

(12) SOLICITUD INTERNACIONAL PUBLICADA EN VIRTUD DEL TRATADO DE COOPERACIÓN EN MATERIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organización Mundial de la Propiedad
Intelectual
Oficina internacional



(43) Fecha de publicación internacional
1 de Noviembre de 2007 (01.11.2007)

PCT

(10) Número de Publicación Internacional
WO 2007/122281 A1

(51) Clasificación Internacional de Patentes:
H02M 1/096 (2006.01)

(21) Número de la solicitud internacional:
PCT/ES2007/070084

(22) Fecha de presentación internacional:
26 de Abril de 2007 (26.04.2007)

(25) Idioma de presentación: español

(26) Idioma de publicación: español

(30) Datos relativos a la prioridad:
P200601068 26 de Abril de 2006 (26.04.2006) ES

(71) Solicitantes (para todos los Estados designados salvo US): **CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS** [ES/ES]; C/ Serrano, 117, E-28006 Madrid (ES). **UNIVERSIDAD DE OVIEDO** [ES/ES]; Plaza de Riego s/n., Edificio Histórico, 1º Izq., E-33003 Oviedo (ES).

(72) Inventores; e

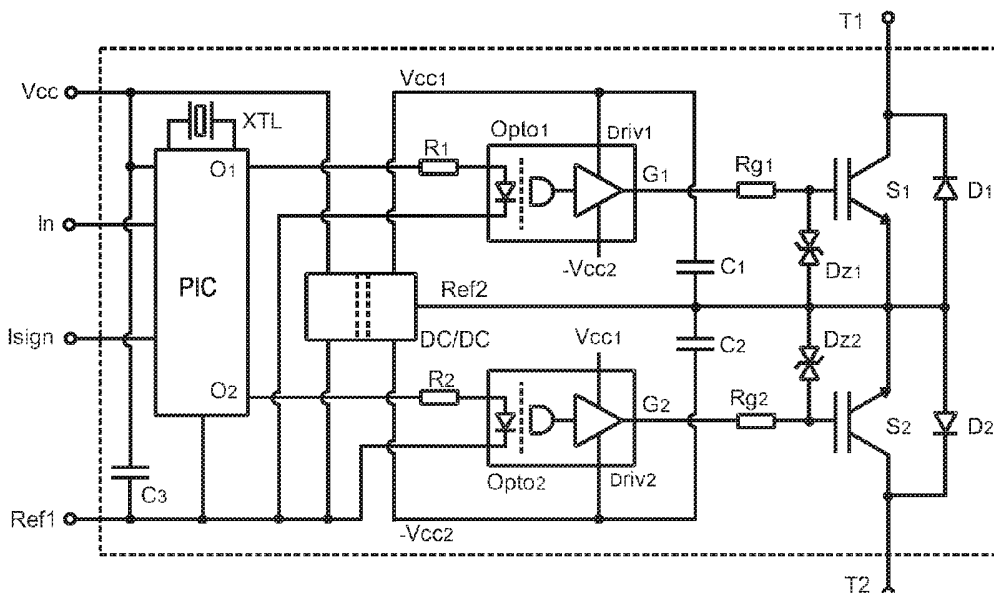
(75) Inventores/Solicitantes (para US solamente): **JORDA SANUY, Xavier** [ES/ES]; Centro Nacional de Microelectrónica, Campus Universidad Autónoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra (ES). **GÁLVEZ SÁNCHEZ, Jose Luís** [ES/ES]; Centro Nacional de Microelectrónica, Campus Universidad Autónoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra (ES). **VELLVEHI HERNÁNDEZ, Miquel** [ES/ES]; Centro Nacional de Microelectrónica, Campus Universidad Autónoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra (ES). **GODIGNON, Philippe** [ES/ES]; Centro Nacional de Microelectrónica, Campus Universidad Autónoma de Barcelona, E-08193 Bellaterra (ES). **JOSE PRIETO, Miguel Angel** [ES/ES]; Universidad de Oviedo, Campus de Viesques s/n, Edificio. 3, E-33204 Gijón (ES). **MARTÍN RAMOS, Juan Antonio** [ES/ES]; Universidad de Oviedo, Campus de Viesques s/n, Edificio. 3, E-33204 Gijón (ES).

(81) Estados designados (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección nacional admisible): AE,

[Continúa en la página siguiente]

(54) Title: BI-DIRECTIONAL, INTELLIGENT, MODULAR POWER SWITCH, METHOD AND IMPLEMENTATION

(54) Título: INTERRUPTOR DE POTENCIA BIDIRECCIONAL, INTELIGENTE Y MODULAR. MÉTODO Y REALIZACIÓN



(57) Abstract: The present invention is a method for producing a modular, intelligent switch, which is bi-directional in terms of current and electrical voltage, applying principally to power supplies. The most noteworthy characteristics of this novel device is that it incorporates the various stages of power, control and protection of the circuits, in order to guarantee bidirectionality in terms of voltage and current, together with the circuits and control algorithms required for secure, robust switching. Its modular nature also provides the user with a combination of choices for forming complex circuits with a wide range of practical applications, such as matrix power converters, and also easy replacement in the event of repair.

[Continúa en la página siguiente]

WO 2007/122281 A1



AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) **Estados designados** (a menos que se indique otra cosa, para toda clase de protección regional admisible): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), euroasiática (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europea (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publicada:

- con informe de búsqueda internacional
- antes de la expiración del plazo para modificar las reivindicaciones y para ser republicada si se reciben modificaciones

Para códigos de dos letras y otras abreviaturas, véase la sección "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" que aparece al principio de cada número regular de la Gaceta del PCT.

(57) **Resumen:** La presente invención constituye un método de fabricación de un interruptor modular e inteligente, bidireccional en corriente y tensión eléctrica con aplicación principal en las fuentes de potencia. Las características más destacables de este nuevo dispositivo es que integra las distintas etapas de potencia, control y protección de los circuitos para garantizar la bidireccionalidad en tensión y en corriente, junto con los circuitos y algoritmos de control necesarios para una conmutación segura y robusta. Su modularidad también permite al usuario una combinación de electos para constituir circuitos complejos y de amplias aplicaciones prácticas como los convertidores matriciales de potencia, así como una fácil sustitución en caso de reparación.

TÍTULO

INTERRUPTOR DE POTENCIA BIDIRECCIONAL, INTELIGENTE Y MODULAR.
MÉTODO Y REALIZACIÓN.

5 SECTOR DE LA TÉCNICA

La invención propuesta se enmarca en el campo de la electrónica de potencia. En concreto el interruptor bidireccional que se describe en esta Memoria de Invención, permite la realización de convertidores matriciales con más facilidad y mayores prestaciones que las obtenidas con las soluciones tecnológicas actuales. La invención
10 presentada puede también aplicarse en otros tipos de convertidores de potencia, como los multinivel. Entre las aplicaciones de estos convertidores figuran: fuentes de alimentación ininterrumpida, circuitos de accionamiento de motores de alterna (locomotoras, grúas, elevadores, equipos de la industria de procesos, propulsión submarina, etc.), sistemas de conexión a red de aerogeneradores, accionamientos
15 para aplicaciones aeronáuticas, etc.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Los convertidores de potencia son circuitos que gestionan el flujo de potencia eléctrica entre una fuente primaria de energía y una determinada carga. Pueden clasificarse
20 según las características de las variables eléctricas de entrada y de salida (niveles de tensión y corriente, frecuencia, etc.). Los dos tipos de convertidores de mayor interés industrial y económico según este criterio, son los convertidores de tensión continua a tensión continua (DC-DC) para fuentes de alimentación (principalmente en ordenadores) y los convertidores de tensión alterna a tensión alterna (AC-AC) para el
25 accionamiento de motores trifásicos (variadores de velocidad) [1]. En la práctica, la estructura de estos últimos es la de un convertidor AC-DC-AC, es decir, la tensión alterna de entrada (trifásica o monofásica) se rectifica a una tensión continua intermedia (AC-DC) y de ésta se obtiene la tensión alterna de salida que alimenta la carga a amplitud y frecuencia controlables (DC-AC). En contraposición a esta
30 estructura, los convertidores matriciales (en adelante, CM) o *matrix converters*, son convertidores de potencia directos entre una red AC n-fásica de entrada y otra m-fásica de salida [2]. El convertidor presenta $n \times m$ interruptores bidireccionales (en adelante, IBD) configurados para que cualquiera de las fases de salida pueda conectarse con cualquiera de las fases de entrada. La idea de base data de finales de
35 los años 70 de la centuria pasada. M. Venturini la desarrolló a principios de los años 80 y desde entonces, la evolución de los circuitos de control digital y de los

componentes de potencia ha permitido conseguir las primeras realizaciones industriales. Los convertidores de potencia son, por tanto, dispositivos electrónicos de actualidad y en vía de desarrollo práctico. Los algoritmos de control son, sin embargo, más complejos que en los inversores convencionales AC-DC-AC al tratar con más interruptores controlables y al tratarse también de tensiones eléctricas de entrada alternas. Los trabajos de desarrollo, más extendidos recientemente, se han concentrado en convertidores trifásico-trifásico, incluyendo nueve IBDs.

Los CM presentan una serie de ventajas sobre los variadores de velocidad convencionales. Dado que no hacen uso de enlace de tensión continua, no necesitan voluminosos componentes de almacenaje de energía (bancos de condensadores electrolíticos principalmente), quedando limitado el uso de componentes reactivos a pequeños filtros de entrada. Por ello, se suele considerar que los CM constituyen una solución compacta *all-silicon (todo-silicio)*. Por otra parte, las corrientes que absorben en la entrada son sinusoidales (salvo por los armónicos correspondientes a la frecuencia de conmutación, que pueden reducirse hasta valores aceptables mediante filtrado). Además, la mayoría de los algoritmos de control permite que el factor de potencia a la entrada tenga valor unidad. El único inconveniente digno de mención que presentan los CM, consiste en una relación máxima entre amplitudes de tensión de salida y entrada de 0.866.

La implementación práctica de los CM requiere el uso de IBDs en tensión y corriente, es decir, dispositivos capaces de soportar tanto tensiones de bloqueo positivas como negativas y conducir corrientes en ambos sentidos. Las soluciones más extendidas en la literatura técnica para conseguir IBDs se basan en el uso de dispositivos IGBT (*Insulated Gate Bipolar Transistor*) y diodos rápidos FRD (*Fast Recovery Diode*) tradicionales. También existen referencias donde se usan MCTs (*MOS Controlled Thyristors*). Existen tres combinaciones básicas de dichos dispositivos discretos para poner en funcionamiento un IBD [3]:

- Configuración en puente de diodos: cuatro FRDs y un IGBT.
- Configuración en emisor común: dos IGBTs y dos FRDs.
- Configuración en colector común: dos IGBTs y dos FRDs.

En las tres opciones, los diodos proporcionan la capacidad de soportar tensión en inversa que no posee el IGBT. La opción en puente de diodos prácticamente no se utiliza pues la corriente circula por tres dispositivos en serie (dos FRDs y el IGBT)

aumentándose las pérdidas en conducción. En las otras dos opciones la corriente siempre circula por un IGBT y un FRD. Ambas tienen la ventaja añadida de que se pueden controlar los dos IGBTs del IBD por separado, lo que da mayor flexibilidad para implementar distintas estrategias de conmutación. Otra solución más sencilla es la ofrecida por determinados dispositivos en fase de desarrollo. Se trata básicamente de IGBTs con capacidad de bloqueo de tensión en inversa o RB-IGBT [4]. La combinación de dos de estos dispositivos en modo anti-paralelo permite integrar un IBD en configuración mínima, aunque sus características dinámicas son por el momento inferiores a las de los IGBTs estándar.

10

En los CM deben cumplirse dos normas básicas: dos fases de entrada no pueden conectarse simultáneamente a la misma fase de salida para evitar el cortocircuito de las líneas de entrada, y todas las fases de salida deben estar siempre conectadas a una fase de entrada para evitar circuitos abiertos en las cargas inductivas. Dado que en los CM no existen caminos naturales de retorno para la corriente como en los convertidores convencionales, los interruptores deben controlarse en todo momento para garantizar una operación segura, incluso durante los procesos de conmutación de los dispositivos de potencia. Tanto los IGBTs como los FRDs presentan tiempos finitos de conmutación que deben ser tomados en cuenta para evitar cortocircuitos o circuitos abiertos instantáneos durante las conmutaciones. En este sentido, existen distintas estrategias de conmutación de la corriente entre IBDs que permiten evitar estos problemas. Las más extendidas son las de 4 ó 2 pasos [5,6]. Se trata de algoritmos que establecen la secuencia adecuada de cierre y apertura de los interruptores en función del sentido de circulación de la corriente y del estado de los otros IBDs. A nivel práctico, dado el elevado número de transistores a controlar (18 en un CM trifásico a trifásico), las estrategias de conmutación consumen un tiempo de procesado relativamente elevado y se suelen implementar fuera de los circuitos de control de alto nivel, en circuitos lógicos programables o memorias con tablas.

30

La complejidad del control de los CM ha retrasado su aplicación en el dominio industrial, aunque empiezan a aparecer nuevos productos que evitan esta dificultad. En este sentido la empresa Yaskawa ha anunciado el primer CM comercial para variadores de velocidad a mediados de 2006. Por otro lado, bastantes fabricantes de módulos de potencia empiezan también a proponer productos adaptados a la construcción de CM. Podemos citar a Semikron y Dynex, que ofrecen en su catálogo un par de módulos IGBT que incluyen la etapa de potencia de un IBD (configuración

35

emisor común), desde el Semitop SK80GM063 de 600V-81A de Semikron, hasta el DIM400PBM17-A de 1700V-400A de Dynex. Powerex ofrece también una gama denominada *Common Emitter* de este tipo de módulos, con componentes desde los 250V-120A hasta 1200V-80A. APT propone una amplia gama de módulos similares (familia *Dual Common Source*) algunos con transistores MOSFET como tipo de interruptor controlable. Por su lado, Eupec y Semelab han presentado módulos IGBT que incluyen la etapa de potencia entera de un CM (EconoMAC en el caso de Eupec). En todos los casos mencionados, tan sólo se ofrecen las etapas de potencia sin control alguno.

10

[1] A. Lidow, D. Kinzer, G. Sheridan, D. Tam. "The Semiconductor Roadmap for Power Management in the New Millennium". Proceedings of the IEEE, Vol. 89, No. 6, June 2001, p. 803-812.

15

[2] P. W. Wheeler, J. Rodríguez, J. C. Clare, L. Empringham, A. Weinstein. "Matrix Converters: A Technology Review". IEEE Trans. on Industrial Electronics, Vol. 49, No. 2, April 2002, p. 276-288.

20

[3] J. Adamek, W. Hofmann, M. Ziegler. "Fast Commutation Process and Demand of Bidirectional Switches in Matrix Converters". IEEE 39th Annual Conference on Power Electronics Specialists PESC 2003, Vol. 3, 15-19 June 2003, p. 1281-1286.

[4] M. Takei, T. Naito, K. Ueno. "The Reverse Blocking IGBT for Matrix Converter With Ultra-Thin Wafer Technology". ISPSD 2003, 14-17 April 2003, p. 156-159.

25

[5] N. Burany. "Safe Control of Four-Quadrant Switches". IEEE Industry Applications Society Annual Meeting, 1-5 October 1989, p. 1190-1194.

30

[6] M. Ziegler, W. Hofmann. "Semi Natural Two Steps Commutation Strategy for Matrix Converters". IEEE 29th Annual Conference on Power Electronics Specialists PESC 1998, Vol. 1, 17-22 May 1998, p. 727-731.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La realización práctica de un convertidor matricial (CM) implica un número relativamente elevado de interruptores bidireccionales (IBD) y, por lo tanto, un número aún mayor de dispositivos de potencia (controlados y no controlados). Por ejemplo, en

35

un CM trifásico a trifásico, se requieren 9 IBDs. Si estos se implementan con dos IGBTs y dos FRDs, se requieren 18 dispositivos de ambos tipos. La interconexión de un número tan elevado de componentes resulta una tarea ardua, costosa y delicada, tanto por la etapa de potencia (elevados valores de tensión, corriente, di/dt) como por las numerosas señales de control en ambiente ruidoso que se manejan. Además, si se utilizan componentes discretos, el conjunto con su sistema de refrigeración incluido, puede ser muy voluminoso. Por ello, cualquier solución que minimice estos problemas es de máximo interés para los diseñadores de convertidores. Recientemente se han anunciado módulos de potencia que integran las etapas de potencia de un CM entero (Eupec y Semelab), lo que compacta el sistema final. Sin embargo, el deterioro de uno solo de los componentes del módulo, inhabilita a la totalidad. Por otro lado, el control de los procesos de conmutación de los interruptores en los CM es extremadamente crítico y se hacen necesarias estrategias de conmutación segura, adecuadas a las características de los dispositivos empleados (tiempos de conmutación, etc.).

15

- Breve descripción de la invención.

La invención que se propone pretende facilitar al máximo la realización práctica de convertidores matriciales, u otro tipo de convertidores como los multinivel, gracias a unos módulos que proporcionan la función de interruptor bidireccional en tensión y corriente de forma compacta. Estos IBD (interruptores bidireccionales) integran los circuitos de control que se encargan de aplicar la estrategia de conmutación segura de corriente, los circuitos de control de puerta (*drivers*) de los interruptores controlados (IGBTs u otros), el aislamiento galvánico necesario entre la etapa de control y la de potencia, las fuentes de alimentación flotantes necesarias y dispositivos de protección (supresores de sobretensiones, etc.). Además, el carácter modular de los IBDs propuestos, permite que sean fácilmente combinables para construir un convertidor más complejo, facilitando la interconexión de las líneas de control y potencia. Otra ventaja adicional de la modularidad es que permite una fácil reparación del convertidor y respecto a los módulos que integran el CM entero, en caso de avería se puede reemplazar el IBD averiado sin tener que desechar el resto de componentes operativos.

- Descripción detallada de la invención

Los circuitos de control de alto nivel de los CM determinan los instantes de cierre y apertura de los IBDs en función de estrategias de modulación relativamente complejas (modulación de Venturini, modulación vectorial, etc.) para obtener a la salida del

35

convertidor las tensiones y corrientes deseadas en la carga. Estas señales de control de los IBDs deben ser tratadas por la estrategia de conmutación adecuada (4 pasos, 2 pasos, etc.) y así poder determinar con exactitud la secuencia correcta de apertura y cierre de los interruptores involucrados en una conmutación de la corriente entre IBDs.

5 Para lograr los objetivos perseguidos en esta invención proponemos el método o procedimiento que se describe mediante el diagrama de bloques del IBD que aparece en la Figura 1. La interconexión de los distintos módulos o partes, en el modo reseñado, permite fabricar distintos interruptores en función de las demandas del usuario. Las señales de control de los IBDs, que provienen de los circuitos de control de alto nivel, se pueden enviar directamente hacia cada uno de los IBDs donde serán debidamente tratadas por los circuitos de control locales. En concreto, en la Figura 1 se representan dos de estas señales de control, "In" que corresponde a la señal lógica de apertura y cierre del IBD e "Isign" que es la señal lógica asociada al signo de la corriente en la fase de salida a la que está conectado el IBD en cuestión.

10 Evidentemente, podría haber otras señales (estado de otros IBDs, señales de alarma, etc.) dependiendo de las funciones adicionales con que se dote al IBD modular en cada aplicación concreta, aunque también sería posible hacer que la única señal que le llega al IBD fuera la correspondiente a su encendido/apagado, incluyéndose en el propio módulo a los circuitos encargados de la detección del sentido de la corriente.

15 La presencia final de una o más señales de control se decidirá en función de la independencia con que se quiera dotar al IBD. Junto a las señales de control establecidas, llegará también a los distintos IBDs del sistema la línea de alimentación de los circuitos de control de alto nivel (Vcc), para alimentar los circuitos de control locales y las fuentes de alimentación flotante auxiliares. Es importante resaltar que en la mayoría de las aplicaciones prácticas no será necesario desarrollar una fuente de alimentación específica para los bloques IBD modulares, sino que se usará directamente la misma que se emplea para el control de alto nivel; en cualquier caso la referencia de dicha alimentación, siempre es la misma que la de las señales de control de alto nivel.

30 Los circuitos de control local (bloque B en la Figura 1) se encargan de ejecutar el algoritmo correspondiente a la estrategia de conmutación elegida, determinando las dos señales de control de los interruptores de la etapa de potencia del IBD (IGBTs, MOSFETs, etc.) con los retrasos adecuados entre ellas. La elaboración de esta secuencia de conmutación se basa en el signo de la corriente de fase y eventualmente en otras señales, dependiendo de cada estrategia de conmutación particular. Los

35

algoritmos de conmutación más empleados son los denominados de 4 pasos, aunque la implementación de unos circuitos de control programable permite adoptar el algoritmo más adecuado a cada aplicación. El control local puede realizarse a nivel práctico con circuitos digitales programables, tablas programadas en memorias, 5 puertas lógicas, microprocesadores, etc., y pretende independizar en la medida de lo posible (según las aplicaciones) al IBD del resto de los componentes a la hora de llevar a cabo las conmutaciones. En cada caso deberán integrarse en el IBD los componentes auxiliares necesarios (cristales de cuarzo, condensadores, etc.) para que éste sea lo más modular posible. Los circuitos de control locales, pueden también 10 incorporar algoritmos de protección de los dispositivos de potencia, como por ejemplo ante sobrecorriente o temperatura que sobrepase ciertos límites aceptables. El método o sistema propuesto permite disponer de una "inteligencia" cercana a la etapa de potencia para gestionar las situaciones de fallo, o circunstancias anormales, de manera óptima, enviando además señales de alarma hacia el control de alto nivel 15 para que este actúe en consecuencia.

Las señales de control generadas por los circuitos de control local se conducen a continuación hacia algún dispositivo de aislamiento galvánico (optoacoplador, transformador de impulsos, etc.) de modo que la etapa de control de alto nivel esté 20 aislada y protegida de la de potencia. Las señales aisladas se dirigen hacia los circuitos de control de puerta (controladores o *drivers*) adaptados a cada tipo de interruptor (IGBT, MOSFET, transistor bipolar, etc.) y desde estos se conectan a los terminales de control (puerta, base, etc.). Dada su proximidad con los dispositivos de potencia, los *drivers* pueden también incorporar protecciones (sobrecorriente, 25 sobretensión, etc.). En todo caso, se incorporan dispositivos específicos de protección como por ejemplo supresores de sobretensiones entre puerta y emisor de los transistores de control MOS. Todos estos elementos (aislamiento, *drivers* y protección) se incluyen en el bloque C de la Figura 1.

30 Para el correcto funcionamiento de este bloque, son necesarias fuentes de alimentación flotantes (bloque A en la Figura 1) que mantengan el aislamiento galvánico entre las etapas de control y de potencia. Como se representa en la Figura 1, estas fuentes se conectan a la línea de alimentación de la etapa de control de alto nivel y generan en salida las tensiones aisladas necesarias para los controladores, 35 etc. Estas fuentes flotantes se basan en convertidores DC/DC de alta densidad de integración.

Finalmente, la etapa de potencia (bloque D en la Figura 1) implementa la función del interruptor bidireccional propiamente dicha. Se realiza combinando los dispositivos de potencia necesarios para adaptarse a los requerimientos de tensión, corriente, velocidad de conmutación, etc. solicitados en cada aplicación. Estos dispositivos se conectan sobre sustratos adecuados como los IMS (*Insulated Metal Substrate*), DBC cerámicos (*Direct Bonded Copper*) u otros, que permitan manejar elevados valores de tensión y corriente así como disipar los niveles de potencia requeridos. La interconexión y distribución de los distintos componentes de potencia se optimiza para disminuir al mínimo las inductancias parásitas (evitando picos de tensión, aumentando así la fiabilidad), para garantizar una gestión térmica adecuada (evitar calentamientos cruzados entre componentes, puntos calientes, etc.) y la radiación electromagnética parásita.

Como puede observarse, los IBDs propuestos se presentan para el diseñador de convertidores como un módulo con dos terminales de potencia, T1 y T2, uno o varios terminales de control y una línea de alimentación con la misma referencia que las señales de control. Este módulo realiza la función de interruptor bidireccional en tensión y corriente entre los terminales T1 y T2, de manera segura y robusta, en función de las señales de control enviadas. Además, los detalles ligados a la estrategia de conmutación son transparentes para el usuario.

La geometría del IBD se ha diseñado también para permitir una utilización modular del mismo. Así, los terminales de potencia y de control se distribuyen en la parte superior y la parte inferior se deja libre para poder disipar el calor generado por autocalentamiento.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS FIGURAS

Figura 1: Diagrama de bloques del Interruptor de potencia bidireccional, inteligente y modular, mostrando sus principales partes y variables.

A: Fuentes de alimentación flotantes (convertidores DC/DC).

B: Circuitería de control local.

C: Circuitos de aislamiento, controladores (*drivers*) de puerta y dispositivos de protección.

D: Etapa de potencia del interruptor bidireccional.

Vcc: tensión de alimentación común con el control de alto nivel.

In: Señal lógica de control (apertura y cierre) del interruptor bidireccional.

Isign: Señal lógica del signo de la corriente.

O1, O2: Conexión de las señales de control de apertura y cierre de los transistores de la etapa de potencia.

5 G1, G2: Conexión de las señales de control de puerta de los transistores de la etapa de control, aisladas galvánicamente del control de alto nivel.

T1, T2: Terminales de potencia del interruptor bidireccional.

10 Figura 2: Esquema electrónico del ejemplo de interruptor bidireccional inteligente realizado.

PIC: Microcontrolador (dispositivo de control local).

C3: Condensador de desacoplo del PIC.

XTL: Cristal de cuarzo para el reloj del PIC.

15 DC/DC: Convertidor para proporcionar las tensiones flotantes de alimentación V_{CC1} y V_{CC2} .

V_{CC1} : Tensión de alimentación de los *drivers*, positiva respecto a la referencia Ref2.

$-V_{CC2}$: Tensión de alimentación de los *drivers*, negativa respecto a la referencia Ref2.

Ref2: Referencia de las tensiones de alimentación V_{CC1} y $-V_{CC2}$.

20 Opto1, Opto2: Optoacopladores para garantizar aislamiento galvánico entre las etapas de control y de potencia.

R1, R2: Resistencia de limitación de la corriente de entrada de los optoacopladores.

Driv1, Driv2: *Drivers* de control de puerta de los transistores de potencia IGBT.

C1, C2: Condensadores de desacoplo de los *drivers* de puerta.

Rg1, Rg2: Resistencias de puerta de los transistores de potencia IGBT.

25 Dz1, Dz2: Supresores de picos de tensión transitorios entre puerta y emisor de los IGBTs.

S1, S2: Transistores de potencia IGBT.

D1, D2: Diodos de potencia de recuperación rápida (FRD).

30 Vcc: tensión de alimentación común con el control de alto nivel.

Ref1: Referencia de la tensión de alimentación Vcc.

In: Señal lógica de control (apertura y cierre) del interruptor bidireccional.

Isign: Señal lógica del signo de la corriente.

35 O1, O2: Señales de control de apertura y cierre de los transistores de la etapa de potencia.

G1, G2: Señales de control de puerta de los transistores de la etapa de control, aisladas galvánicamente del control de alto nivel.

T1, T2: Terminales de potencia del interruptor bidireccional.

5 Figura 3: Vista lateral del interruptor bidireccional inteligente y modular, mostrando sus dimensiones principales y sus tres niveles de realización.

PCB1: Circuito impreso con el PIC, los controladores (*drivers*) de puerta y los optoacopladores (PCB, Printed Circuit Board).

PCB2: Circuito impreso con el convertidor DC/DC de las fuentes de tensión flotantes.

10 IMS: Substrato de base metálica aislada con la etapa de potencia, dispositivos de protección y resistencias de puerta.

T1, T2: Terminales de potencia del interruptor bidireccional.

15 Figura 4: Vista superior de un esquema del substrato IMS del interruptor bidireccional, mostrando sus principales dimensiones.

Figura 5: Oscilograma mostrando la evolución de las señales de control del interruptor bidireccional cuando el signo de la corriente es positivo ($I_{sign}=5V$).

20 Cuando la señal I_n pasa inicialmente de 0 a 5V (cierre del interruptor bidireccional), la estrategia de conmutación programada en el PIC hace que la tensión puerta-emisor del IGBT S1 ($V_{GE(S1)}$) pase de -15V a +15V 3 μ s más tarde, mientras que la de S2 ($V_{GE(S2)}$) lo hace 6 μ s más tarde.

25 Cuando la señal I_n pasa de 5V a 0 (apertura del interruptor bidireccional), la estrategia de conmutación programada en el PIC hace que la tensión puerta-emisor del IGBT S2 ($V_{GE(S2)}$) pase de +15V a -15V 2 μ s más tarde, mientras que la de S1 ($V_{GE(S1)}$) lo hace 5 μ s más tarde.

30 Figura 6: Oscilograma mostrando la evolución de las señales de control del interruptor bidireccional cuando el signo de la corriente es negativo ($I_{sign}=0V$).

35 Cuando la señal I_n pasa inicialmente de 0 a 5V (cierre del interruptor bidireccional), la estrategia de conmutación programada en el PIC hace que la tensión puerta-emisor del IGBT S2 ($V_{GE(S2)}$) pase de -15V a +15V 3 μ s más tarde, mientras que la de S1 ($V_{GE(S1)}$) lo hace 6 μ s más tarde.

5 Cuando la señal I_n pasa de 5V a 0 (apertura del interruptor bidireccional), la estrategia de conmutación programada en el PIC hace que la tensión puerta-emisor del IGBT S1 ($V_{GE(S1)}$) pase de +15V a -15V $2\mu s$ más tarde, mientras que la de S2 ($V_{GE(S2)}$) lo hace $5\mu s$ más tarde.

Figura 7: Característica estática tensión – corriente del interruptor bidireccional.

10 Cuando la señal de control es $I_n=0V$, el interruptor no permite el paso de corriente en ninguno de los dos sentidos.

Cuando la señal de control es $I_n=5V$, la corriente fluye a través del IGBT S1 y del diodo D2 o del IGBT S2 y del diodo D1, en función del signo de la tensión aplicada.

15 Figura 8: Esquema del circuito de test usado para demostrar el funcionamiento conjunto de dos interruptores bidireccionales inteligentes.

V: Tensión externa aplicada.

L_L : Inductancia de carga.

V_{IBD-A} : Caída de tensión del interruptor IBD-A.

20 V_{IBD-B} : Caída de tensión del interruptor IBD-B.

I_{IBD-A} : Corriente a través del interruptor IBD-A.

I_{IBD-B} : Corriente a través del interruptor IBD-B.

25 Figura 9: Oscilograma mostrando la evolución de las principales variables de los interruptores bidireccionales de la Figura 8 durante un bloqueo “duro” del IGBT activo del IBD-A, con 10A de corriente y una tensión aplicada de 300V. Se muestra la señal de control de puerta G1 como referencia.

30 Puede apreciarse la extinción de la corriente del IBD-A (I_{IBD-A}) en unos 100ns mientras la del IBD-B (I_{IBD-B}) toma el relevo y pasa de 0 a 10A. La caída de tensión del IBD-A (V_{IBD-A}) pasa del valor de conducción (unos 3V) hasta los 300V cuando el interruptor bidireccional está bloqueado, con un pequeño sobrepico debido a las inductancias parásitas.

35 Figura 10: Oscilograma mostrando la evolución de las principales variables de los interruptores bidireccionales de la Figura 8 durante una puesta en conducción “dura”

del IGBT activo del IBD-A, con 10A de corriente y una tensión aplicada de 300V. Se muestra la señal de control de puerta G1 como referencia.

5 Puede apreciarse el aumento de la corriente del IBD-A (I_{IBD-A}) en unos 50ns mientras la del IBD-B (I_{IBD-B}) pasa de 10A a 0. Se observa un pico de sobrecorriente debido a las características dinámicas de los diodos. La caída de tensión del IBD-A (V_{IBD-A}) pasa de 300V cuando está bloqueado inicialmente hasta el valor de conducción (unos 3V).

EJEMPLO DE REALIZACIÓN DE LA INVENCION

10 Ejemplo de realización: Interruptor bidireccional modular inteligente sobre sustrato de base metálica aislada y tecnología de integración híbrida.

El diagrama de bloques del IBD modular propuesto en la Figura 1 se ha realizado como muestra la Figura 2. El objetivo de este prototipo ha sido demostrar la viabilidad y las ventajas de la invención. Como criterio general de diseño se ha intentado realizar un sistema lo más compacto posible, basado en tecnología híbrida de montaje, combinando componentes SMD y chips con *wire-bonding*. La estructura básica del IBD se ha dividido en tres niveles: una placa PCB (Printed Circuit Board) con los circuitos de control, aislamiento y *controladores* (PCB1), una segunda placa PCB donde se encuentra la alimentación flotante (PCB2) y, finalmente, un sustrato IMS (*Insulated Metal Substrate*) con la etapa de potencia y los dispositivos de protección. La Figura 3 muestra un esquema del IBD modular fabricado, visto de perfil, con sus dimensiones más representativas y la disposición de los tres niveles mencionados. Como puede observarse, los terminales T1 y T2 están soldados a las pistas correspondientes del IMS y atraviesan las placas PCB1 y PCB2 para permitir la conexión superior de las líneas de potencia. En las versiones definitivas de los IBDs, las señales de control partirían desde las placas PCB también hacia la parte superior, alejadas de T1 y T2. Esta configuración permite una fácil conexión del IBD en una placa PCB en la parte superior que contendría el layout del convertidor, mientras que por debajo, la base de los sustratos IMS de todos los IBDs se atornillaría a un radiador o sistema de refrigeración. En los prototipos realizados hasta ahora, las señales de control y la alimentación Vcc se cablean directamente en la placa PCB que corresponda. En las versiones definitivas, también se protegerán todos los componentes y circuitos con los encapsulantes adecuados (epoxy u otros).

35

Por otra parte, la Figura 4 muestra un esquema con la vista superior de la etapa de potencia sobre el sustrato IMS. Este presenta dos orificios de 3mm de diámetro para permitir la fijación del módulo sobre un radiador. Eléctricamente, la etapa de potencia se basa en la combinación de 2 IGBTs (Ixys IXGD 24N60A) y 2 FRDs (Ixys DWEP 25-06), todos ellos de 600V de tensión de ruptura y en formato chip, soldados sobre las pistas de cobre del sustrato IMS. Las conexiones superiores (puerta y emisor del IGBT y ánodo del FRD) se han realizado con hilo de aluminio de 127 μm de diámetro (*wire-bonding*). La configuración de los IGBTs es en emisor común (como se puede apreciar en las Figuras 2 y 4), lo que simplifica las conexiones con la PCB1 (que contiene los controladores de puerta) y permite además disminuir el número de fuentes de alimentación flotantes para aplicar tensiones entre puerta y emisor negativas. En la etapa de potencia se han colocado también dos supresores de sobretensiones (TransZorb SMBJ24CA de General Semiconductor) entre puerta y emisor (Dz1 y Dz2 en la Figura 2), más las dos resistencias de puerta de los IGBTs (Rg1 y Rg2), todos ellos en formato SMD. Finalmente, se han soldado los 2 terminales de potencia (T1 y T2) y los 4 terminales de señal que permiten la interconexión con PCB1, en particular de las tensiones de salida de los controladores hacia la puerta y el emisor de cada IGBT. Cabe señalar que se ha habilitado una conexión del emisor de cada IGBT hacia el controlador (driver), separada del camino de la corriente principal del dispositivo, lo que reduce el peligro de picos indeseados en la tensión de puerta.

El control local en este caso concreto lo realizó un microcontrolador tipo PIC (Microchip PIC12F675) montado en la PCB1. Para el desarrollo de los prototipos del IBD, este componente se ha usado en encapsulado *through hole* DIL-8, aunque las versiones definitivas contarán con un encapsulado SMD. En los citados prototipos, el PIC recibe la señal de control de cierre y apertura del IBD (In), así como la señal representativa del signo de la corriente del módulo (Isign) desde el control de alto nivel, ambas entre 0 y 5V. Junto al PIC se ha montado también un oscilador de cuarzo de 20MHz, necesario para el funcionamiento del reloj interno a una frecuencia lo suficientemente elevada. El programa introducido en el microcontrolador, ejecuta una estrategia de conmutación de 4 pasos que tan sólo requiere las dos señales antes mencionadas. Dos pines de salida del PIC se destinan a las señales de activación de las puertas de los IGBTs (O1 y O2). Los retardos entre estas señales se determinan y se programan en el PIC en función del tipo de dispositivo de potencia utilizado y en concreto, de sus tiempos de conmutación. Las señales O1 y O2 se envían hacia los dispositivos de aislamiento. En el caso que nos ocupa, se ha utilizado un componente

(Agilent HCPL-J312) que combina un optoacoplador y un controlador de puerta para IGBTs y MOSFETs. Así pues, las resistencias R1 y R2 fijan la corriente de entrada a los diodos del optoacoplador, mientras que los condensadores de desacoplo C1 y C2 estabilizan las tensiones de alimentación cuando se suministran los picos de corriente necesarios para cargar y descargar las capacidades de entrada de los IGBTs. A la salida de ambos controladores, encontramos las señales G1 y G2 que se conectan a las puertas de los IGBTs a través de las resistencias Rg1 y Rg2. Estas resistencias son de gran importancia pues determinan la rapidez de conmutación de los transistores y como se ha mencionado anteriormente, se han situado sobre el substrato IMS en formato SMD. En las Figuras 5 y 6 pueden verse los oscilogramas que demuestran el funcionamiento básico de la estrategia de conmutación programada. En la Figura 5, el signo de la corriente es positivo ($I_{sign}=5V$) y puede observarse cómo la tensión puerta-emisor del IGBT S1 se activa y se desactiva $3\ \mu s$ antes y después respectivamente que la tensión puerta-emisor de S2. También puede verse cómo se debe respetar un cierto retardo entre los frentes de subida y bajada de la señal de control In y las tensiones de activación de los IGBTs. Cuando el signo de la corriente es negativo ($I_{sign}=0V$), los papeles de S1 y S2 se invierten, como puede observarse en la Figura 6.

En la placa PCB2 se han acomodado las fuentes de alimentación flotantes que alimentan los *drivers*. Se han experimentado varios tipos de fuentes, aunque todas ellas se basan en convertidores DC/DC de alta densidad de integración (por ejemplo los TDS0515D de Traco). La elección de la etapa de potencia del IBD en configuración de emisor común, permite tener una referencia común a los circuitos de control de los transistores (Ref2). De este modo, con un convertidor que proporcione dos tensiones de salida (V_{cc1} y $-V_{cc2}$), se pueden aplicar tensiones positivas y negativas entre puerta y emisor de ambos IGBTs, conectando las líneas de alimentación de los *drivers* tal como muestra la Figura 2. En nuestro caso, $V_{cc1}=15V$ y $-V_{cc2}=-15V$, ambas tensiones referenciadas a Ref2. Puede observarse también, cómo el convertidor DC/DC debe garantizar el aislamiento galvánico entre la fuente de alimentación de la etapa de control de alto nivel (V_{cc} con referencia Ref1) y las tensiones de alimentación de los *drivers*. En la placa PCB2 se han montado también los condensadores de desacoplo tanto de la alimentación V_{cc} como de V_{cc1} y $-V_{cc2}$.

Para verificar el correcto funcionamiento eléctrico del IBD modular propuesto, se han realizado ensayos estáticos y dinámicos. La Figura 7 muestra las curvas

características estáticas de corriente del IBD frente a la caída de tensión del mismo a 25°C. Cuando la señal de control I_n se activa ($I_n=5V$), el IBD permite el paso de corriente en ambos sentidos y la caída de tensión en sus bornes corresponde a la suma de la caída del IGBT más la del FRD activos. Con los dispositivos que se han
5 utilizado en el prototipo presentado, la caída de tensión alcanza los 3.8V a 20A. Cuando $I_n=0V$, los IGBTs están en corte, por el IBD no circula corriente en ningún sentido y la tensión aplicada al mismo es soportada por los FRDs, hasta que se alcance su tensión de ruptura. A nivel dinámico, los IBDs funcionando en un CM con carga inductiva (el caso más usual a nivel práctico) presentan tan sólo dos tipos
10 distintos de conmutaciones desde el punto de vista del comportamiento de los dispositivos de potencia. Cualesquiera que sean el número de fases de entrada y de salida, estos dos tipos de conmutaciones se pueden reproducir en un CM con dos fases de entrada y una de salida, con dos IBDs en total, tal y como se muestra en la Figura 8. Se ha realizado un circuito de comprobación en estas condiciones y las
15 Figuras 9 y 10 muestran los oscilogramas de las principales variables durante procesos de conmutación a 10A de corriente y 300V de tensión en bordes de los IBDs. En ambas figuras se muestra como referencia la señal de control G1 a la salida del *driver* que controla el IGBT activo del IBD-A. En la Figura 8 se produce un bloqueo “duro” (hard turn-off) del IGBT activo del IBD estudiado (el IBD-A). Puede observarse
20 cómo la corriente que circulaba inicialmente por el IBD-A se transfiere al IBD-B. En la Figura 9 se aprecia un proceso de cierre duro (hard turn-on) del IGBT activo del IBD-A que completa el proceso de verificación.

REIVINDICACIONES

1. Método, o procedimiento, de fabricación de un interruptor modular e inteligente, bidireccional en corriente y tensión eléctrica. Está compuesto por:

- 5
- a) Fuentes de alimentación eléctrica flotantes (convertidores DC/DC).
 - b) Circuitos de control local.
 - c) Circuitos de aislamiento y controladores (también denominados comúnmente "drivers") de puerta.
 - d) Dispositivos de protección.
 - e) Dispositivo de potencia del interruptor bidireccional.

10

Con las debidas conexiones eléctricas entre las partes y con terminales de entrada y salida de tensión y corriente eléctrica.

2. Método, o procedimiento, de fabricación de un interruptor modular e inteligente, bidireccional en corriente y tensión eléctrica con un diseño nuevo que facilita al máximo, la implementación de convertidores matriciales (u otros convertidores de potencia como los multinivel), su inteligencia (posee integrados los circuitos de control), su robustez (posee integrados los circuitos de protección y aislamiento galvánico) y su modularidad.

20

3. Método, o procedimiento, de fabricación de un interruptor modular e inteligente, bidireccional en corriente y tensión eléctrica, descrito en las reivindicaciones 1 y 2, que se caracteriza por:

- 25
- a) Integrar la etapa de potencia necesaria (combinaciones de interruptores controlados como IGTs o RB-IGBTs, rectificadores no controlados, etc.) para garantizar la bidireccionalidad en tensión y en corriente junto con los circuitos y algoritmos de control y protección necesarios para una conmutación segura y robusta de los citados interruptores (incluyendo la estrategia de conmutación de corriente, los controladores de puerta de los interruptores, etc.).
 - 30 b) Integrar los circuitos de protección necesarios para aumentar la robustez ante posibles fallos (supresores de picos de tensión, etc.).
 - c) Integrar las fuentes de tensión flotantes necesarias para el funcionamiento correcto de los circuitos de control, así como el aislamiento galvánico necesario entre distintas etapas de control y potencia.
 - 35 d) Modularidad, que permite una fácil combinación con otros elementos o partes similares, con el fin elaborar circuitos tan complejos como los

convertidores matriciales, así como hacer posible la reparación fácil de los convertidores, substituyendo un módulo por otro.

4. Método, o procedimiento, y fabricación de un interruptor modular e inteligente,
5 bidireccional en corriente y tensión eléctrica, con cualquiera de las características descritas en las reivindicaciones 1, 2 y 3, en donde el interruptor modular y bidireccional pueda diferir del descrito en esta Memoria, en cuanto al número de módulos o naturaleza de los demás elementos formantes.
- 10 5. Método, o procedimiento, y fabricación de un interruptor modular e inteligente, bidireccional en corriente y tensión eléctrica, con cualquiera de las características descritas en todas las reivindicaciones anteriores que pueda resultar de una futura evolución en la electrónica de las fuentes de alta potencia.
- 15 6. Cualquier interruptor modular e inteligente, bidireccional en corriente y tensión eléctrica, diseñado según se describe en la reivindicación 1 y que presente las características mencionadas en las reivindicaciones 2, 3, 4 y 5.
- 20 7. Cualquier interruptor modular e inteligente, bidireccional en corriente y tensión eléctrica, reivindicado en 1, 2, 3, 4, 5 y 6 que formen parte o sea elemento constituyente de convertidores matriciales de potencia, de circuitos de control digital o de cualesquiera dispositivo de potencia que gestione el flujo de potencia eléctrica entre una fuente primaria de energía eléctrica y una determinada carga o impedancia eléctrica.

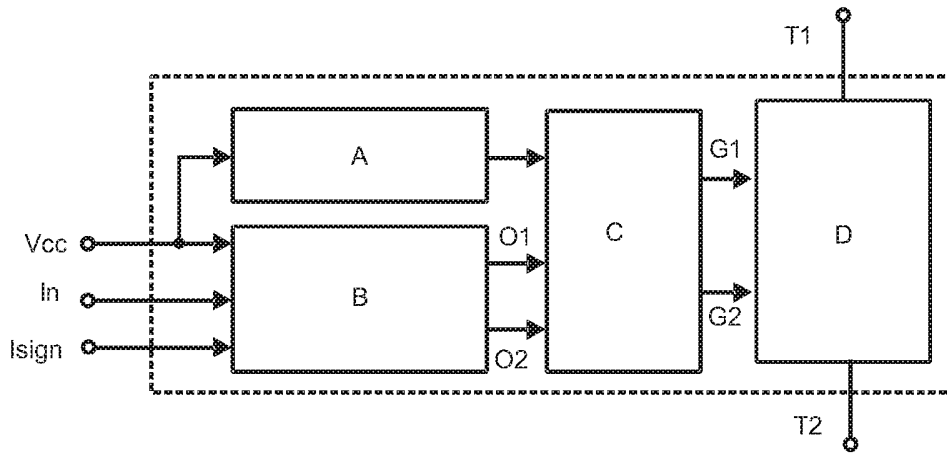


Figura 1

5

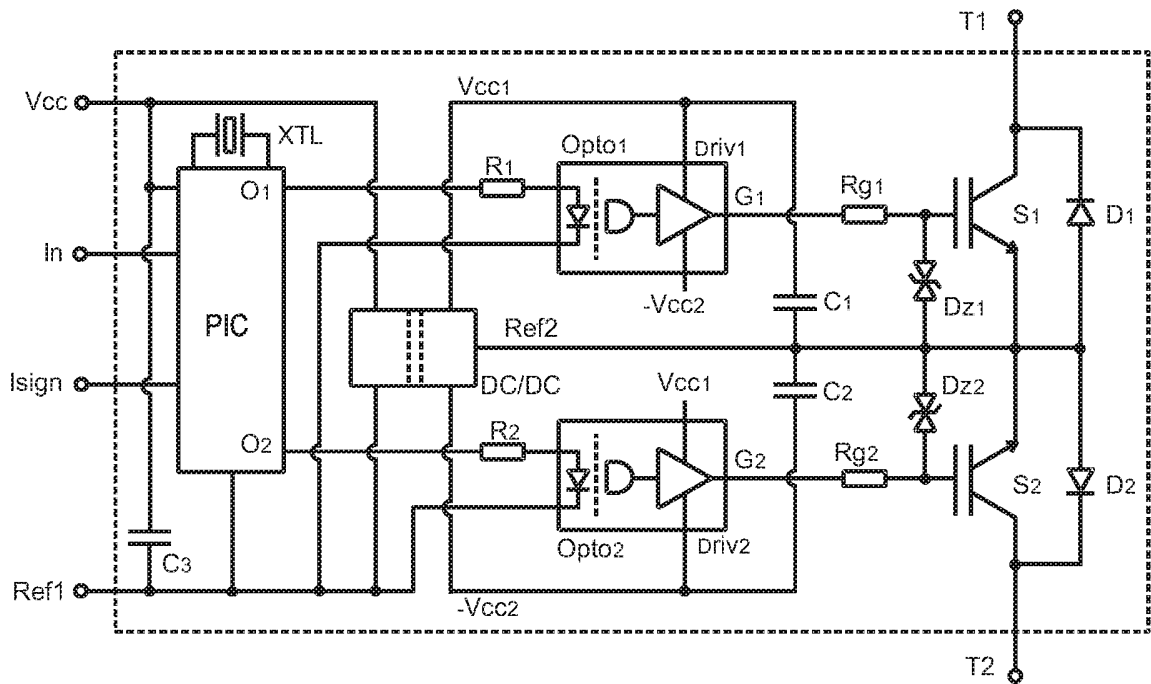
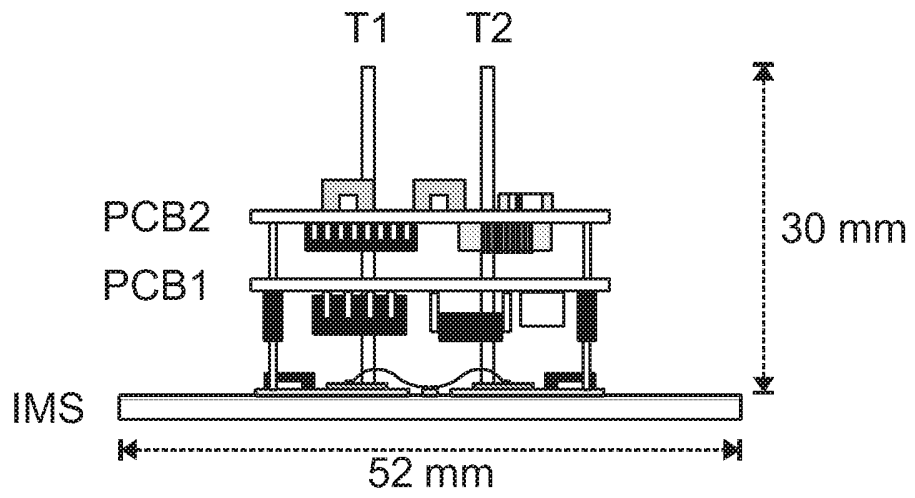


Figura 2

10

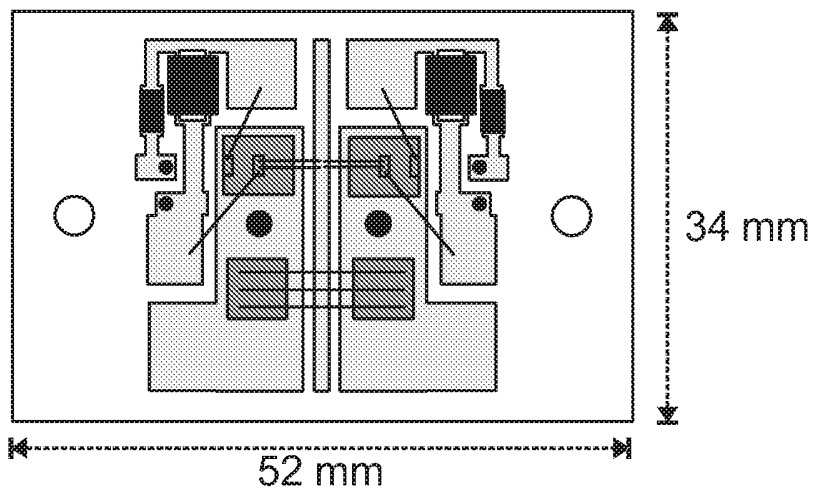
2/5



5

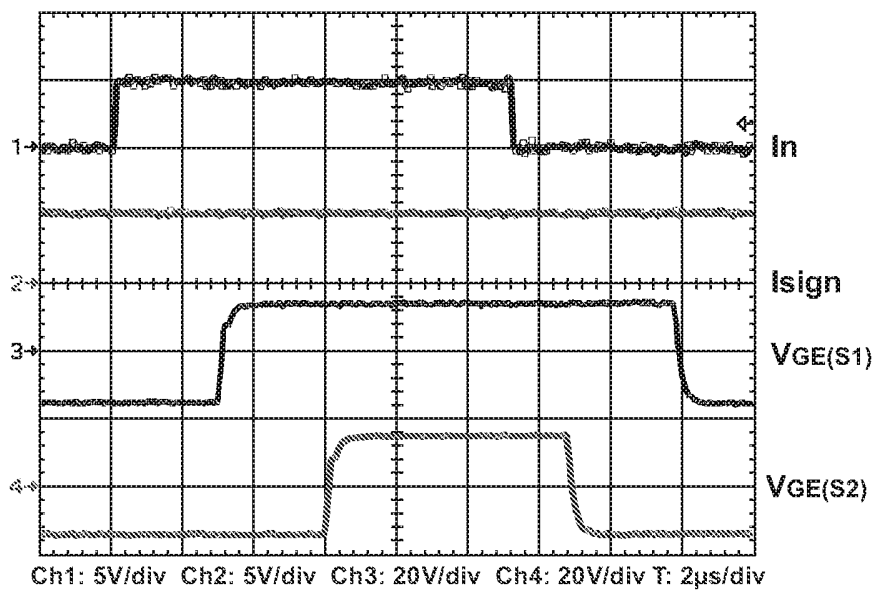
Figura 3

10



15

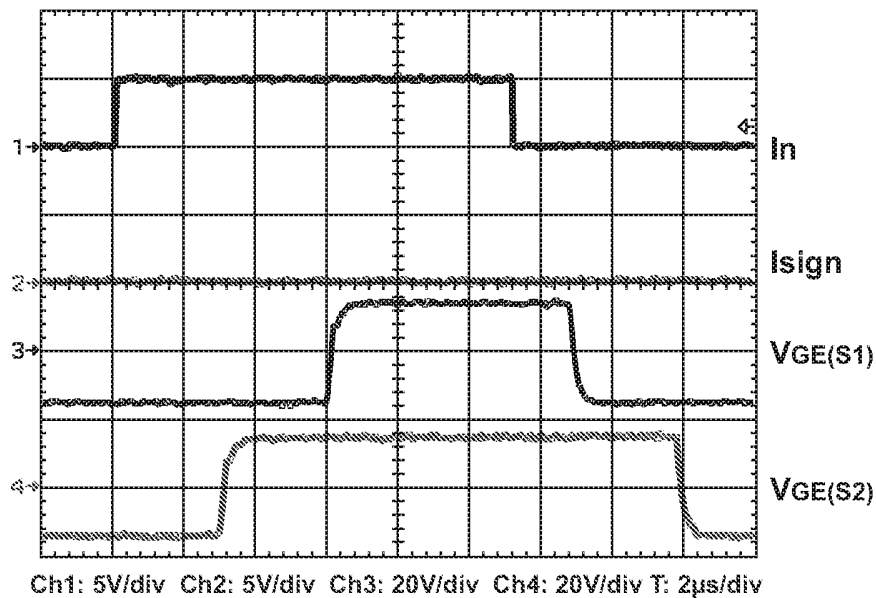
Figura 4



5

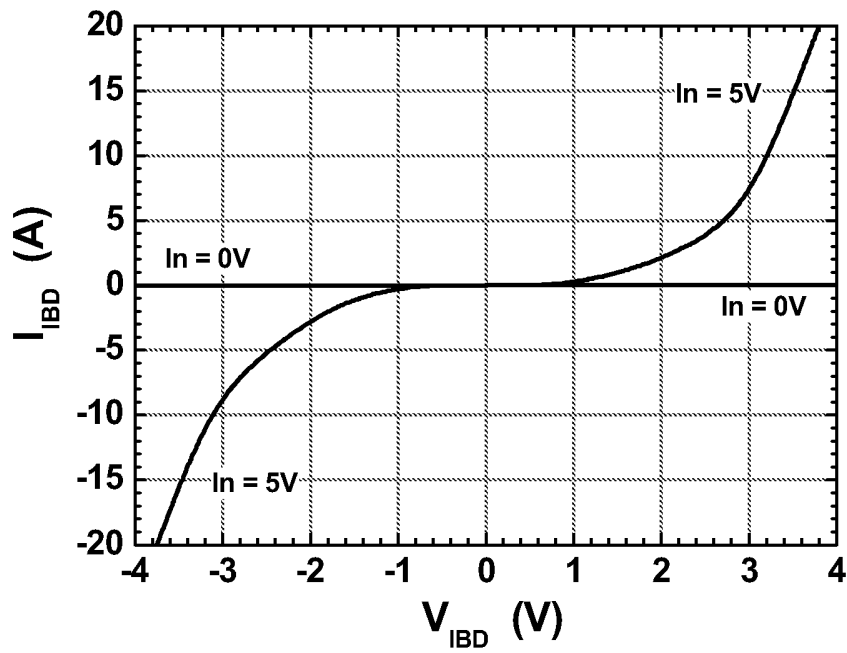
Figura 5

10



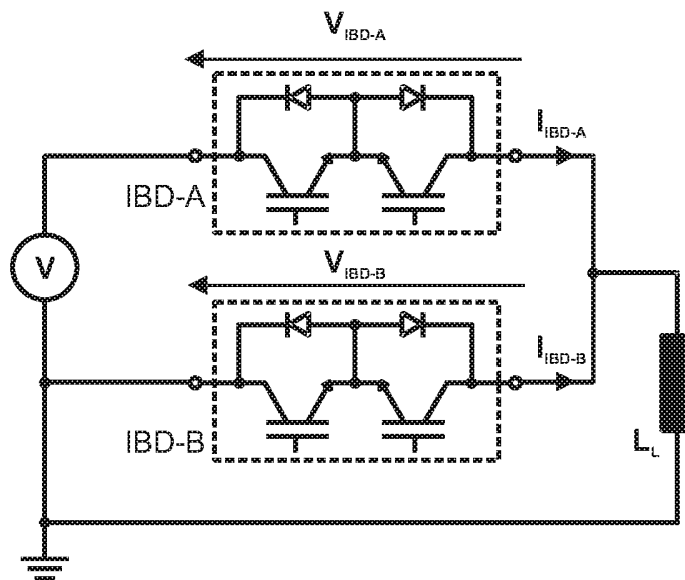
15

Figura 6



5

Figura 7



10

Figura 8

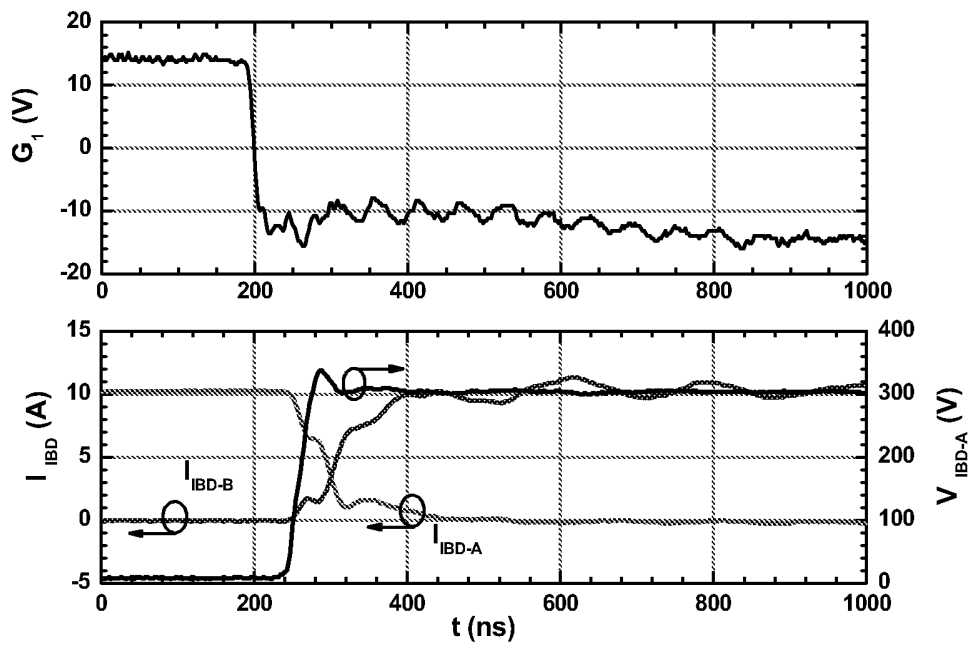


Figura 9

5

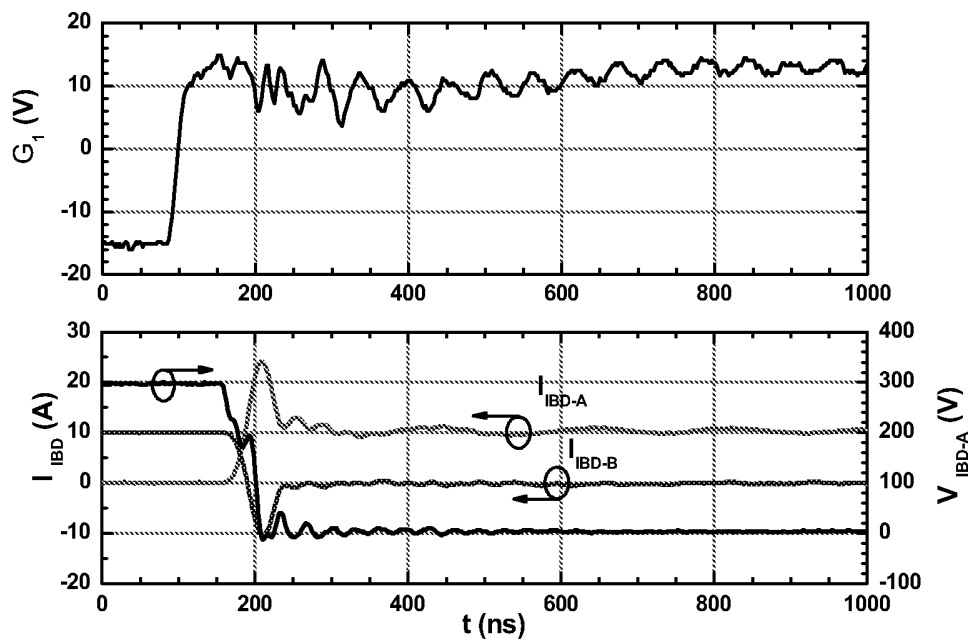


Figura 10

10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ ES 2007/070084

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 1/096 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02M1/096, H01L25/18, H02M5/293

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CIBEPAT, EPODOC, WPI, XPESP, XPAIP, NPL, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Allaith, N.A.; Grant, D.A."Intelligent power modules for voltage-fed converter drives", Electrical and Computer Engineering, 2000 Canadian Conference on Volume 2, 7-10 March 2000 Page(s):918 - 921 vol. 2 [online] [retrieved on 10.07.2007]. Retrieved from the internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/6844/18402/00849599.pdf?tp=&arnumber=849599&isnumber=18402>	1-7

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance.

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure use, exhibition, or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 July 2007 (20.07.2007)

Date of mailing of the international search report

(20/08/2007)

Name and mailing address of the ISA/
O.E.P.M.Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.
Facsimile No. 34 91 3495304

Authorized officer

J. Botella Maldonado

Telephone No. +34 91 349 53 82

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/ES 2007/070084

C (continuation).

DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of documents, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	<p>Empringham, L.Wheeler, P.W.; Clare, J.C.."Matrix converter bi-directional switch commutation using intelligent gate drives", Power Electronics and Variable Speed Drives, 1998. Seventh International Conference on (IEE Conf. Publ. No. 456) 21-23 Sept. 1998 Page(s):626 - 631[on line][retrieved on 10.07.2007]. Retrieved from the internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel4/5922/15780/00732130.pdf?tp=&arnumber=732130&isnumber=15780></p>	1-7
A	<p>Chamund, D.; Findlay, W.; Birkett, K.."Bi-directional switch packaging for higher power matrix converters", Matrix Converters, IEE Seminar on (Digest No. 2003/10100) 1 April 2003 Page(s):2/1 - 2/5 [on line][retrieved on 10.07.2007]. Retrieved from the internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/9105/28883/01300100.pdf?tp=&arnumber=1300100&isnumber=28883></p>	

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº
PCT/ ES 2007/070084

A. CLASIFICACIÓN DEL OBJETO DE LA SOLICITUD

H02M 1/096 (2006.01)

De acuerdo con la Clasificación Internacional de Patentes (CIP) o según la clasificación nacional y CIP.

B. SECTORES COMPRENDIDOS POR LA BÚSQUEDA

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

H02M1/096, H01L25/18, H02M5/293

Otra documentación consultada, además de la documentación mínima, en la medida en que tales documentos formen parte de los sectores comprendidos por la búsqueda

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

CIBEPAT, EPODOC, WPI, XPESP, XPAIP, NPL, INSPEC

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
Y	<p>Allaith, N.A.; Grant, D.A.."Intelligent power modules for voltage-fed converter drives", Electrical and Computer Engineering, 2000 Canadian Conference on Volume 2, 7-10 March 2000 Page(s):918 - 921 vol. 2 [en línea] [recuperado el 10.07.2007]. Recuperado de internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/6844/18402/00849599.pdf?tp=&arnumber=849599&isnumber=18402></p>	1-7

En la continuación del Recuadro C se relacionan otros documentos Los documentos de familias de patentes se indican en el Anexo

* Categorías especiales de documentos citados:	“T” documento ulterior publicado con posterioridad a la fecha de presentación internacional o de prioridad que no pertenece al estado de la técnica pertinente pero que se cita por permitir la comprensión del principio o teoría que constituye la base de la invención.
“A” documento que define el estado general de la técnica no considerado como particularmente relevante.	“X” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse nueva o que implique una actividad inventiva por referencia al documento aisladamente considerado.
“E” solicitud de patente o patente anterior pero publicada en la fecha de presentación internacional o en fecha posterior.	“Y” documento particularmente relevante; la invención reivindicada no puede considerarse que implique una actividad inventiva cuando el documento se asocia a otro u otros documentos de la misma naturaleza, cuya combinación resulta evidente para un experto en la materia.
“L” documento que puede plantear dudas sobre una reivindicación de prioridad o que se cita para determinar la fecha de publicación de otra cita o por una razón especial (como la indicada).	“&” documento que forma parte de la misma familia de patentes.
“O” documento que se refiere a una divulgación oral, a una utilización, a una exposición o a cualquier otro medio.	
“P” documento publicado antes de la fecha de presentación internacional pero con posterioridad a la fecha de prioridad reivindicada.	

Fecha en que se ha concluido efectivamente la búsqueda internacional.

20 Julio 2007 (20.07.2007)

Fecha de expedición del informe de búsqueda internacional

20 de agosto de 2007 (20/08/2007)

Nombre y dirección postal de la Administración encargada de la búsqueda internacional O.E.P.M.

Paseo de la Castellana, 75 28071 Madrid, España.
Nº de fax 34 91 3495304

Funcionario autorizado

J. Botella Maldonado

Nº de teléfono +34 91 349 53 82

INFORME DE BÚSQUEDA INTERNACIONAL

Solicitud internacional nº

PCT/ES 2007/070084

C (continuación). DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES		
Categoría*	Documentos citados, con indicación, si procede, de las partes relevantes	Relevante para las reivindicaciones nº
Y	<p>Empringham, L.Wheeler, P.W.; Clare, J.C.."Matrix converter bi-directional switch commutation using intelligent gate drives", Power Electronics and Variable Speed Drives, 1998. Seventh International Conference on (IEE Conf. Publ. No. 456) 21-23 Sept. 1998 Page(s):626 - 631[en línea][recuperado el 10.07.2007].</p> <p>Recuperado de internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel4/5922/15780/00732130.pdf?tp=&arnumber=732130&isnumber=15780></p>	1-7
A	<p>Chamund, D.; Findlay, W.; Birkett, K.."Bi-directional switch packaging for higher power matrix converters", Matrix Converters, IEE Seminar on (Digest No. 2003/10100) 1 April 2003 Page(s):2/1 - 2/5 [en línea][recuperado el 10.07.2007].</p> <p>Recuperado de internet: <URL:http://ieeexplore.ieee.org/iel5/9105/28883/01300100.pdf?tp=&arnumber=1300100&isnumber=28883></p>	