

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 774 527**

51 Int. Cl.:

H03K 17/0412 (2006.01)

H01L 23/485 (2006.01)

H03K 17/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.08.2017 E 17187857 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2020 EP 3288185**

54 Título: **Aparato de conmutación eléctrica con un dispositivo de interconexión eléctrica mejorado**

30 Prioridad:

26.08.2016 FR 1657958

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

21.07.2020

73 Titular/es:

**ALSTOM TRANSPORT TECHNOLOGIES (100.0%)
48, rue Albert Dhalenne
93400 Saint-Ouen, FR**

72 Inventor/es:

**AL KAYAL, FISAL y
DETONGRE, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 774 527 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato de conmutación eléctrica con un dispositivo de interconexión eléctrica mejorado

5 **[0001]** La invención se refiere a un aparato de conmutación eléctrica con un dispositivo de interconexión eléctrica mejorado.

[0002] Existen aparatos de conmutación eléctrica en el campo de la electrónica de potencia, que incluyen transistores de potencia y un dispositivo de control de encendido de estos transistores adaptado para emitir una señal
10 de control mediante una o más interfaces de salida. Se conocen en concreto dichos aparatos que comprenden transistores de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico, conocidos por el acrónimo MOSFET, y están fabricados de carburo de silicio. Es posible que estos transistores de potencia estén agrupados en pares dentro de un componente de potencia o una unidad de alimentación.

15 **[0003]** En aplicaciones como convertidores de potencia, los diferentes transistores de potencia distribuidos en los componentes de potencia deben controlarse de forma sincrónica entre sí. Es deseable que el dispositivo de control de encendido incluya una interfaz de salida, o "output voltage buffer" en inglés, específica para cada uno de los transistores de potencia. El uso de una interfaz de salida específica para cada uno de estos transistores permite obtener un rendimiento de control satisfactorio.

20 **[0004]** Sin embargo, esta solución tiene la desventaja de resultar extremadamente costosa. Además, ocupa mucho espacio. La integración física de un dispositivo de control de encendido que comprende varias interfaces de salida es, por lo tanto, extremadamente difícil, si no imposible, para aplicaciones que requieren un convertidor de potencia en miniatura con un volumen reducido.

25 **[0005]** Para superar este inconveniente, es conocido que se utiliza una única interfaz de salida que es común a varios componentes de potencia controlados en paralelo. De este modo, los respectivos transistores de potencia están conectados en paralelo entre sí al dispositivo de control de encendido, por medio de varios cables o pistas conductoras de electricidad. Tal solución se describe, por ejemplo, en la solicitud de patente FR2990312A1 o en la
30 solicitud US 2013/0200929A1.

[0006] Sin embargo, este dispositivo conocido no es del todo satisfactorio. Para que los diferentes transistores se controlen de forma sincronizada entre sí, es imperativo que los cables o pistas conductoras de electricidad tengan la misma longitud. Por lo tanto, los transistores de potencia deben colocarse equidistantes de la interfaz de salida.
35 Esto complica la disposición de los diferentes componentes del dispositivo de conmutación eléctrica. Además, esto requiere que la interfaz de salida esté ubicada lo suficientemente lejos de los diversos componentes de potencia como para dejar suficiente espacio para la disposición de los cables o pistas conductoras de electricidad, lo que da lugar a un aumento de la inductancia eléctrica parásita debido al cableado. La presencia de tal inducción parasitaria puede provocar una oscilación incontrolada de la señal de control suministrada por el dispositivo de control de encendido y
40 causar un mal funcionamiento del aparato de conmutación eléctrica o incluso daños irreversibles en él.

[0007] Es a estos inconvenientes a los que la invención más particularmente intenta poner remedio proponiendo un aparato de conmutación eléctrica que tiene un requisito de espacio controlado y un coste de fabricación razonable, a la vez que permite un control de encendido fiable y satisfactorio de los transistores de potencia.

45 **[0008]** Para este propósito, la invención se refiere a un aparato de conmutación eléctrica, que comprende:

- al menos dos componentes de potencia, cada uno de ellos incluye primeros y segundos transistores de potencia,
- un dispositivo de control de encendido de los transistores, configurado para emitir una primera señal de control a
50 cada uno de los primeros transistores y una segunda señal de control a cada uno de los segundos transistores,
- un dispositivo de interconexión eléctrica que conecta el dispositivo de control de encendido a los componentes de potencia para transmitir la primera y la segunda señales de control al primer y al segundo transistor,

en el que el dispositivo de interconexión comprende una pluralidad de placas conductoras de electricidad que se
55 extienden en paralelo, cada una de dichas placas conductoras de electricidad está conectada entre un electrodo de control de uno de los primeros o segundos transistores de potencia y una salida correspondiente del dispositivo de control de encendido,

en el que cada primer transistor de potencia tiene un primer y un segundo electrodo de control, cada segundo transistor de potencia tiene un tercer y un cuarto electrodo de control y el dispositivo de interconexión eléctrica tiene una primera,
60 segunda, tercera y cuarta placa conductora de electricidad que conecta el primer, el segundo, el tercero y el cuarto electrodos de control a las respectivas salidas del dispositivo de control de encendido, respectivamente, en el que la primera y la segunda placas conductoras de electricidad tienen una forma idéntica y se superponen entre sí,

en el que la tercera y cuarta placas conductoras de electricidad tienen una forma idéntica y se superponen entre sí,
65 y en el que las placas conductoras de electricidad se apilan entre sí, la primera y segunda placas conductoras de la

electricidad se intercalan lateralmente con respecto a la tercera y la cuarta placas conductoras de electricidad para superponerse con estas tercera y cuarta placas conductoras de electricidad solo a nivel de un área de solapamiento.

5 **[0009]** Gracias a la invención, las placas conductoras de electricidad del dispositivo de interconexión minimizan la inductancia parásita del cableado, mientras conectan eléctricamente los componentes de potencia a la misma interfaz de salida del dispositivo de control de encendido de manera compacta.

10 **[0010]** Según unos aspectos ventajosos pero no obligatorios de la invención, dicho aparato de conmutación eléctrica puede incorporar una o varias de las características siguientes, tomadas en cualquier combinación técnicamente admisible:

- La primera y segunda placas conductoras de electricidad se colocan a ambos lados de un primer soporte de aislamiento eléctrico y la tercera y cuarta placas conductoras se colocan a cada lado de un segundo soporte de aislamiento eléctrico.
- 15 - El área de solapamiento tiene un área inferior o igual a menos del 5%, preferentemente inferior o igual al 2% de la superficie de una de las placas conductoras de electricidad.
- Cada una de las placas conductoras de electricidad tiene un área superior o igual a 1 cm² e inferior o igual a 10 cm².
- 20 - Las placas conductoras de electricidad son de metal, por ejemplo cobre.
- El primer y segundo transistores de potencia son transistores de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico o transistores bipolares de puerta aislada o transistores bipolares.

25 **[0011]** La invención se comprenderá mejor y otras ventajas de la misma se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la siguiente descripción de un modo de realización de un aparato de conmutación eléctrica dado únicamente a título de ejemplo y que se refiere a los dibujos anexos en los que:

- la figura 1 es una ilustración esquemática de un aparato de conmutación eléctrica según una primera realización de la invención;
- 30 - la figura 2 es una ilustración esquemática, en una vista detallada, de un dispositivo de interconexión eléctrica del aparato de conmutación eléctrica de la figura 1;
- la figura 3 es una ilustración esquemática de un aparato de conmutación eléctrica según una segunda realización de la invención;
- la figura 4 es una ilustración esquemática, en una vista detallada, de un dispositivo de interconexión eléctrica del aparato de conmutación eléctrica de la figura 3.

35 **[0012]** Las figuras 1 y 2 representan una primera realización de un aparato de conmutación eléctrica 1.

40 **[0013]** El aparato 1 comprende un dispositivo de control de encendido 2, un dispositivo de interconexión 3 y al menos dos componentes de potencia 4 y 5.

45 **[0014]** Cada uno de los componentes de potencia 4 y 5 incluye un primer y un segundo transistor de potencia. En este ejemplo, los transistores de potencia son transistores de efecto de campo de semiconductor de óxido metálico, conocidos con el acrónimo MOSFET para "Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor" en inglés. Estos transistores de potencia son de carburo de silicio.

[0015] Como variante, el primer y segundo transistores de potencia son transistores bipolares de puerta aislada, o transistores bipolares, o cualquier otro transistor de tecnología de semiconductores.

50 **[0016]** El primer y el segundo transistores de potencia del primer componente de potencia 4 se indican respectivamente como 41 y 42. Los transistores primero y segundo del componente de potencia 5 se indican respectivamente como 51 y 52. En este ejemplo, los primeros transistores 41, 51 y los segundos transistores 42, 52 de cada uno de los componentes 4 y 5 son idénticos entre sí.

55 **[0017]** El dispositivo de encendido 2 está configurado para emitir una primera señal de control a cada uno de los primeros transistores 41 y 51 y para emitir una segunda señal de control a cada uno de los segundos transistores 42 y 52, para controlar estos transistores en paralelo y manera sincronizada

60 **[0018]** Aquí, el dispositivo de encendido 2 tiene un circuito de control de encendido 21 y una interfaz de salida 22 de una señal de control de encendido. La interfaz de salida 22 está conectada al circuito de control de encendido 21. La primera y la segunda señal de control son generadas por el circuito de control 21 y son transmitidas a los transistores 41, 42 y 51, 52 a través de la interfaz de salida 22.

65 **[0019]** Cada uno de los transistores 41, 42, 51 y 52 está provisto de electrodos de control que permiten controlar el funcionamiento del transistor correspondiente, en particular controlar el transistor correspondiente entre los estados de encendido y apagado eléctrico, cuando este electrodo de control recibe una señal de control del dispositivo de

control 2.

[0020] Se denota respectivamente 411 y 412 al primer y segundo electrodo del transistor 41, 421 y 422 al primer y segundo electrodos del transistor 42, 511 y 512 al primer y segundo electrodos del transistor 51 y 521 y 522 al primer y segundo electrodos del transistor 52.

[0021] Por ejemplo, en el caso de un transistor MOSFET, los primeros electrodos 411, 421, 511 y 521 de cada uno de los transistores 41, 42, 51 y 52 corresponden a los electrodos fuente de estos transistores. Los segundos electrodos 412, 422, 512 y 522 de cada uno de los transistores 41, 42, 51 y 52 corresponden a los electrodos de puerta de estos transistores.

[0022] Por lo tanto, la primera y la segunda señal de control son, respectivamente, las tensiones de puerta de los transistores 41, 42, 51 y 52. Específicamente, la primera señal de control es una diferencia de potencial eléctrico que se aplica entre los electrodos de puerta y la fuente de cada primer transistor 41, 51. La segunda señal de control es una diferencia de potencial eléctrico que se aplica entre los electrodos de puerta y la fuente de cada segundo transistor 42, 52.

[0023] El dispositivo de interconexión 3 conecta eléctricamente la interfaz de salida 22 a los componentes de potencia 4 y 5 para transmitir la primera y la segunda señales de control respectivamente al primer y al segundo transistores 41, 42, 51 y 52 respectivamente.

[0024] Este dispositivo de interconexión 3 comprende una o más placas conductoras de electricidad, denominadas 31, 31', 32 y 32', que se extienden en paralelo entre sí y que están conectadas entre un electrodo de control de uno de los primeros o segundos transistores, por un lado, y una salida correspondiente de la interfaz de salida 22 del dispositivo de control de encendido 2, por otro.

[0025] La figura 2 muestra un ejemplo de las placas 31, 31', 32 y 32' con más detalle.

[0026] Las placas 31 y 31' aseguran la transmisión de la primera señal de control desde la interfaz de salida 22 a los transistores 41 y 51. Del mismo modo, las placas 32 y 32' aseguran la transmisión de la segunda señal de control a los transistores 42 y 52.

[0027] Las placas 31, 31' 32 y 32' tienen cada una forma plana y se extienden paralelas a un plano geométrico P perpendicular a un eje transversal Z3. Las placas 31 y 31' están colocadas a cada lado de un primer soporte de aislamiento eléctrico 310 del dispositivo 3. Del mismo modo, las placas conductoras de electricidad 32 y 32' están colocadas a cada lado de un segundo soporte de aislamiento eléctrico 320 del dispositivo 3. Las placas 31, 31', 32 y 32' tienen aquí la misma forma y se superponen entre sí. Tienen una forma completa de un cuadrilátero regular, como un paralelepípedo rectangular. Las placas 31, 31', 32 y 32' presentan cada una un área mayor o igual a 1 cm² y menor o igual a 10 cm².

[0028] Las placas 31, 31', 32 y 32' son de un metal, como el cobre, depositado en las caras opuestas de los soportes 310 y 320. Por ejemplo, los soportes 310 y 320 son placas de resina epoxi, de tipo PCB "(Printed Circuit Board" en inglés).

[0029] Aquí, en una configuración montada del dispositivo 3, los soportes 310 y 320 se superponen de modo que la cara del soporte 310 que lleva la placa 31' se enfrenta a la cara del soporte 320 que lleva la placa 32.

[0030] Ventajosamente, el dispositivo 3 comprende una capa 330 de un material de aislamiento eléctrico, interpuesta entre las placas 31' y 32. En una configuración montada del dispositivo 3, las placas 32 y 31' están en contacto con la capa de material aislante 330.

[0031] En este ejemplo, la primera placa 31 está conectada eléctricamente a los primeros electrodos 411 y 511. La segunda placa 31' está conectada eléctricamente a los segundos electrodos 412 y 512. La tercera placa 32 está conectada eléctricamente a los terceros electrodos 421 y 521. La cuarta placa 32' está conectada eléctricamente a los cuartos electrodos 422 y 522. Estas conexiones eléctricas se realizan, por ejemplo, mediante un elemento de conexión, no ilustrado, o soldando directamente los electrodos correspondientes del transistor a cada una de las placas 31, 31', 32 y 32'.

[0032] Además, cada una de las placas 31, 31', 32 y 32' está conectada eléctricamente a una salida correspondiente de la interfaz de salida 22. Por ejemplo, la interfaz de salida 22 tiene cuatro salidas, cada una de las cuales comprende un terminal llevado a un potencial eléctrico específico y destinado a ser conectado eléctricamente a uno de los electrodos primero, segundo, tercero o cuarto 411, 412, 421, 422, 511, 512, 521 y 522. La aplicación de las señales de control primera y segunda equivale, por lo tanto, a aplicar el potencial eléctrico correspondiente a cada uno de los electrodos 411, 412, 421, 422, 511, 512, 521 y 522.

65

[0033] El dispositivo 3 permite así conectar los componentes de potencia 4 y 5 a la interfaz de salida 22 con un volumen reducido y sin la necesidad de instalar un cableado específico, cuya longitud sería complicada de optimizar para minimizar la inductancia parásita de cableado.

5 **[0034]** En este ejemplo, la longitud L3 del dispositivo 3, es decir, la distancia entre la interfaz de salida 22 y los electrodos 411, 412, 421, 422, 511, 512, 521 y 522, es menor o igual a 5 cm, preferentemente menor o igual a 1 cm.

[0035] Alternativamente, el aparato 1 tiene más de dos componentes de potencia. El dispositivo 3 se adapta entonces en consecuencia. Por ejemplo, el aparato 1 comprende un tercer componente de potencia, no ilustrado, 10 idéntico al componente de potencia 4 o 5 y que comprende un primer y un segundo transistor idénticos a los de los componentes de potencia 4 y 5. En este caso, cada una de las placas 31, 31', 32, 32' también está conectada al electrodo correspondiente de uno de los transistores de este componente de potencia de la misma manera que para los componentes de potencia 4 y 5.

15 **[0036]** Las figuras 3 y 4 representan una segunda realización de la invención. Los elementos del aparato de conmutación según esta realización que son similares a los de la primera realización tienen las mismas referencias y no se describen en detalle, en la medida en que la descripción anterior se puede transponer a ellos.

[0037] Más específicamente, las figuras 3 y 4 muestran un aparato de conmutación eléctrica 1'. Este aparato 20 1' comprende un dispositivo de interconexión 6 que reemplaza y desempeña un papel similar al del dispositivo de interconexión 3 del aparato 1 descrito anteriormente.

[0038] El dispositivo 6 comprende cuatro placas conductoras de electricidad, denominadas 61, 61', 62 y 62', 25 que se extienden en paralelo y que conectan cada una de ellas uno de los primeros y segundos transistores, por un lado, y una salida correspondiente de la interfaz de salida 22 del dispositivo de control de encendido 2, por otro. Las placas 61, 61', 62 y 62' se extienden paralelas a un plano geométrico P' y perpendiculares a un eje transversal Z6 del dispositivo 6.

[0039] Las placas 61 y 61' aseguran la transmisión de la primera señal de control desde la interfaz de salida 22 30 a los transistores 41 y 51. Del mismo modo, las placas 62 y 62' aseguran la transmisión de la segunda señal de control a los transistores 42 y 52. En este ejemplo, la primera placa 61 está conectada eléctricamente a los primeros electrodos 411 y 511. La segunda placa 61' está conectada eléctricamente a los segundos electrodos 412 y 512. La tercera placa 62 está conectada eléctricamente a los terceros electrodos 421 y 521. La cuarta placa 62' está conectada eléctricamente a los cuartos electrodos 422 y 522. Estas conexiones eléctricas se realizan, por ejemplo, mediante un 35 elemento de conexión, no ilustrado, o soldando directamente los electrodos correspondientes del transistor a cada una de las placas 61, 61', 62 y 62'.

[0040] Las placas 61, 61' se colocan en caras opuestas de un soporte de aislamiento eléctrico 610 del 40 dispositivo 6. De manera similar, las placas 62 y 62' se colocan en caras opuestas de un soporte de aislamiento eléctrico 620 del dispositivo 6. Los soportes 610 y 620 son, por ejemplo, análogos a los soportes 310 y 320.

[0041] Cada una de las placas 61, 61', 62 y 62' son de un material metálico, como el cobre, depositado en las caras correspondientes de los soportes 610 y 620.

45 **[0042]** Las placas 61 y 61' aquí tienen una forma idéntica. Más precisamente, la superficie ocupada por la placa 61' corresponde a una transposición según la dirección del eje Z6 de la superficie ocupada por la placa 61. De manera similar, las placas 62, 62' tienen la misma forma y la superficie ocupada por la placa 62' corresponde a una transposición de la superficie ocupada por la placa 62 en la dirección del eje Z6.

50 **[0043]** Las placas primera y segunda 61 y 61' están desplazadas lateralmente con respecto a las placas tercera y cuarta 62 y 62', es decir, desplazadas en una dirección que pertenece al plano geométrico P'. Ventajosamente, el dispositivo 6 comprende una capa de un material de aislamiento eléctrico 630, que desempeña el mismo papel que la 55 capa 330 descrita anteriormente.

[0044] Cada una de las placas 61 y 61' presenta una superposición con las placas 62 y 62' que es lo más 60 pequeña posible. Para este propósito, las placas 61 y 61' se superponen con las placas 62 y 62' solo al nivel de una área de solapamiento Z64. Por ejemplo, la proyección ortogonal, en el plano geométrico P', de las superficies ocupadas por las placas 61 y 61' está esencialmente desarticulada de la proyección ortogonal, en este mismo plano geométrico P', de las áreas ocupadas por las placas 62 y 62'. Por esencialmente desarticulada se entiende que la superficie del área de solapamiento Z64 es inferior o igual al 5% de la superficie del área proyectada en el plano P' de las placas 61, 61', preferentemente inferior o igual al 2% de esta superficie. Como ejemplo ilustrativo, esta superficie del área de solapamiento Z64 es igual a 5 mm².

[0045] En este ejemplo, la placa 61 comprende una parte principal de forma poligonal, una parte secundaria 65 en forma de un cuadrilátero y una parte de conexión 613 que conecta la parte secundaria 612 a la parte principal 611. La parte principal 611 se extiende sobre una parte de la cara superior del soporte 610, entre una zona de interfaz Z22

con una salida correspondiente de la interfaz de salida 22 por un lado, y una zona Z41 de interfaz con el primer transistor 41, por otro lado. La parte 612 es adyacente a la parte 611 y se coloca frente a un área Z51 de la interfaz con el primer transistor 51. La porción 613 conecta la parte 612 a la parte 611.

- 5 **[0046]** La placa 62 presenta una estructura similar y tiene las partes 621, 622 y 623. La parte 621 se extiende en la parte superior del soporte 620 entre, por un lado, una zona de interfaz Z22' con una salida correspondiente de la interfaz de salida 22 y, por otro lado, una zona de interfaz Z52 con el segundo transistor 52. La parte 622 se coloca en un borde del soporte 620 opuesto a un área Z42 de interfaz con el segundo transistor.
- 10 **[0047]** La zona de interfaz de un transistor designa la parte del dispositivo 6 que se coloca opuesta a los electrodos de este transistor cuando el dispositivo 6 está en una configuración montada. Por ejemplo, la zona de interfaz Z41 corresponde a la porción del dispositivo 6 que se coloca opuesta a los electrodos 411 y 412. Lo mismo ocurre con las zonas Z22 y Z22' con respecto a la interfaz de salida 22.
- 15 **[0048]** En una configuración montada del dispositivo 6, las placas 61 y 62' están en contacto con la capa 630.
- [0049]** Gracias al dispositivo 6, se mejora el rendimiento del aparato de conmutación, en particular en comparación con el dispositivo de interconexión 3. Al minimizar el solapamiento entre las placas 61, 61', por un lado, y las placas 62, 62', por otro lado, se reducen las inductancias parásitas de cableado que podrían ocurrir entre estas
20 placas respectivas y que podrían crear interferencias entre las primeras. y segundas señales de control, lo que degradaría el funcionamiento del aparato de conmutación eléctrica 1.
- [0050]** Además, la disposición particular de las placas 61, 61', 62 y 62' hace posible obtener un dispositivo 6 tan compacto como el dispositivo 3. En particular, la distancia L6 del dispositivo 6 entre la interfaz de salida 22 y los
25 componentes 4 y 5 es inferior a 5 cm, preferentemente inferior a 1 cm. La distancia L6 se define aquí de manera similar a la distancia L3 descrita anteriormente.
- [0051]** Como se describió previamente con referencia al aparato 1, el aparato 1' puede incluir más de dos
30 componentes de potencia, cuyos transistores de potencia están conectados a la interfaz de salida 22 por el dispositivo 6.
- [0052]** Las realizaciones y las variantes contempladas anteriormente pueden combinarse entre sí para generar nuevas realizaciones de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Aparato (1, 1') de conmutación eléctrica, que comprende:

- 5 - al menos dos componentes de potencia (4, 5), cada uno de los cuales incluye primeros transistores (41, 51) y segundos transistores de potencia (42, 52),
- un dispositivo de control de encendido (2) de los transistores, configurado para emitir una primera señal de control a cada uno de los primeros transistores (41, 51) y una segunda señal de control a cada uno de los segundos transistores (42, 52),
- 10 - un dispositivo de interconexión eléctrica (3, 6) que conecta el dispositivo de control de encendido (2) a los componentes de potencia (4, 5) para transmitir la primera y la segunda señales de control al primer y al segundo transistor,

el dispositivo de interconexión (3, 6) que contiene una pluralidad de placas conductoras de electricidad (31,31', 32, 15 32'; 61, 61', 62, 62') que se extienden en paralelo entre ellas, cada una de dichas placas conductoras de electricidad está conectada entre un electrodo de control de uno de los primeros o segundos transistores de potencia (41, 42, 51, 52) y una salida correspondiente del dispositivo de control de encendido (2),

cada primer transistor de potencia (41, 51) comprende el primer (411, 511) y el segundo (412, 512) electrodos de control, cada segundo transistor de potencia (42, 52) comprende el tercero (421, 521) y el cuarto (422, 522) electrodos de control y el dispositivo de interconexión eléctrica que comprende la primera (31; 61), segunda (31'; 61'), tercera (32; 20 62) y cuarta (32'; 62') placas conductoras de electricidad que conectan eléctricamente, respectivamente, los electrodos de control primero (411, 511), segundo (412, 512), tercero (421, 521) y cuarto (422, 522) en las salidas respectivas del dispositivo de control de encendido (2),

este aparato de conmutación eléctrica se **caracteriza porque** la primera (31; 61) y la segunda (31'; 61') placas conductoras de electricidad tienen una forma idéntica y se superponen entre sí.

porque la tercera (32; 62) y la cuarta (32'; 62') placas conductoras de electricidad tienen una forma idéntica y se superponen entre sí,

y **porque** las placas conductoras de electricidad se apilan entre sí, la primera (31; 61) y la segunda (31'; 61') placas conductoras de electricidad se intercalan lateralmente con respecto a la tercera (32; 62) y la cuarta (32'; 62') placas conductoras de electricidad para superponerse con estas tercera y cuarta placas conductoras de electricidad solo a 30 nivel de un área de solapamiento (Z64).

2. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizada porque** la primera y segunda placas conductoras de electricidad se colocan a ambos lados de un primer soporte de aislamiento eléctrico (310; 610) y **porque** la tercera y 35 cuarta placas conductoras de electricidad se colocan a cada lado de un segundo soporte de aislamiento eléctrico (320; 620).

3. Aparato según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el área de solapamiento (Z64) tiene un área inferior o igual a menos del 5%, preferentemente inferior o igual al 2% de la superficie de una de las placas 40 conductoras de electricidad.

4. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada una de las placas conductoras de electricidad (31, 31', 32, 32'; 61, 61', 62, 62') tiene un área mayor o igual a 1 cm² y menor o 45 igual a 10 cm².

5. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** las placas conductoras de electricidad (31, 31', 32, 32'; 61, 61', 62, 62') son de metal, por ejemplo cobre.

6. Aparato según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer y el 50 segundo transistores de potencia (41, 42, 51, 52) son transistores de efecto de semiconductor de óxido metálico o transistores bipolares de puerta aislada o transistores bipolares.

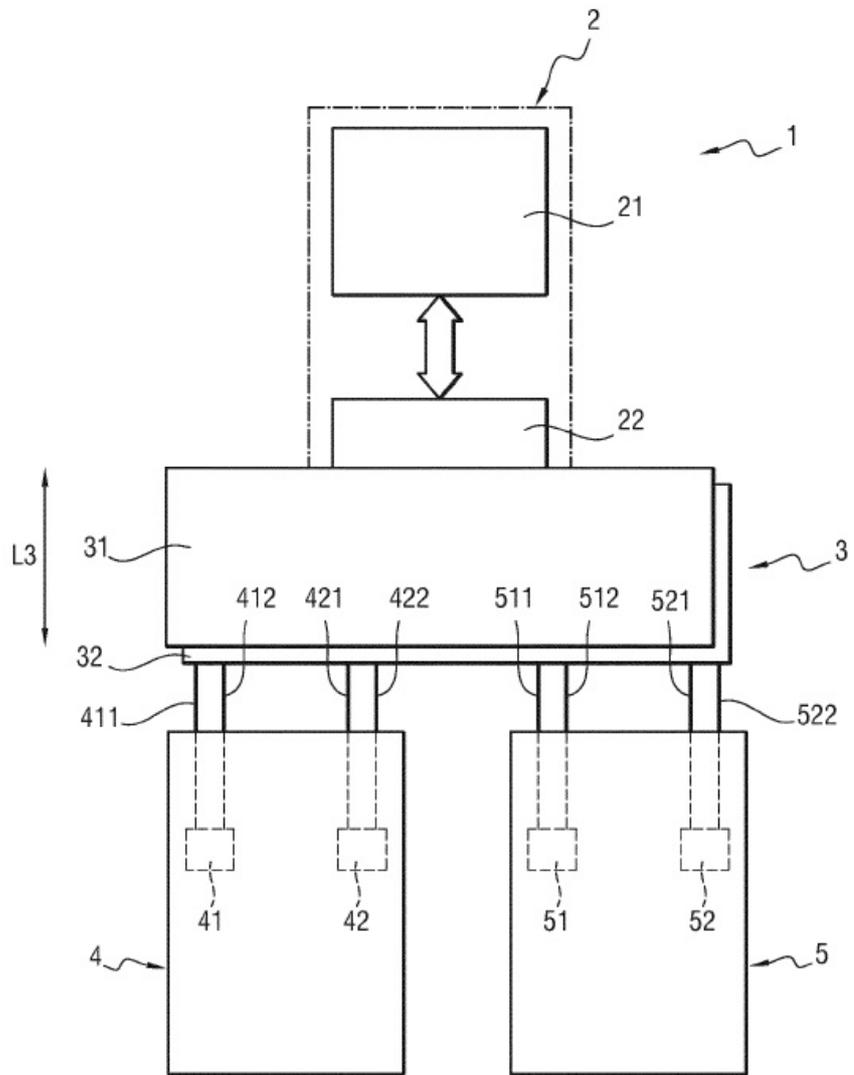


FIG.1

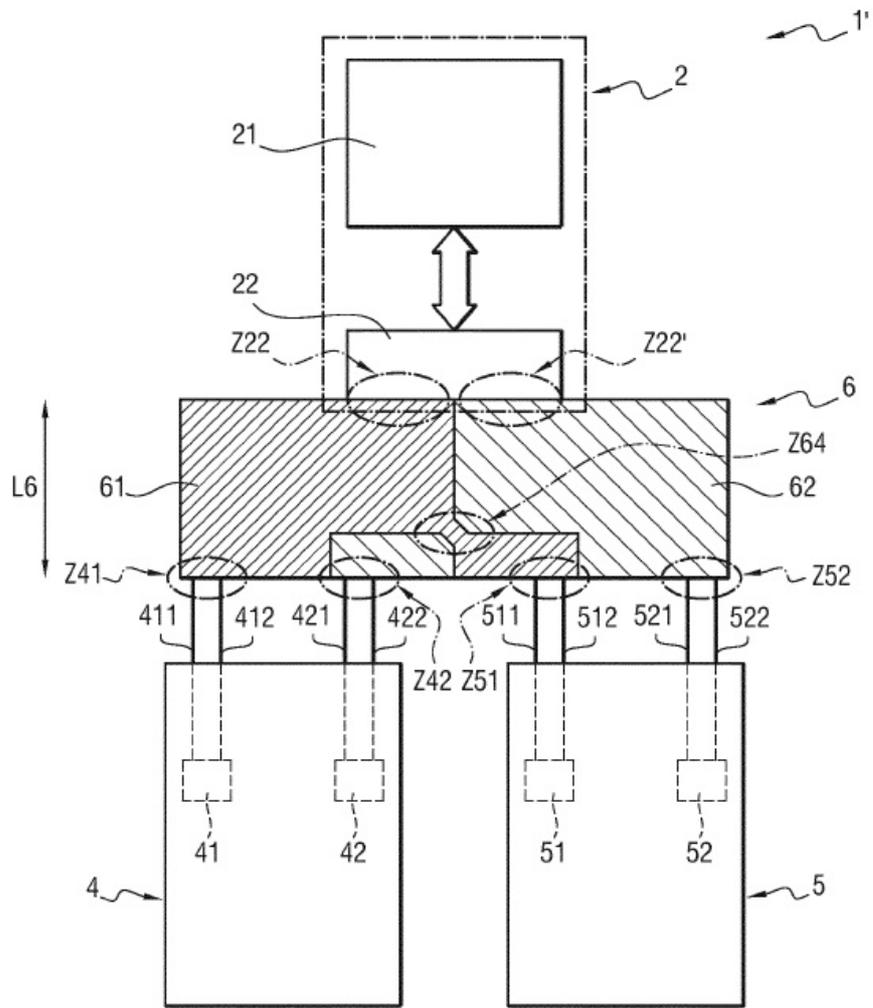


FIG.3

