A continuación se describe una realización preferente de la invención, de manera no limitativa, que comprende (las referencias numéricas que aparecen a continuación hacen referencia a partes de las figuras mencionadas anteriormente y detalladas en la sección correspondiente a las figuras):

- 10 1. Módulo base: sirve como nexo de unión entre todos los módulos conectados y se encarga de proporcionar las tensiones que se utilizarán en cada uno de ellos, como pueden ser, y no exclusivamente, las tensiones de alimentación y de referencia de tierra, las tensiones analógicas y de potencia y de conectar las señales de salida y entrada de la placa de control con los diferentes módulos.
- 15 2. Módulo de medida de velocidad: se encarga de medir la velocidad de rotación de un rotor (elemento propio de aplicaciones de convertidores de potencia tales como generación eólica o tracción eléctrica). Este módulo puede medir la velocidad utilizando diferentes tecnologías tales como tacómetro o *encoder*.
- 20 2a. Módulo de expansión de velocidad: éste permite obtener una segunda medida de velocidad de un tacómetro y/o *encoder* secundario, teniendo la capacidad de ampliarse hasta un máximo de dos módulos.
- 25 3. Módulo de activación/desactivación: se encarga de generar las señales de activación/desactivación de los semiconductores de potencia utilizados en el convertidor (IGBT, MOSFET, otros semiconductores de basados en carburo de Silicio) mediante la técnica de modulación implementada, que puede ser por ejemplo:
  - Modulación por anchura de pulsos genérica o PWM (*Pulse Width Modulation*)
  - SVPWM o en su nomenclatura inglesa *Space Vector Pulse Width Modulation*
  - Space vector
- 30 Éstas técnicas son habitualmente implementadas en las diferentes aplicaciones de los convertidores electrónicos de potencia. Este módulo es posible utilizarlo con convertidores de potencia que utilicen tecnologías con un solo semiconductor por encapsulado o varios semiconductores conformando una rama de tipo NPC.

- 3a. Módulo de expansión de activación/desactivación: permite ampliar el número de señales de activación/desactivación de los semiconductores de potencia, siendo posible alcanzar un máximo de doce.
4. Módulo de medida de temperatura: mide la temperatura del convertidor de potencia para evitar situaciones de sobrecalentamiento.
5. Módulo de relés: permite activar un conjunto de relés que ejerce las funciones de protección del convertidor de potencia en condiciones de funcionamiento anómalo, como por ejemplo en el caso de un sobrecalentamiento, y de control de la aparamenta necesaria para su conexión a la red eléctrica, entre otros.
10. 6. Módulo de medida de tensión: tiene la función de medir la tensión diferencial entre dos puntos.
  - 6a. Expansión de la placa de medida de tensión: permite ampliar el número de medidas de tensión hasta un máximo de cuatro medidas.
15. 7. Módulo de medida de intensidad: permite medir la intensidad a través de los sensores de intensidad ubicados en el convertidor de potencia o aquellos que son independientes y están situados en el mismo módulo. Permite controlar aspectos como el fondo de escala o el rango de medición que se puede tomar.
  - 7a. Módulo de expansión de la placa de medida de intensidad: permite ampliar el número de medidas de intensidad hasta un máximo de cuatro medidas de intensidad.
20. 8. Módulo de almacenamiento de datos o *datalogger*: permite almacenar un registro de los estados de control, mediciones de las variables de estado (corriente, velocidad, tensión, temperatura, y otras varias) para ser monitorizadas y procesadas externamente.
25. 9. Módulo de control: permite que otros módulos mencionados anteriormente (como los de medición, activación/desactivación, datalogger, entre otros), se conecten a éste módulo en el que reside el dispositivo de control (microprocesador, microcontrolador o sistema de control en tiempo real). Permite también la conexión entre el dispositivo de control y un ordenador externo que se comunica con el sistema electrónico modular mediante conexiones JTAG o RS232.
30. 10. Recepción de señales entre módulos: Permite la conexión entre el módulo base y los módulos periféricos o entre módulos periféricos y sus módulos de expansión y se habilitan las señales en los módulos receptores.

11. Envío de señales entre módulos: permite la conexión entre el módulo base y los módulos periféricos o entre módulos periféricos y sus módulos de expansión y se envían las señales a los módulos receptores.
12. *Test points*: permiten hacer mediciones sobre distintas señales del sistema.
- 5 13. Conector macho *board-to-board* de 14 pines: emiten las señales activación/desactivación de los semiconductores del SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO, y reciben las señales de error (sobre tensión, sobre corriente o sobre temperatura) del SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO a través del cable.
- 10 13a. Conector macho *board-to-board* de 10 pines: emiten las señales de activación/desactivación de los semiconductores del SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO, y reciben las señales de error (sobre tensión, sobre corriente o sobre temperatura) del SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO a través del cable.
14. LED's: Indicadores de error de disparo de los semiconductores.
- 15 15. Filtro EMI: se encarga de filtrar la señal de la fuente de entrada y rechazar interferencias electromagnéticas no deseadas.
16. Filtro de ruido: se encarga de filtrar ruido de alta y baja frecuencia que puede estar presente en señales de las fuentes de entrada.
- 20 17. Adaptación de la señal de activación/desactivación de los semiconductores: adapta los valores de tensión que provienen del módulo de control (del microprocesador/sistema de control en tiempo real) para que sea compatible con los niveles de tensión de los semiconductores utilizados en el SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO.
18. Optoacopladores: desacopla eléctricamente la placa entre baja y alta tensión (3.3 V y +- 15 V).
- 25 19. Switch: permite seleccionar y deseleccionar señales cambiando el modo de operación de la placa.
20. Activación *crowbar*: dispara la activación *crowbar*, que protege al SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO, en caso de sobretensión en el bus de continua o DC-Link.
- 30 21. Recepción de la señal del *encoder*: reciben las señales en cuadratura (A,B), sus valores negados (A negado, B negado) e índice del *encoder*, para poder establecer la posición y la velocidad de rotación de la máquina eléctrica.

- 21a. Duplicación de la señal del *encoder*: se duplican las señales del *encoder* para mandarlas a otro cuadro eléctrico.
22. Adaptación de la señal del *encoder*: adapta los valores de tensión que vienen de la señal de velocidad del *encoder* para que puedan ser leídos por el microprocesador (DSP u otro) o el módulo de control en tiempo real (xPC entre otros).
23. Recepción de la señal del tacómetro: recibe la señal del tacómetro indicando la velocidad de la máquina eléctrica.
24. Divisor de tensión ajustable: ajusta la tensión según el rango de salida del tacómetro.
25. Adaptación de la señal del tacómetro: adapta los valores de tensión que vienen de la señal de velocidad del tacómetro para que puedan ser leídos por el microprocesador (DSP u otro) o el módulo de control en tiempo real (xPC entre otros).
26. Conexión externa a sensor de efecto Hall: conector para cable a circuito o módulo de medida de corriente externa.
27. Adaptación de la medida de intensidad: adapta los valores de la medida de corriente realizada para que pueda ser leída por el microprocesador (DSP u otro) o el módulo de control en tiempo real (xPC entre otros).
28. Sensores Hall independientes: sensores de corriente por efecto Hall independientes.
29. Selección, sensibilidad y escala: los módulos de medición de corriente con sensor Hall independiente permiten seleccionar entre diferentes valores de sensibilidad y escala de medida, para adaptarse a las condiciones específicas en que se utilice el SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO.
30. Bornas de entrada para medidas de tensión diferencial o no diferencial en el SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO, o entorno donde sea implementado.
31. Adaptación de la medida de tensión: adapta los valores de la medida de tensión realizada para que pueda ser leída por el microprocesador (DSP u otro) o el módulo de control en tiempo real (xPC entre otros).
32. Reguladores de tensión independientes: permite obtener tensiones necesarias de forma independiente.
33. Relés: componente eléctrico utilizado para activar/desactivar la aparamenta eléctrica del SISTEMA CONVERTIDOR OBJETIVO, durante diferentes etapas de funcionamiento, protección entre otros.

34. Adaptación de las señales de activación de los relés: adapta los valores de las señales de habilitación para que sean compatibles con los relés.
35. Salidas de las señales de los relés.
36. Duplicación de señales: se duplican algunas señales para que puedan hacerse más tests.
37. Recepción de las señales del módulo base: se reciben las señales de entrada al módulo base.
38. Conector Eurocard hembra de 96 pines: permite la conexión del módulo base con el módulo de control (microprocesador o sistema de control en tiempo real).
- 38a. Conector Eurocard macho de 96 pines: permite la conexión del módulo de control (microprocesador o sistema de control en tiempo real), con el módulo base.
39. Adaptación de las señales del módulo base: adapta las señales del módulo base para poder ser enviadas a los módulos periféricos.
40. Conexión a módulos de la *Real Time Target Machine*: permite la conexión a distintos módulos de la *Real Time Target Machine*.
41. Adaptación de las señales del módulo de control tipo xPC: adapta los valores de las señales para que sean compatibles con la *Real Time Target Machine*.
42. Conector RS232: permite la conexión/comunicación del módulo de control (DSP u otro) a un ordenador externo, mediante el protocolo RS232.
43. Conector DIMM100: permite la conexión y sujeción del microprocesador al módulo de control.
44. Conector JTAG: permite la conexión/comunicación del módulo de control (DSP u otro) a un ordenador externo, mediante JTAG.
45. Adaptación de la señal de temperatura: adapta los valores de la medida de temperatura para que pueda ser leída por el módulo de control (implementando un microcontrolador DSP u otro, o un sistema de control en tiempo real como el xPC, DSpace entre otros).
46. Indicador de sobret temperatura: indica si se produce alguna situación de temperatura excesiva.
47. Entrada de las señales del sensor de temperatura: conector por donde llegan al módulo de medida de temperatura las señales del sensor de temperatura para su adaptación.



- 48. Conector para tarjeta SD: permite conectar una tarjeta SD para almacenar información.
- 49. DSPIC 30F4012: gestiona bloques de memoria completos de la tarjeta SD.
- 50. Puerta ICSP: permite acceder al DSPIC y poder configurarlo.
- 51. Conector USB: permite instalar un pen drive para almacenar la información.
- 52. Microcontrolador para el control de la conexión USB: permite gestionar la escritura tanto en el USB como en la tarjeta SD.
- 53. Conector para la interfaz de control del microcontrolador.

## 10 Aplicaciones de la invención

El sistema electrónico modular de control ha sido satisfactoriamente probado en varias aplicaciones demostrando su funcionalidad y demostrando las ventajas que presenta frente a otros sistemas electrónicos de control. Esta invención ha sido probada en una aplicación de control de motores eléctricos de inducción polifásicos (de 3, 5 y 6 fases) accionados como motor o como generador. En esta aplicación se ha controlado la generación de movimiento rotativo constante en el motor o generador (torque y velocidad) en situaciones normales de operación (cuando todas las fases funcionan correctamente) y en condición de fallo (cuando una o varias fases no funcionan correctamente, o como también se denomina, se encuentra la fase abierta). Se han realizado también pruebas del sistema electrónico modular en las que se controlaba un convertidor para un motor de corriente continua y también un convertidor de conexión a la red eléctrica. Esto demuestra que se ha validado su funcionamiento satisfactoriamente en diferentes aplicaciones, pero también con diferentes tipos de convertidor (puente H, convertidores de dos y tres niveles NPC) y con diferente número de fases (1, 3, 5 y 6).

Los escenarios de pruebas elegidos aparecen en muchos tipos de aplicaciones de convertidores de potencia en la realidad. Además, estos escenarios de prueba tienen muchas similitudes con otras aplicaciones de control de convertidores de potencia y se puede extender su validez y las ventajas presentadas por esta invención con pequeñas modificaciones y con muy poco margen de error. Ejemplos de esto son los relacionados con la generación de energía eléctrica mediante energía eólica, térmica o de otro tipo, en las que se dispone de una

turbina que hace girar un generador eléctrico de varias fases (otro tipo de convertidor de potencia).

También es importante destacar la importancia que tiene el objeto de esta invención en un entorno académico, sea del nivel educativo que sea, público o privado, ya que la invención permite explicar por separado las funciones de cada uno de los módulos, para su mejor entendimiento por parte de los alumnos y a medida que éstos conceptos son asimilados, ir conectando unos módulos con otros gradualmente para ir viendo el comportamiento de las distintas funcionalidades en conjunto en un sistema electrónico de control de convertidores de potencia. La flexibilidad que presenta el poder crear distintos subconjuntos de módulos conectados hace que la invención sea válida para numerosas aplicaciones por lo que este tipo de sistema presenta la ventaja de ser además muy económico para ser utilizado en un ambiente académico, ya que sólo con los módulos de esta invención se pueden llevar a cabo multitud de ejemplos demostrativos o sesiones prácticas enriqueciendo así los contenidos de las actividades formativas.

15

## REIVINDICACIONES

1. Módulo electrónico para su interconexión en sistemas electrónicos modulares para la monitorización y/o gestión o control de convertidores de potencia, que se caracteriza, para permitir dicha interconexión modular, por comprender:
  - a. una o más conexiones para conectarse con uno o más módulos electrónicos adecuados para su integración en dichos sistemas electrónicos modulares y recibir señales de entrada y/o enviar señales de salida a dicho o dichos módulos;
  - b. una o más zonas de adaptación de dichas señales de entrada y/o de salida, para hacerlas compatibles o procesables bien por otros módulos electrónicos adecuados para su integración en dichos sistemas electrónicos modulares o por elementos de dichos otros módulos, bien por elementos o componentes del propio módulo, bien por módulos o elementos o componentes conectados a dichos sistemas electrónicos modulares;
  - c. uno o más filtros, para filtrar las señales de interferencias electromagnéticas y/o ruidos; y
  - d. una o más zonas para la duplicación de señal.
2. Módulo electrónico según la reivindicación anterior que es un módulo base, encargado de servir como nexo de unión entre todos los módulos conectados y de generar las tensiones que se utilizarán en cada uno de ellos, caracterizado por comprender conexiones (11) para el envío de señales entre módulos permitiendo la conexión entre el módulo base y módulos periféricos al mismo; uno o más filtros para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas y/o ruidos de alta y/o baja frecuencia; una o más zonas para la duplicación de señales (36); una o más zonas de conexión para las señales de entrada (37); un conector para la conexión con un módulo de control; y una o más zonas de adaptación de las señales del módulo base (39) para que éstas puedan ser enviadas a otros módulos.
3. Módulo electrónico base según la reivindicación anterior caracterizado por comprender varias conexiones (11) para el envío de señales entre módulos permitiendo la conexión entre el módulo base y módulos periféricos al mismo; varios filtros EMI (15) para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas; un filtro de ruido de alta y baja frecuencia (16) para las señales de entrada; varias zonas para la duplicación de señales

(36); una zona de conexión para las señales de entrada (37); un conector Eurocard hembra de 96 pines (38) para permitir la conexión con un módulo de control; y una zona de adaptación de las señales del módulo base (39) para que éstas puedan ser enviadas a otros módulos.

- 5 4. Módulo electrónico según la reivindicación 1 que es un módulo de control, encargado de permitir y gestionar la conexión con otros módulos y la conexión entre el módulo de control y un ordenador externo, caracterizado por utilizar un sistema de control que implementa técnicas de control en tiempo real (xPC u otro) y por comprender uno o más filtros para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas; una o más zonas para la duplicación de señales (36) para poder hacer mejores medidas sobre ellas; un conector que permite la conexión del módulo de control en tiempo real tipo xPC (o similar) con un módulo base; una o varias conexiones a módulos de la *Real Time Target Machine* (40); y una o varias zonas de adaptación de las señales (41) que adaptan los valores de las señales para que sean compatibles con la *Real Time Target Machine*.
- 10 5. Módulo electrónico de control según la reivindicación anterior caracterizado por comprender filtros EMI (15) para filtrar señales de entrada de interferencias electromagnéticas; varias zonas para la duplicación de señales (36) para poder hacer mejores medidas sobre ellas; un conector Eurocard macho de 96 pines (38a) que permite la conexión del módulo de control en tiempo real tipo xPC (o similar) con un módulo base; varias conexiones a módulos de la *Real Time Target Machine* (40); y varias zonas de adaptación de las señales (41) que adaptan los valores de las señales para que sean compatibles con la *Real Time Target Machine*.
- 15 6. Módulo electrónico de control según cualquiera de las reivindicaciones 4 ó 5 que se caracteriza por que el conector que comprende y que permite la conexión del módulo de control con un módulo base es un conector adecuado para conectar el módulo de control con un módulo base conforme cualquiera de las reivindicaciones 2 ó 3.
- 20 7. Módulo electrónico según la reivindicación 1 que es un módulo de medida.
8. Módulo electrónico de medida según la reivindicación anterior que es un módulo de medida de velocidad, encargado de medir la velocidad de rotación de un rotor utilizando la tecnología de un *encoder* caracterizado por comprender una o más conexiones (10) para recibir señales de un módulo base o de otros módulos; una o más conexiones (11) para enviar señales a un módulo base o a otros módulos; una o más zonas de *test points*
- 30

- (12) para hacer medidas sobre distintas señales; uno o más filtros de ruido de alta y baja frecuencia (16) para las señales de entrada; uno o más optoacopladores (18) que desacoplan eléctricamente la placa entre baja y alta tensión; una zona de conexiones (21) para recibir las señales del *encoder* por la que se reciben las señales en cuadratura (A,B), sus valores negados (A negado, B negado) e índice del *encoder*, para poder establecer la posición y la velocidad de rotación de la máquina eléctrica; una zona que duplica las señales del *encoder* (21a) para que puedan ser enviadas a otro cuadro eléctrico; y una región para la adaptación de la señal del *encoder* (22) que se encarga de adaptar los valores de tensión que vienen de la señal de velocidad del *encoder* para que puedan ser leídos por un microprocesador (DSP u otro) o un sistema de control en tiempo real (xPC u otro) de un módulo de control.
- 5
9. Módulo electrónico según la reivindicación 1 que es un módulo de expansión de medida de velocidad, encargado de permitir la obtención de una segunda medida de velocidad utilizando la tecnología de un *enconder* secundario, caracterizado por comprender los mismos elementos que un módulo electrónico de velocidad conforme a la reivindicación 8 ó 9.
- 10
10. Sistema electrónico modular para la monitorización y/o gestión o control de convertidores de potencia, válido para cualquier tipo de convertidor de potencia en cualquier aplicación, en el cual se puede implementar cualquier algoritmo de control conocido, caracterizado por comprender al menos un módulo electrónico conforme a la reivindicación 1.
- 15
11. Sistema electrónico modular según la reivindicación anterior que comprende al menos un módulo electrónico base conforme a cualquiera de las reivindicaciones 2 ó 3.
- 20
12. Sistema electrónico modular según la reivindicación anterior caracterizado por que comprende al menos un módulo electrónico de medida conforme a la reivindicación 7.
- 25
13. Sistema electrónico modular según la reivindicación anterior caracterizado por que el al menos un módulo electrónico de medida es un módulo electrónico de medida de velocidad conforme a la reivindicación 8.
- 30
14. Sistema electrónico modular según la reivindicación anterior caracterizado por que comprende uno o más módulos electrónicos de expansión de medida de velocidad conforme a la reivindicación 9.

15. Sistema electrónico modular según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14 caracterizado por que comprende al menos un módulo electrónico de control conforme a cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6.



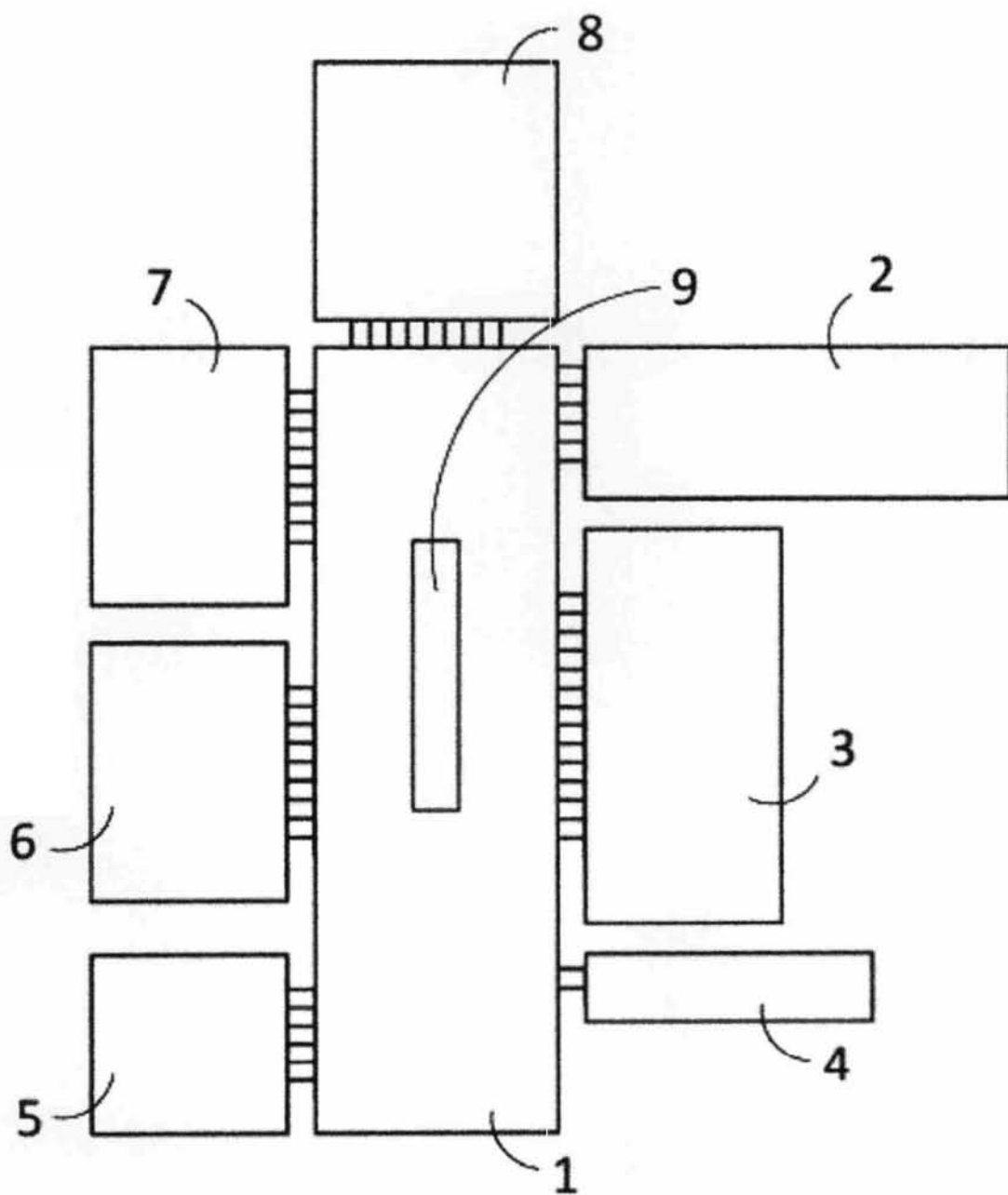


Figura 1

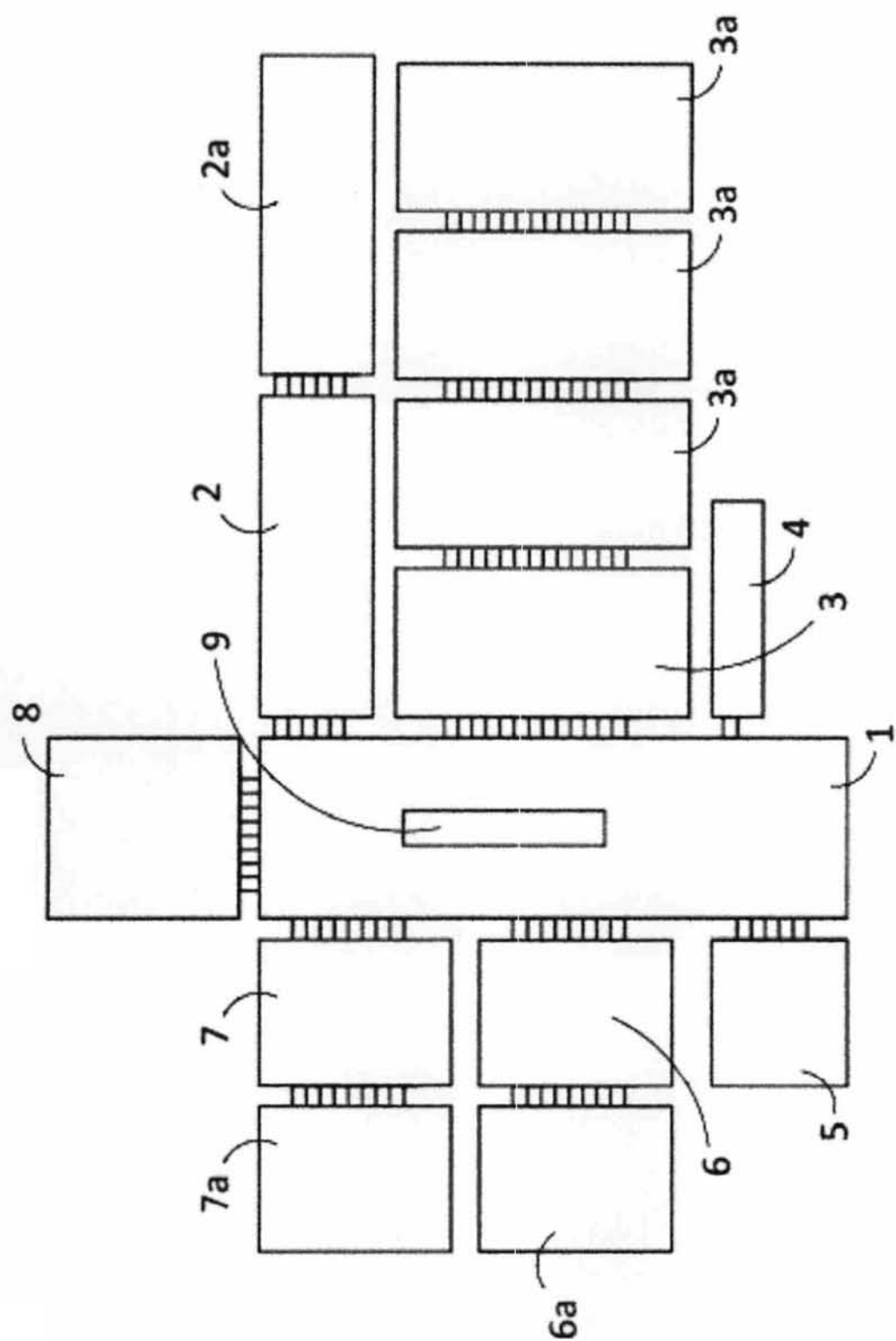


Figura 2

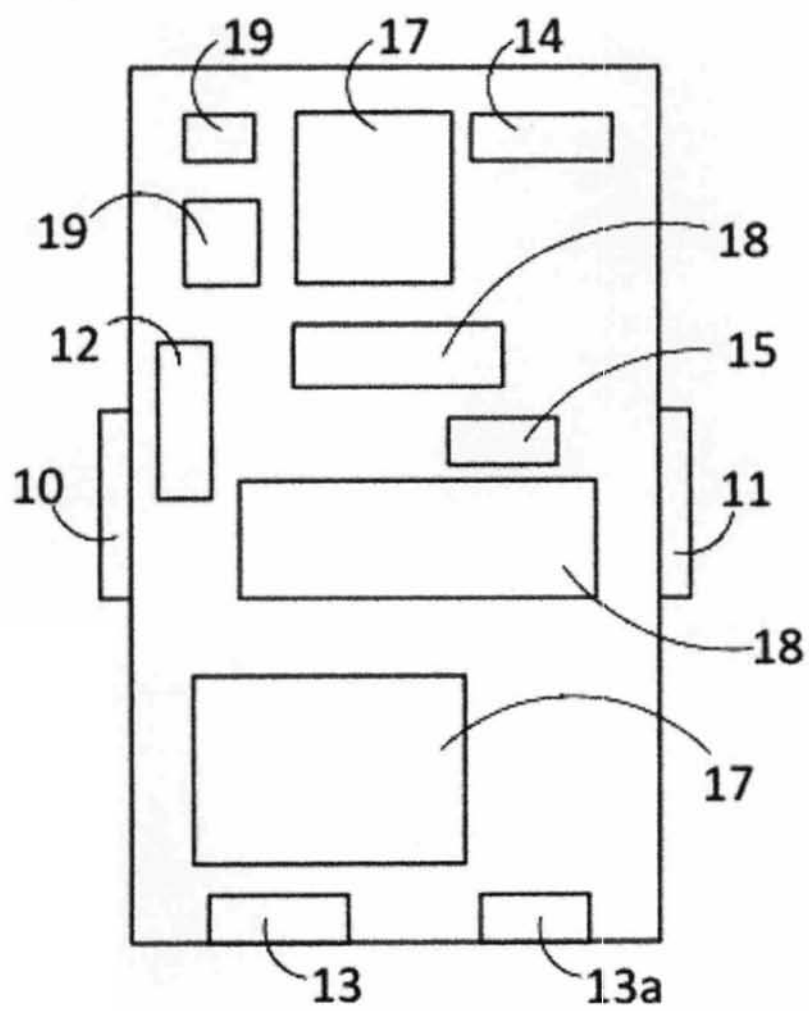


Figura 3

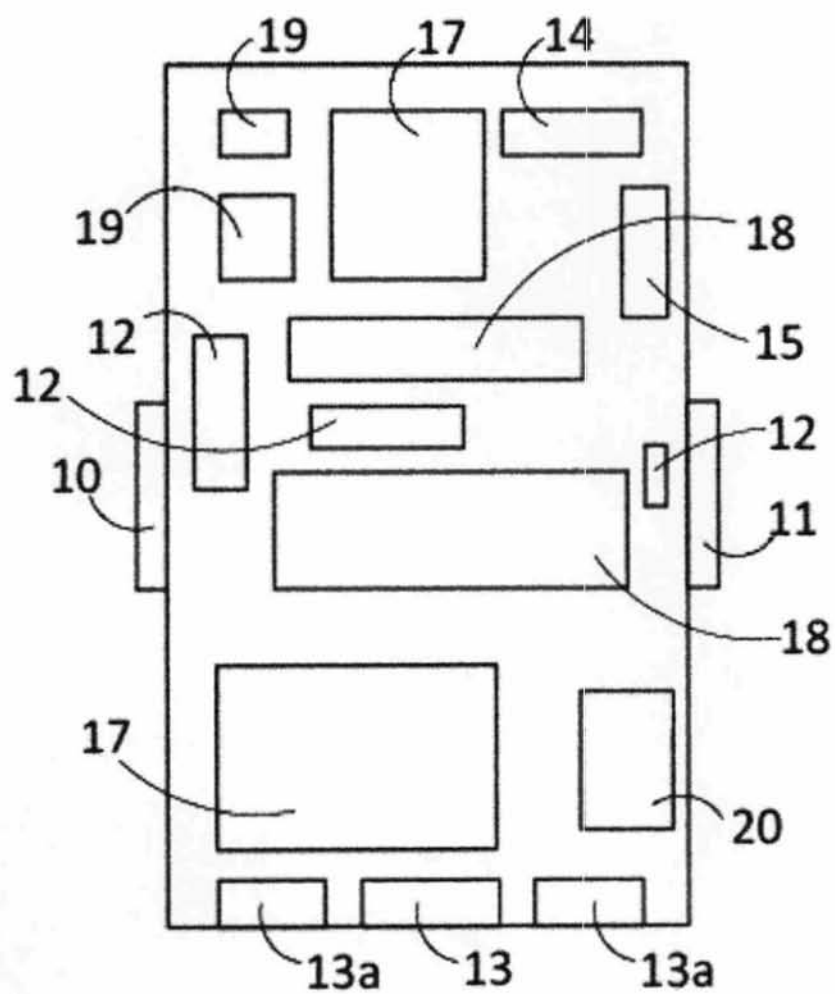


Figura 4

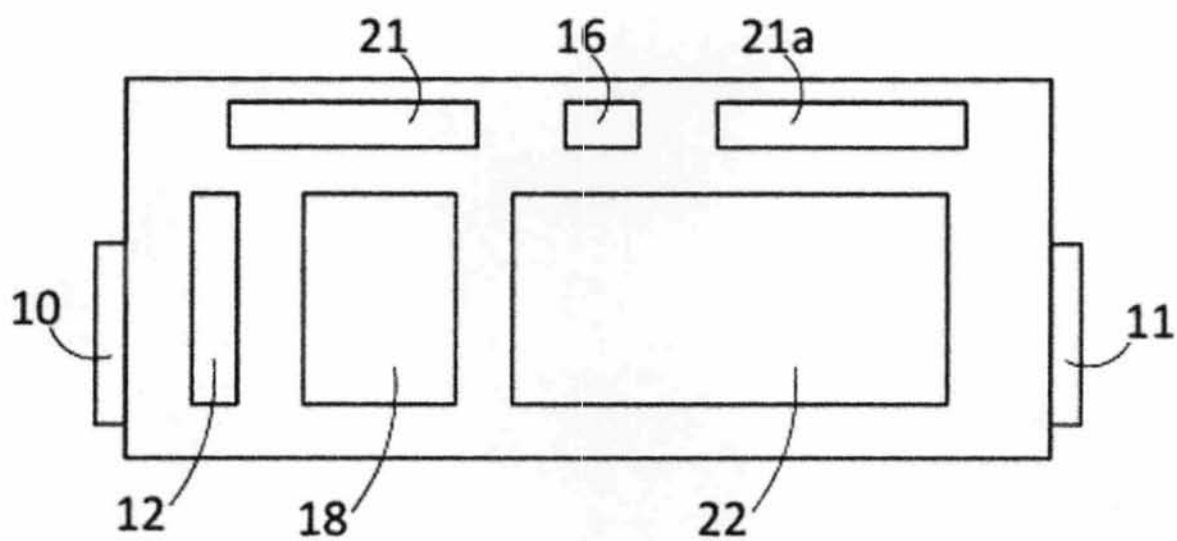


Figura 5

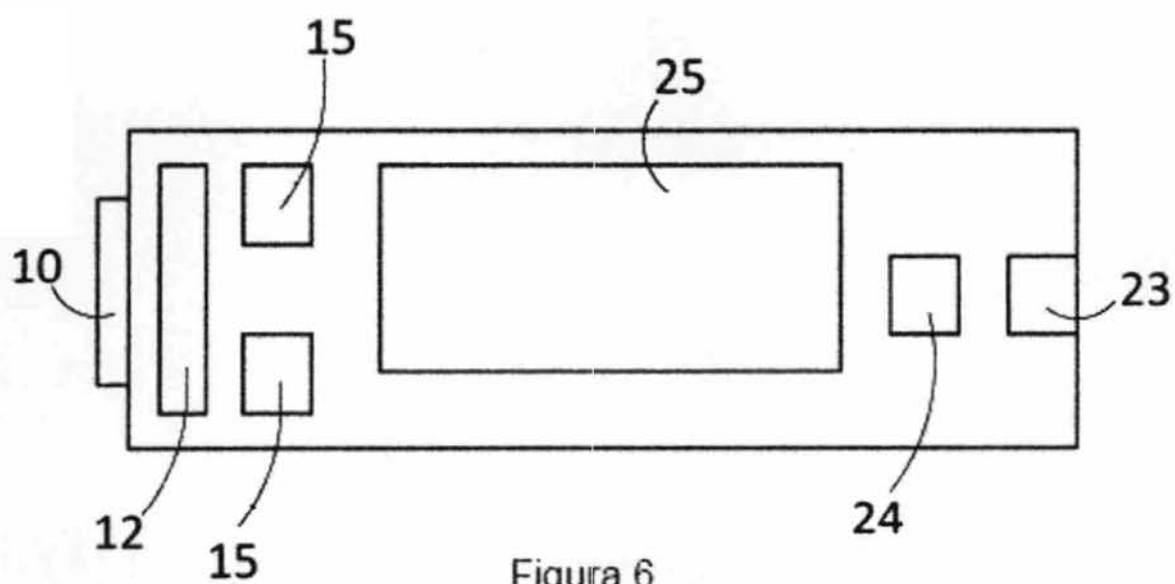


Figura 6

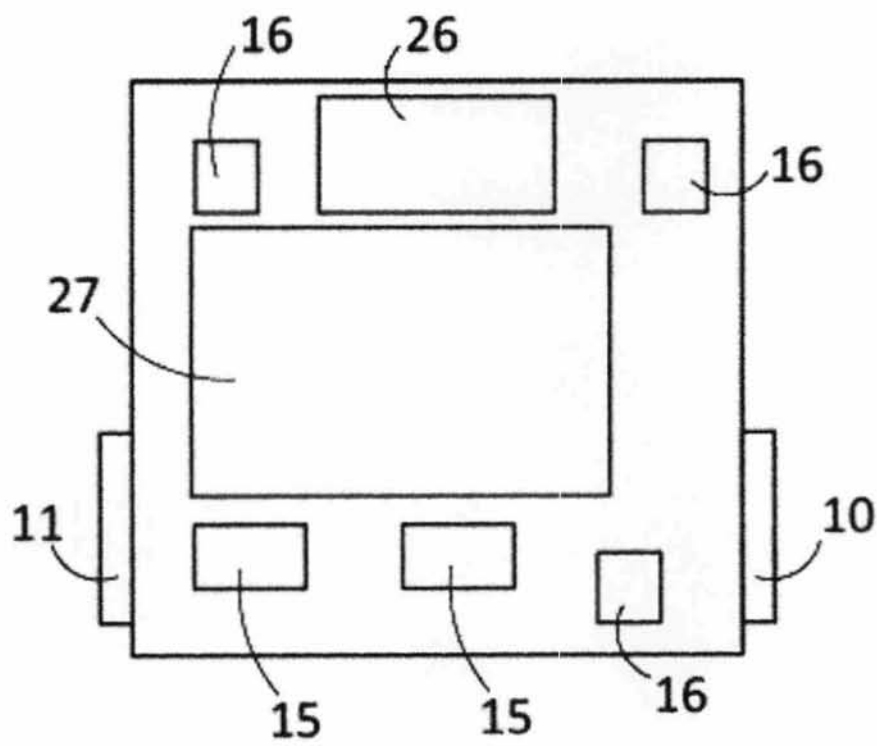


Figura 7



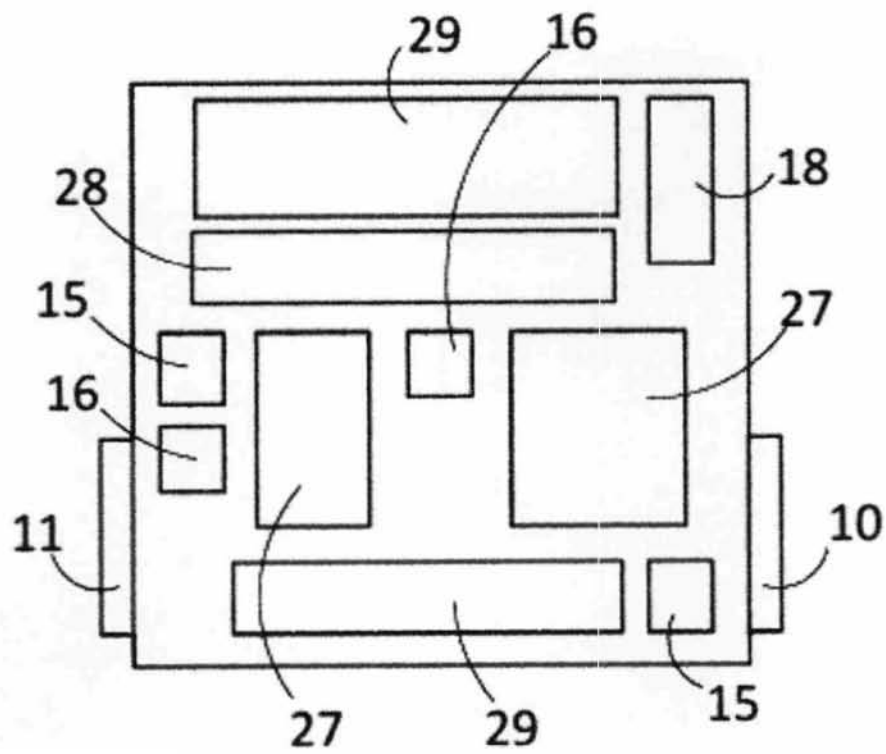


Figura 8

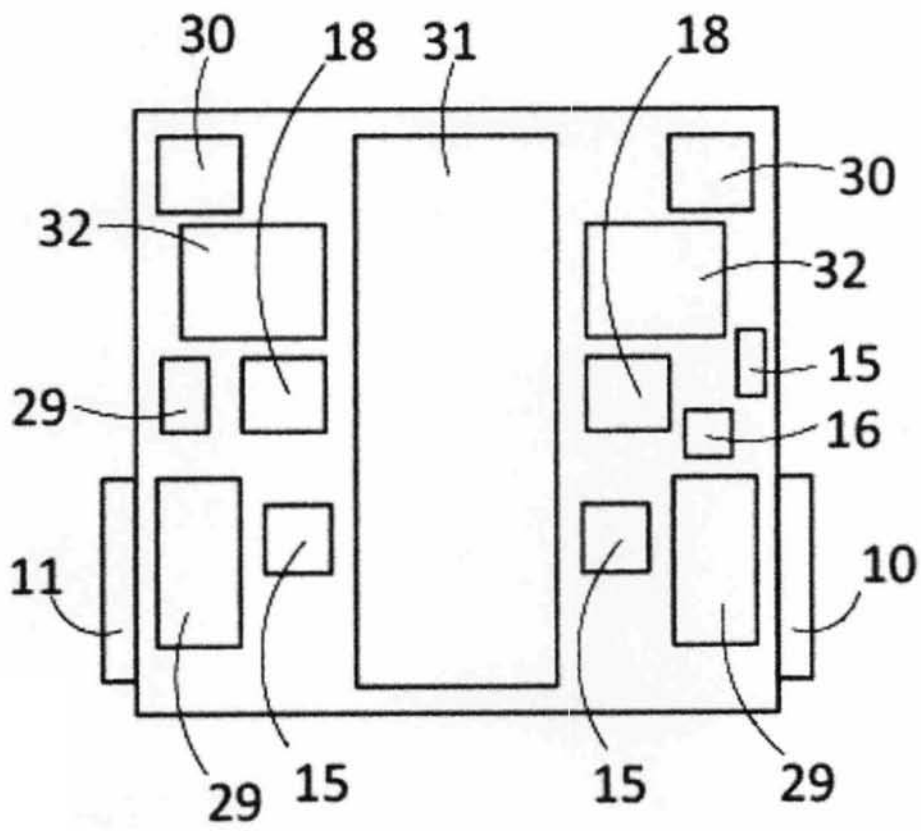


Figura 9

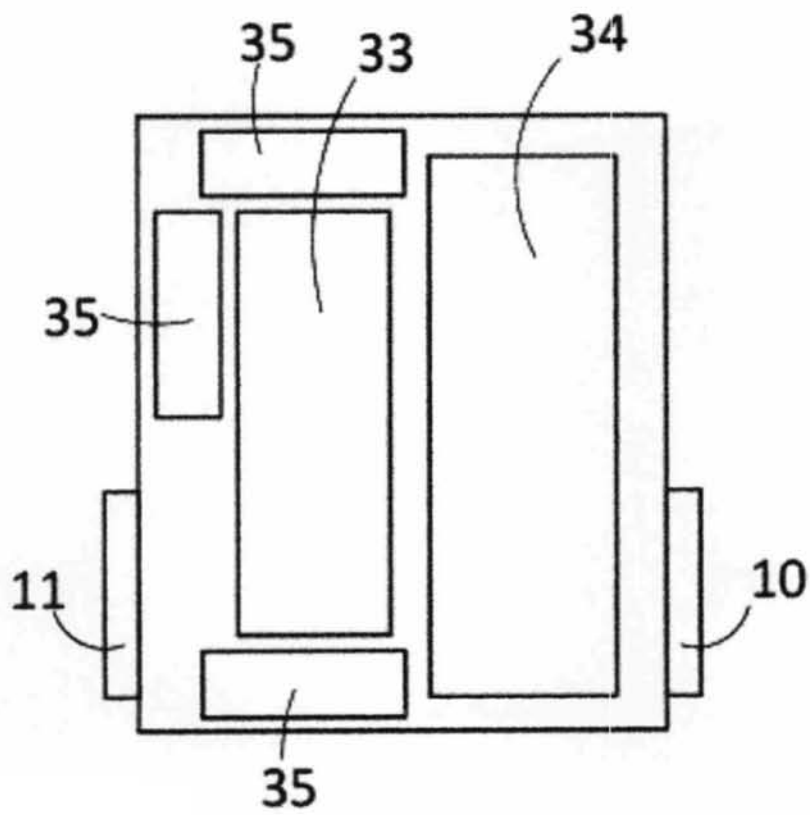


Figura 10

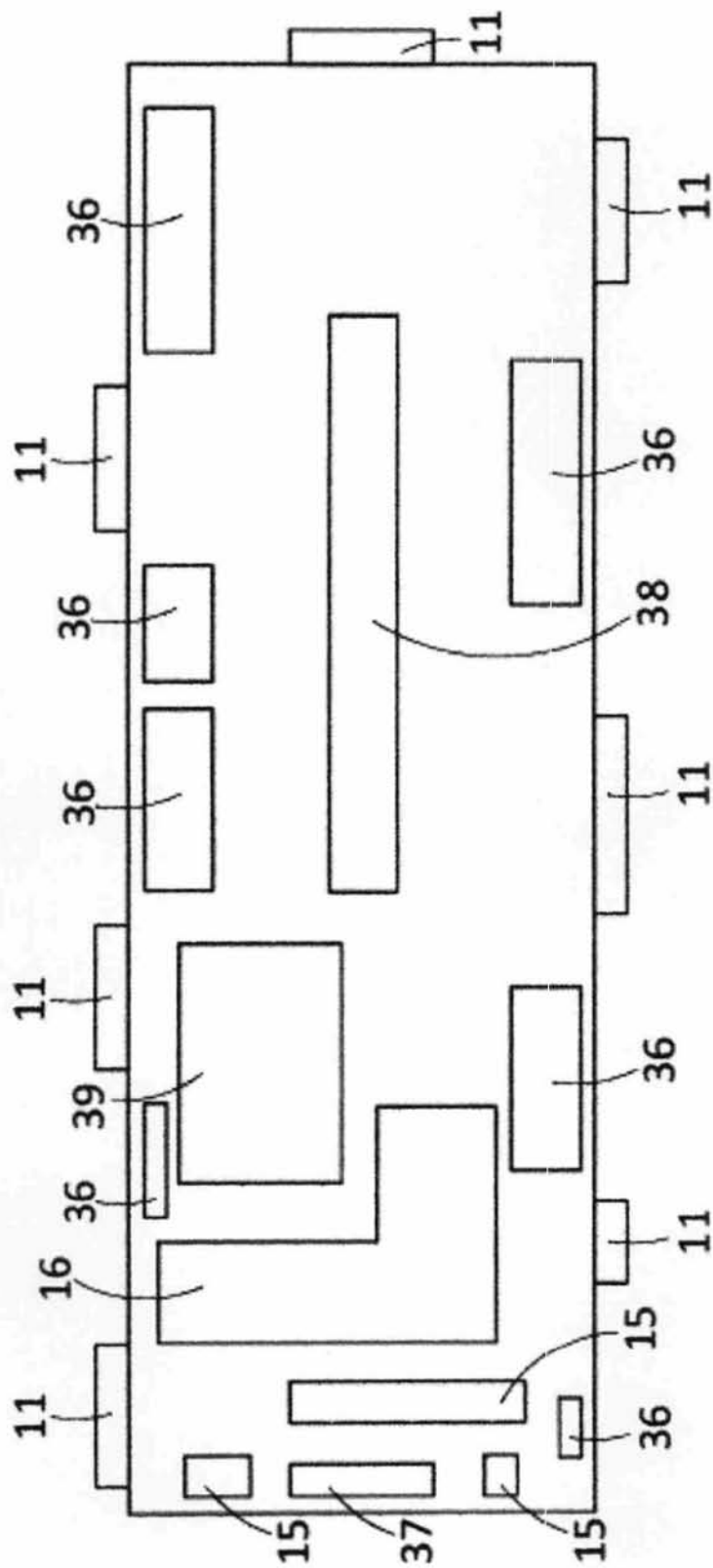


Figure 11

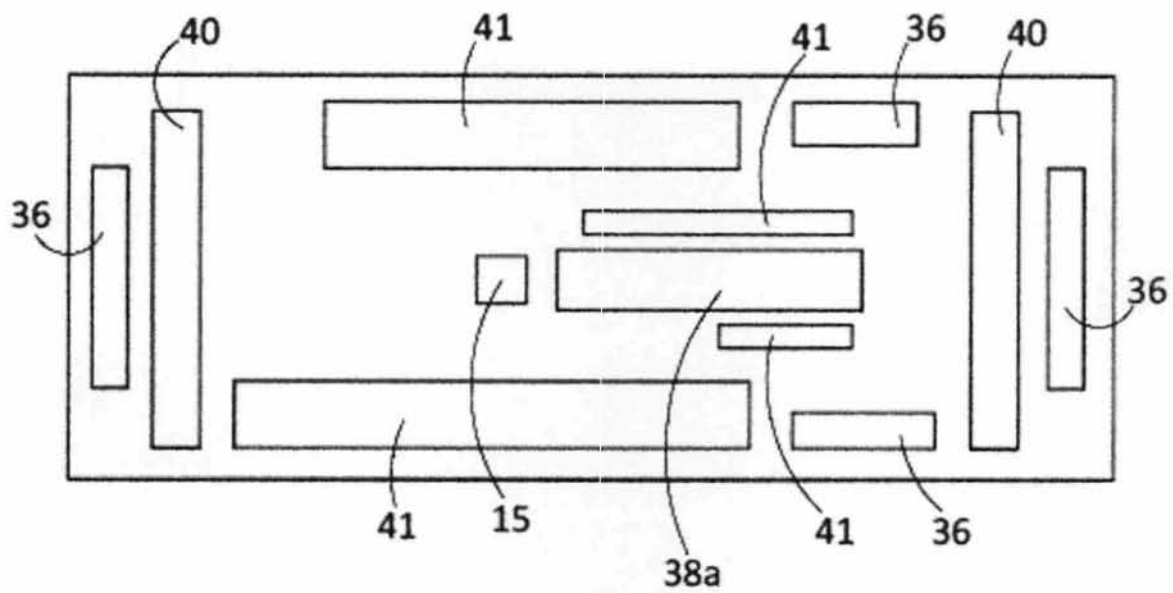


Figura 12

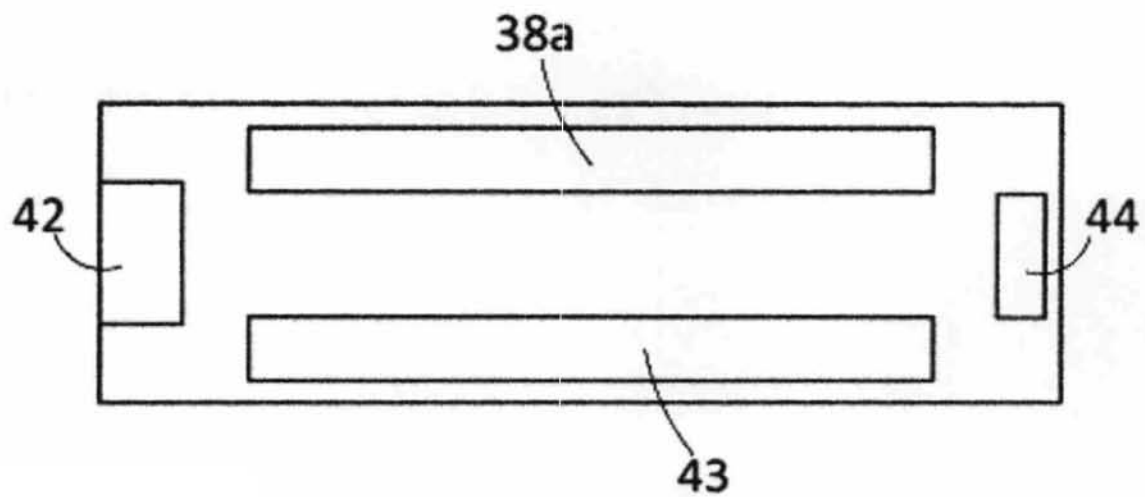


Figura 13

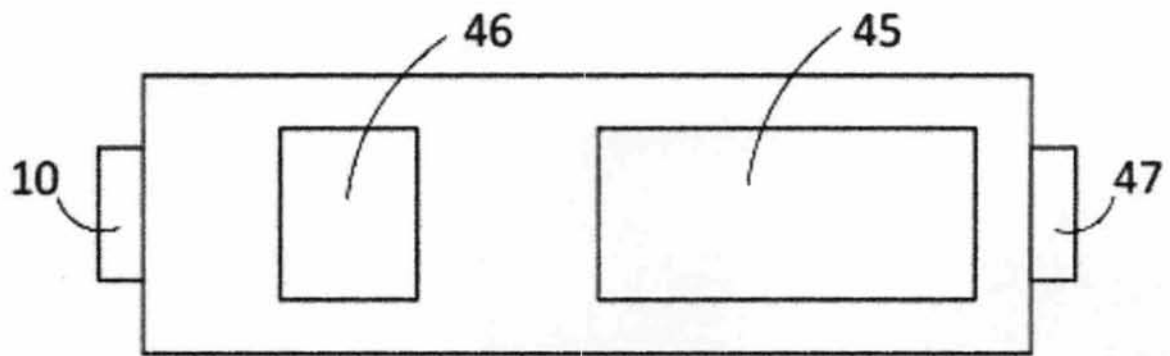


Figura 14

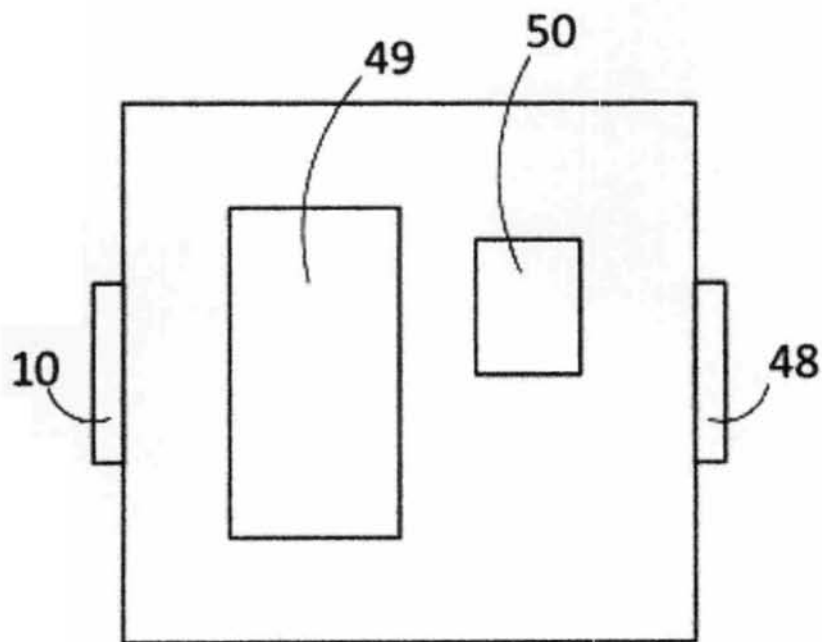


Figura 15



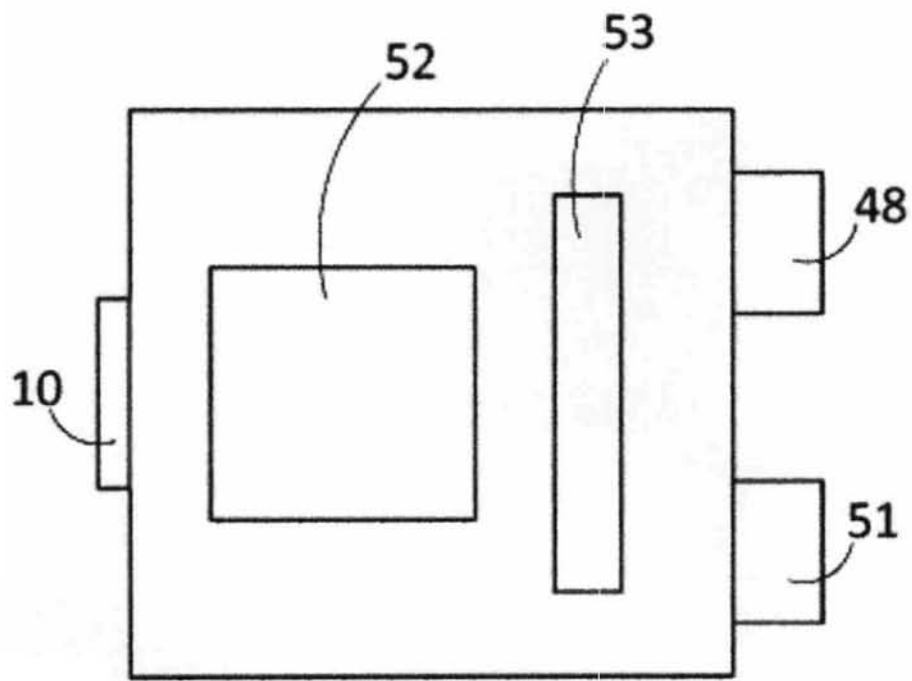


Figura 16



②① N.º solicitud: 201400981

②② Fecha de presentación de la solicitud: 27.11.2014

③② Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤① Int. Cl.: Ver Hoja Adicional

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤⑥ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	PADILHA F J C et al. A modular power electronics protoboard for didactic applications. Power Electronics Conference, 2009. COBEP '09. Brazilian, 20090927 IEEE, Piscataway, NJ, USA 27.09.2009 VOL: Págs: 1099-1103 ISBN 978-1-4244-3369-8; ISBN 1-4244-3369-X.	1-15
A	ARMANDO CORDEIRO et al. Power electronics didactic modules for direct current machine control. Power Engineering, Energy and Electrical Drives, 2009. POWERENG '09. International Conference on, 20090318 IEEE, Piscataway, NJ, USA 18.03.2009 VOL: Págs: 635-639 ISBN 978-1-4244-4611-7; ISBN 1-4244-4611-2.	1-15
A	US 2003036806 A1 (SCHIENBEIN LAWRENCE A et al.) 20.02.2003, descripción; figuras.	1-15
A	DE 19841132 A1 (ABB DAIMLER BENZ TRANSP) 16.03.2000, resumen; figuras.	1-15
A	US 2003178960 A1 (KASSING DAVID M) 25.09.2003, descripción; figuras.	1-15

#### Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

#### El presente informe ha sido realizado

☒ para todas las reivindicaciones

☐ para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
01.02.2016

Examinador  
M. P. López Sabater

Página  
1/4

## CLASIFICACIÓN OBJETO DE LA SOLICITUD

**H05K1/18** (2006.01)

**H01L25/00** (2006.01)

H02J1/00 (2006.01)

H02P6/00 (2016.01)

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H05K, H01R, H02M, H02J, H01L, H02P

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, IEEE, Internet

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 01.02.2016

**Declaración****Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)**

Reivindicaciones 1-15  
Reivindicaciones

SI  
NO

**Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)**

Reivindicaciones 1-15  
Reivindicaciones

SI  
NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	PADILHA F J C et al. A modular power electronics protoboard for didactic applications. Power Electronics Conference, 2009. COBEP '09. Brazilian, 20090927 IEEE, Piscataway, NJ, USA 27.09.2009 VOL: Págs: 1099-1103 ISBN 978-1-4244-3369-8; ISBN 1-4244-3369-X	27.09.2009
D02	ARMANDO CORDEIRO et al. Power electronics didactic modules for direct current machine control. Power Engineering, Energy and Electrical Drives, 2009. POWERENG '09. International Conference on, 20090318 IEEE, Piscataway, NJ, USA 18.03.2009 VOL: Págs: 635-639 ISBN 978-1-4244-4611-7; ISBN 1-4244-4611-2	18.03.2009

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración****Reivindicación 1:**

El documento del estado de la técnica anterior que se ha considerado más cercano a esta primera reivindicación es D01. En este documento también se divulga un módulo electrónico universal apto para alojar los componentes necesarios para configurar distintos tipos de aparatos electrónicos que pueden ser incorporados en un sistema modular de electrónica de potencia.

Sin embargo, el módulo de D01 solamente incluye, como puede leerse en este documento, apartado "*I.C. Load and Universal Modules*", una serie de terminales de conexión y un área para alojar los demás componentes.

No se ha encontrado en el estado de la técnica ningún módulo que cuente con los mismos elementos que el módulo que se desea proteger en esta primera reivindicación y cuyo uso sea el de permitir la construcción de un sistema electrónico modular a partir de los aparatos configurados sobre dicho módulo universal.

A la vista de lo anterior, esta reivindicación independiente se considera nueva e inventiva.

**Reivindicaciones 2 a 9:**

Estas reivindicaciones también se consideran nuevas e inventivas por depender de manera directa o indirecta de la primera reivindicación.

**Reivindicación 10:**

Si bien en el estado de la técnica existen sistemas modulares para la monitorización, gestión y/o control de convertidores de potencia, como puede verse, por ejemplo, en D01 y D02, ninguno de ellos comprende un módulo electrónico conforme a la reivindicación 1. Así pues, esta reivindicación independiente también es nueva e inventiva.

**Reivindicaciones 11 a 15:**

Estas reivindicaciones también se consideran nuevas e inventivas por depender de manera directa o indirecta de la reivindicación número 10.