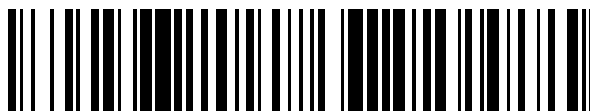


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 655**

51 Int. Cl.:

**H02M 1/32** (2007.01)

**H02M 7/5387** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2013** E **13184058 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.09.2016** EP **2717445**

54 Título: **Procedimiento de control implementado en un convertidor de potencia para asegurar la detectabilidad de un cortocircuito**

30 Prioridad:

**04.10.2012 FR 1259430**

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

**12.04.2017**

73 Titular/es:

**SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER EUROPE SAS  
(100.0%)  
33, rue André Blanchet  
27120 Pacy sur Eure, FR**

72 Inventor/es:

**DEVOS, THOMAS y  
ALLAERT, YVES-LAURENT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 608 655 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

Procedimiento de control implementado en un convertidor de potencia para asegurar la detectabilidad de un cortocircuito

### **Campo técnico de la invención**

- 5 La presente invención hace referencia a un procedimiento de control implementado en un convertidor de potencia para asegurar la detectabilidad de un cortocircuito. La invención se refiere igualmente al convertidor de potencia dispuesto para implementar el procedimiento.

### **Estado de la técnica**

- 10 El documento europeo EP2246968A1 ya presenta un convertidor de potencia que puede detectar un cortocircuito para evitar el deterioro de los transistores de potencia. De manera conocida, un convertidor de potencia de tipo variador de velocidad incluye un nivel ondulatorio dotado de varios brazos de conmutaciones conectados por unas fases de salida a una carga eléctrica. Cada brazo de conmutación incluye, por ejemplo, dos módulos IGBT controlados por una unidad de control para aplicar una tensión a la carga eléctrica.

- 15 Durante el arranque de la carga eléctrica o con escasa frecuencia de salida, la tensión aplicada a los bornes de la carga permanece escasa durante una duración relativamente larga. Durante esta fase de arranque, las protecciones contra los cortocircuitos no son eficaces o están inactivas. Por otra parte, durante esta fase, el variador de velocidad no está en condiciones de detectar la aparición de un cortocircuito entre dos de sus fases de salida. Un módulo IGBT es, bien es cierto, capaz de soportar unas ráfagas de cortocircuito durante una duración de una decena de milisegundos, pero esta duración no debe prolongarse, so pena de destruir el módulo IGBT.

- 20 Por lo tanto, la finalidad de la invención es proponer un procedimiento de control implementado en el convertidor de potencia para asegurar la detectabilidad de un cortocircuito entre dos de sus fases de salida durante el arranque de la carga eléctrica.

### **Exposición de la invención**

- 25 Esta finalidad se consigue mediante un procedimiento de control implementado con un convertidor de potencia, incluyendo dicho convertidor de potencia al menos dos brazos de conmutación conectados en paralelo mediante dos fases de salida a una carga eléctrica y una unidad de control dispuesta para controlar el primer brazo de conmutación y el segundo brazo de conmutación con vistas a aplicar un pulso de tensión a la carga eléctrica, estando el procedimiento caracterizado porque incluye:

- 30 - una etapa de determinación de una corrección a aplicar al pulso de tensión con vistas a obtener un pulso de tensión corregido, siendo dicho pulso de tensión corregido de una duración superior al pulso de tensión y superior a un valor umbral de detectabilidad de un cortocircuito entre las dos fases de salida.

Según una particularidad, el pulso de tensión corregido se determina mediante un control de modulación por ancho de pulso en el que una portadora se compara con dos tensiones de consigna.

- 35 Según otra particularidad, el procedimiento incluye una etapa de determinación de un valor de corrección a aplicar a cada tensión de consigna.

La invención se refiere igualmente a un convertidor de potencia que incluye al menos dos brazos de conmutación conectados en paralelo mediante dos fases de salida a una carga eléctrica y una unidad de control dispuesta para controlar el primer brazo de conmutación y el segundo brazo de conmutación con vistas a aplicar un pulso de tensión a la carga eléctrica, estando dicho convertidor caracterizado porque:

- 40 - la unidad de control está dispuesta para determinar una corrección a aplicar al pulso de tensión con vistas a obtener un pulso de tensión corregido, siendo dicho pulso de tensión corregido de una duración superior al pulso de tensión y superior a un valor umbral de detectabilidad de un cortocircuito entre las dos fases de salida.

Según una particularidad, el pulso de tensión corregido se determina mediante un control de modulación por ancho de pulso en el que una portadora se compara con dos tensiones de consigna.

- 45 Según otra particularidad, la unidad de control está dispuesta para determinar un valor de corrección a aplicar a cada tensión de consigna.

Según otra particularidad, el valor umbral de detectabilidad se memoriza en una memoria de la unidad de control.

### **Breve descripción de las figuras**

- 50 Otras características y ventajas van a aparecer en la descripción detallada que sigue hecha con respecto a los dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa un convertidor de potencia de tipo variador de velocidad conectado a una carga eléctrica,
- las figuras 2A a 2C muestran unos diagramas que ilustran el principio de funcionamiento de un control tradicional de modulación por ancho de pulso,
- 5 - las figuras 3A y 3B muestran unos diagramas que ilustran el principio de funcionamiento de un control de modulación por ancho de pulso, realizado según un primer modo de realización de la invención,
- las figuras 4A y 4B muestran unos diagramas que ilustran el principio de funcionamiento de un control de modulación por ancho de pulso, realizado según un segundo modo de realización de la invención.

**Descripción detallada de al menos un modo de realización**

10 La invención se refiere a un convertidor de potencia y a un procedimiento de control implementado en este convertidor de potencia.

Según la invención, el convertidor de potencia está destinado al control de una carga C eléctrica. Incluye principalmente un nivel INV ondulator conectado mediante unas fases 1, 2 de salida a la carga C eléctrica. En la figura 1, el nivel INV ondulator es monofásico. De esta manera, incluye dos brazos de conmutación conectados cada uno mediante una fase 1, 2 de salida distinta a la carga C eléctrica. En lo que sigue de la descripción, por razones de simplificación, la invención se describe para un convertidor de potencia con nivel ondulator monofásico. Sin embargo, hay que comprender que se aplica igualmente a un convertidor de potencia que incluye un nivel ondulator multifásico. De manera conocida, cada brazo de conmutación del nivel ondulator incluye al menos dos módulos M1-M4 de conmutación enlazados en serie. El punto medio situado entre los dos módulos está conectado a la carga C eléctrica. Los brazos de conmutación están conectados en paralelo entre dos líneas L1, L2 de alimentación, una primera línea L1 de alimentación y una segunda línea L2 de alimentación. Entre estas dos líneas de alimentación se aplica una tensión continua, mantenida constante mediante un condensador Cbus de bus conectado en paralelo de los brazos de conmutación. Sobre los brazos de conmutación, los módulos M1-M4 de conmutación incluyen, por ejemplo, unos transistores IGBT (“Insulated Gate Bipolar Transistor”). Un convertidor de potencia de tipo variador de velocidad incluye, además, un nivel REC rectificador conectado al bus continuo de alimentación, aguas arriba del condensador Cbus de bus. Este nivel REC rectificador está enlazado a una red RD de alimentación que suministra una tensión alterna.

Sobre cada brazo de conmutación, los módulos M1-M4 de conmutación se controlan para la apertura o para el cierre mediante una unidad UC de control con vistas a aplicar unas tensiones V1, V2 sobre la fase de salida que enlaza dicho brazo de conmutación a la carga C eléctrica. Cada brazo de conmutación se controla mediante la unidad UC de control teniendo en cuenta una tensión  $V_{1\_cons}$ ,  $V_{2\_cons}$  de consigna a aplicar a la carga C eléctrica.

De manera conocida, las tensiones V1, V2 pueden aplicarse a la carga eléctrica en forma de pulsos generados mediante un control de Modulación por ancho de pulso (a continuación MAP) generado mediante la unidad UC de control. En un control de MAP, cada tensión de consigna se compara a una portadora, por ejemplo, de forma triangular en diente de sierra (figura 2A), con vistas a deducir de ello los instantes de conmutación de cada módulo y el pulso de tensión aplicado sobre la fase de salida correspondiente (figura 2B). La figura 2C muestra los pulsos P de tensión resultantes aplicados entre las dos fases 1, 2 de salida del convertidor.

En el arranque de la carga C eléctrica, los pulsos P de tensión aplicados entre las dos fases 1, 2 de salida presentan un ancho W (figura 2C), es decir, una duración, demasiado escasa para permitir la detección de un cortocircuito entre las dos fases 1, 2. El principio de la invención es aplicar una corrección a al menos algunos pulsos de tensión alargando su duración, con el fin de asegurar la detectabilidad de un cortocircuito entre las dos fases 1, 2.

En el marco de un control de MAP, la modificación del pulso de tensión se realiza corrigiendo las tensiones  $V_{1\_cons}$ ,  $V_{2\_cons}$  de consigna a aplicar sobre cada fase 1, 2 de salida. Los valores  $V_{corr1}$ ,  $V_{corr2}$  de corrección aplicados respectivamente a cada tensión  $V_{1\_cons}$ ,  $V_{2\_cons}$  de consigna se determinan para garantizar que algunos pulsos P1, P2 de tensión corregidos disponen de un ancho superior a un valor  $W_{TH}$  umbral de detectabilidad de un cortocircuito. Por otra parte, los valores  $V_{corr1}$ ,  $V_{corr2}$  de correcciones no deben modificar el valor de la tensión media entre fases. Para esto, los valores  $V_{corr1}$ ,  $V_{corr2}$  de corrección se añaden, después se restan a las tensiones de consigna. Esta regla puede aplicarse sobre un semiperiodo de fragmentación, sobre un periodo de fragmentación o sobre cualquier otro periodo determinado, múltiplo del periodo de fragmentación.

Garantizar la detectabilidad de un cortocircuito conservando al mismo tiempo una tensión media entre fases idéntica puede realizarse de varias maneras, de entre las que:

- La primera solución consiste en determinar los valores de corrección de manera que todos los pulsos P1, P2 de tensión corregidos presenten un ancho de pulso superior o igual al valor  $W_{TH}$  umbral de detectabilidad de un cortocircuito.
- La segunda solución consiste en determinar los valores de corrección suficientes para que solamente algunos pulsos (y no todos los pulsos) corregidos presenten un ancho superior al valor  $W_{TH}$  umbral de detectabilidad de

un cortocircuito. En esta solución, en caso de cortocircuito, un módulo IGBT será eventualmente llevado a soportar varias corrientes de cortocircuito breves antes de que un pulso de tensión de un ancho superior o igual al valor  $W_{TH}$  umbral de detectabilidad del cortocircuito se aplique a la carga C eléctrica. Comparado con la primera solución, esta segunda solución permite, además, reducir las ondulaciones de corriente.

- 5 En el caso general, no hay limitaciones sobre las diferentes tensiones consideradas, ni sobre las tensiones  $V_{corr1}$  y  $V_{corr2}$  de corrección.

Por lo tanto, pueden elegirse independientemente las tensiones  $V_{corr1}$  y  $V_{corr2}$  de corrección.

Sin embargo, si no se quiere modificar la tensión de modo común (como en las figuras), hay que añadir una limitación.

- 10 Las tensiones de consigna respetan la siguiente ecuación:

$$V_{1\_cons} + V_{2\_cons} = 2V_N$$

Con  $V_N$  que corresponde al potencial medio de la carga.

Sin modificación del potencial medio, se tiene:

$$V_{1\_ref} + V_{2\_ref} = 2V_N$$

- 15 Con

$$V_{1\_ref} = V_{1\_cons} + V_{corr1}$$

y

$$V_{2\_ref} = V_{2\_cons} + V_{corr2}$$

Entonces se tiene:

- 20  $(V_{1\_cons} + V_{corr1}) + (V_{2\_cons} + V_{corr2}) = 2V_N$

$$\text{Como } V_{1\_cons} + V_{2\_cons} = 2V_N$$

Se obtiene:

$$V_{corr1} + V_{corr2} = 0$$

- 25 En las figuras adjuntas, en un funcionamiento en monofásico, el módulo del valor  $V_{corr1}$  de corrección aplicado a la primera tensión  $V_{1\_cons}$  de consigna y el módulo del valor  $V_{corr2}$  de corrección aplicado a la segunda tensión  $V_{2\_cons}$  de consigna son, por lo tanto, iguales.

En el caso de un ondulator monofásico, y en la primera solución descrita más arriba, el valor  $V_{corr}$  de corrección (igual al módulo de  $V_{corr1}$  y de  $V_{corr2}$ ) a aplicar a las tensiones  $V_{1\_cons}$ ,  $V_{2\_cons}$  de consigna debe, de esta manera, responder a las dos siguientes condiciones:

$$\left\| (V_{1\_cons} - V_{corr}) - (V_{2\_cons} + V_{corr}) \right\| \geq W_{TH} \frac{V_{bus}}{2}$$

$$\left\| (V_{1\_cons} + V_{corr}) - (V_{2\_cons} - V_{corr}) \right\| \geq W_{TH} \frac{V_{bus}}{2}$$

- 30

Lo que da:

$$\left\| V_{1\_cons} - V_{2\_cons} - 2 V_{corr} \right\| \geq W_{TH} \frac{V_{bus}}{2}$$

$$\left\| V_{1\_cons} - V_{2\_cons} + 2 V_{corr} \right\| \geq W_{TH} \frac{V_{bus}}{2}$$

En la figura 3A, sobre el primer semiperiodo de fragmentación, el valor  $V_{corr1}$  de corrección se añade, de esta manera, a la primera tensión  $V_{1\_cons}$  de consigna, después se disminuye a la primera tensión  $V_{1\_cons}$  de consigna y el valor  $V_{corr2}$  de corrección se añade a la segunda tensión  $V_{2\_cons}$  de consigna, después se disminuye a la segunda tensión  $V_{2\_cons}$  de consigna. En la figura 3B, los dos pulsos P1, P2 de tensión corregidos generados presentan, de esta manera, una duración superior al valor  $W_{TH}$  umbral de detectabilidad de un cortocircuito entre las fases de salida. Por otra parte, se señala que el segundo pulso P2 de tensión corregido generado es negativo. La suma del primer pulso P1 de tensión y del segundo pulso P2 de tensión corregido generado equivale a la suma de los dos pulsos P de tensiones generados sin la aplicación del valor de corrección (figura 2C). La aplicación de la invención no altera en nada el funcionamiento de la carga C eléctrica, permaneciendo la tensión media aplicada idéntica sobre el periodo de fragmentación.

Siempre en el caso de un ondulador monofásico, en el caso de la segunda solución descrita más arriba, el valor  $V_{corr}$  de corrección a aplicar a las tensiones  $V_{1\_cons}$ ,  $V_{2\_cons}$  de consigna debe, de esta manera, responder a la siguiente condición:

$$\max\left(\left\|V_{1\_cons} - V_{2\_cons} - 2 V_{corr}\right\|, \left\|V_{1\_cons} - V_{2\_cons} + 2 V_{corr}\right\|\right) \geq W_{TH} \frac{V_{bus}}{2}$$

En esta segunda solución, sobre un semiperiodo de fragmentación, solo uno (P1) de los dos pulsos de tensión corregidos presenta un ancho superior al valor  $W_{TH}$  umbral de detectabilidad. Los valores  $V_{corr1}$ ,  $V_{corr2}$  de corrección aplicados son más escasos que en la primera solución, lo que permite limitar las ondulaciones de la corriente en la carga C eléctrica.

En la figura 4A, sobre el primer semiperiodo de fragmentación, el valor  $V_{corr1}$  de corrección se añade de esta manera a la primera tensión  $V_{1\_cons}$  de consigna, después se disminuye a la primera tensión  $V_{1\_cons}$  de consigna y el valor  $V_{corr2}$  de corrección se añade a la segunda tensión  $V_{2\_cons}$  de consigna, después se disminuye a la segunda tensión  $V_{2\_cons}$  de consigna. En la figura 4B, el primer pulso P1 de tensión corregido aplicado a la carga C eléctrica presenta una duración superior al valor  $W_{TH}$  umbral de detectabilidad de un cortocircuito entre fases. En cambio, este no es el caso del segundo pulso P2 de tensión corregido generado durante el mismo semiperiodo de fragmentación. El segundo pulso P2 de tensión corregido es de una duración casi nula. La resultante del primer pulso P1 de tensión corregido y del segundo pulso P2 de tensión corregido corresponde a la suma de los dos pulsos P de tensión generados sin el aporte de la invención (figura 2C). Por consiguiente, la tensión media aplicada a la carga permanece idéntica.

Por supuesto, el principio de la invención descrito más arriba es aplicable para un control de MAP que integra unos tiempos (d) muertos entre las conmutaciones de los módulos. El principio descrito más arriba permanece válido, con la excepción del hecho de que el signo de las corrientes que circulan en cada fase de salida debe tomarse en cuenta en la determinación del valor  $V_{corr}$  de corrección.

Entonces, se tienen las dos siguientes relaciones:

$$\left\|V_{1\_cons} - V_{2\_cons} + \frac{d}{2} (\pm \text{sign}(I_1) \pm \text{sign}(I_2)) - 2 V_{corr}\right\| \geq W_{TH} \frac{V_{bus}}{2}$$

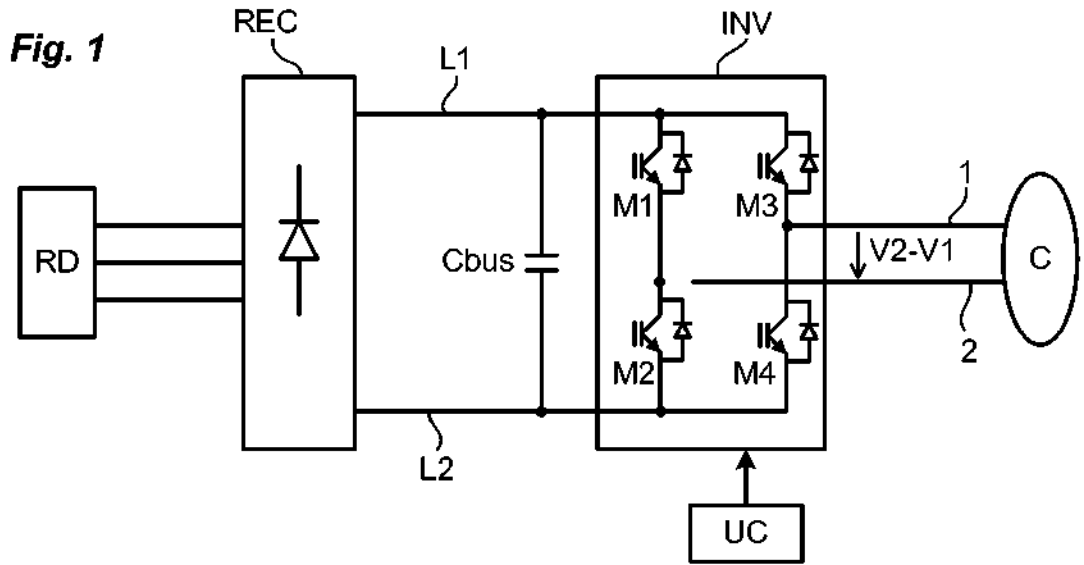
$$\left\|V_{1\_cons} - V_{2\_cons} + \frac{d}{2} (\pm \text{sign}(I_1) \pm \text{sign}(I_2)) + 2 V_{corr}\right\| \geq W_{TH} \frac{V_{bus}}{2}$$

Por otra parte, el principio descrito más arriba puede aplicarse para un control de MAP diferente, por ejemplo, con una portadora asimétrica o para cualquier otro método que permite obtener los pulsos de tensión a aplicar a la carga eléctrica.

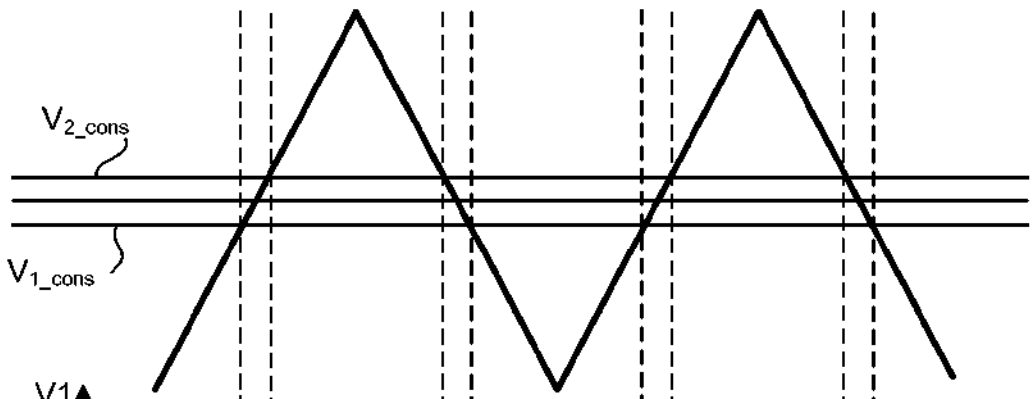
El procedimiento de control descrito más arriba, que tiene por objeto corregir los pulsos de tensión, se implementa por supuesto en la unidad UC de control o en una unidad dedicada (ej.: ASIC). El valor  $W_{TH}$  umbral de detectabilidad de un cortocircuito se memoriza, por ejemplo, en una memoria de la unidad UC de control.

**REIVINDICACIONES**

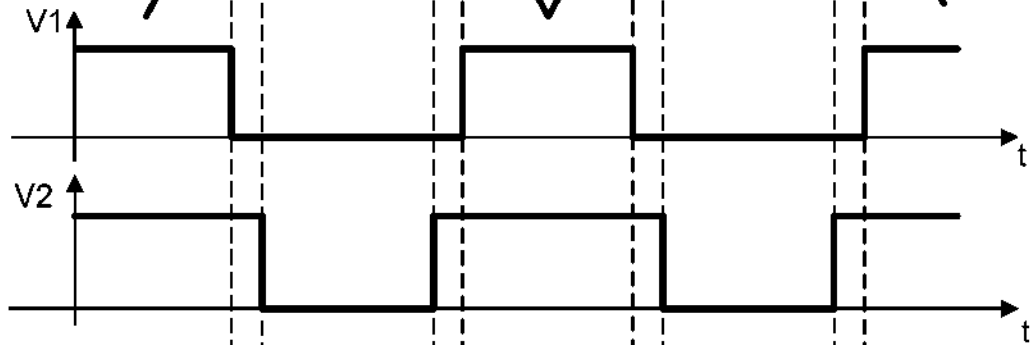
- 5 1. Procedimiento de control implementado en un convertidor de potencia, incluyendo dicho convertidor de potencia al menos dos brazos de conmutación conectados en paralelo mediante dos fases (1, 2) de salida a una carga (C) eléctrica y una unidad (UC) de control dispuesta para controlar el primer brazo de conmutación y el segundo brazo de conmutación con vistas a aplicar un pulso (P) de tensión a la carga eléctrica, estando el procedimiento **caracterizado porque** incluye:
- 10 - una etapa de determinación de una corrección a aplicar al pulso de tensión con vistas a obtener un pulso (P1, P2) de tensión corregido, siendo dicho pulso (P1, P2) de tensión corregido de una duración superior al pulso de tensión y superior a un valor ( $W_{TH}$ ) umbral de detectabilidad de un cortocircuito entre las dos fases (1, 2) de salida.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el pulso de tensión corregido se determina mediante un control de modulación por ancho de pulso, en el que una portadora se compara con dos tensiones ( $V_{1\_cons}$ ,  $V_{2\_cons}$ ) de consigna.
- 15 3. Procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** incluye una etapa de determinación de un valor ( $V_{corr1}$ ,  $V_{corr2}$ ) de corrección a aplicar a cada tensión ( $V_{1\_cons}$ ,  $V_{2\_cons}$ ) de consigna.
4. Convertidor de potencia que incluye al menos dos brazos de conmutación conectados en paralelo mediante dos fases (1, 2) de salida a una carga (C) eléctrica y una unidad (UC) de control dispuesta para controlar el primer brazo de conmutación y el segundo brazo de conmutación con vistas a aplicar un pulso (P) de tensión a la carga (C) eléctrica, estando dicho convertidor **caracterizado porque**:
- 20 - la unidad (UC) de control está dispuesta para determinar una corrección a aplicar al pulso de tensión con vistas a obtener un pulso (P1, P2) de tensión corregido, siendo dicho pulso (P1, P2) de tensión corregido de una duración superior al pulso de tensión y superior a un valor ( $W_{TH}$ ) umbral de detectabilidad de un cortocircuito entre las dos fases (1, 2) de salida.
- 25 5. Convertidor de potencia según la reivindicación 4, **caracterizado porque** el pulso de tensión corregido se determina mediante un control de modulación por ancho de pulso, en el que una portadora se compara con dos tensiones ( $V_{1\_cons}$ ,  $V_{2\_cons}$ ) de consigna.
6. Convertidor de potencia según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la unidad (UC) de control está dispuesta para determinar un valor ( $V_{corr1}$ ,  $V_{corr2}$ ) de corrección a aplicar a cada tensión ( $V_{1\_cons}$ ,  $V_{2\_cons}$ ) de consigna.
- 30 7. Convertidor de potencia según una de las reivindicaciones 4 a 6, **caracterizado porque** el valor ( $W_{TH}$ ) umbral de detectabilidad se memoriza en una memoria de la unidad (UC) de control.



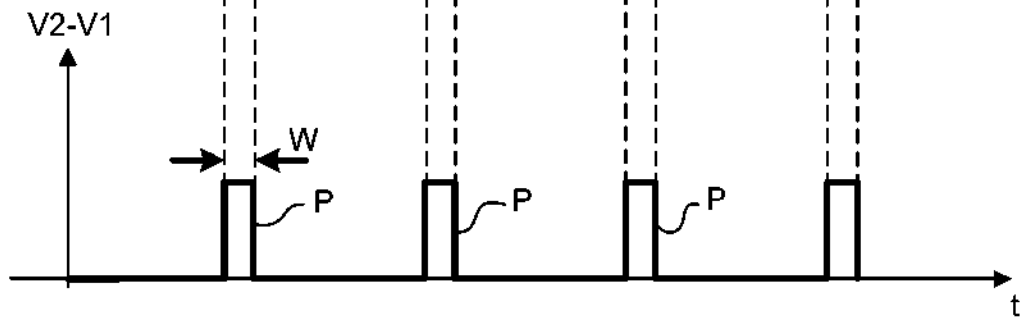
**Fig. 2A**



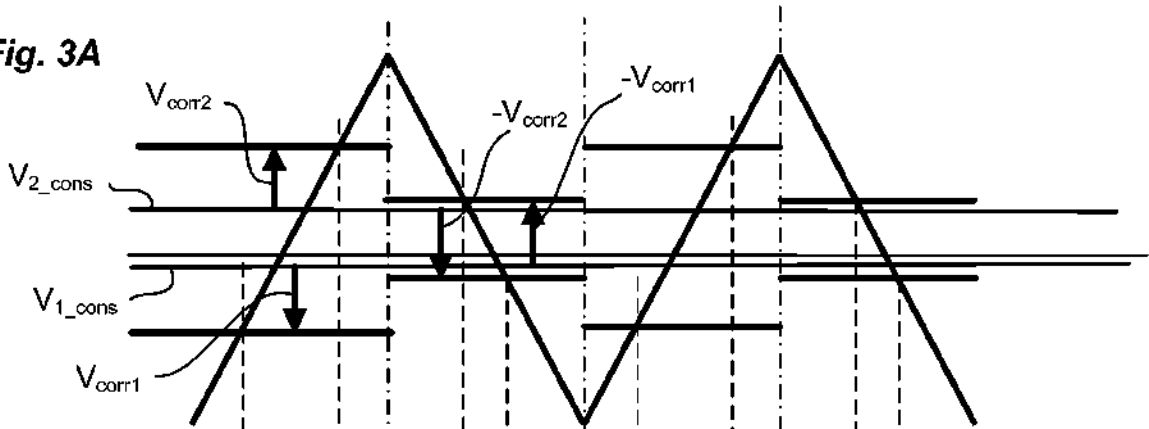
**Fig. 2B**



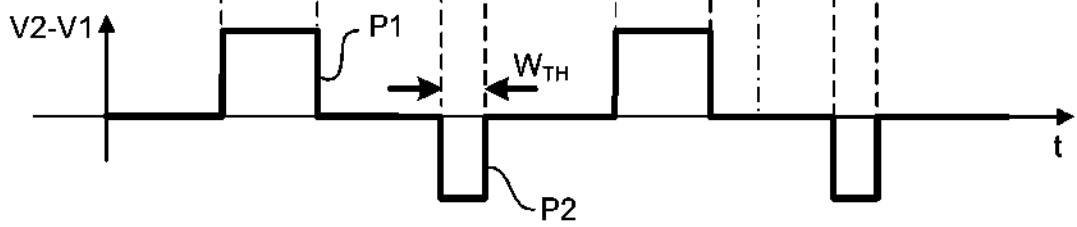
**Fig. 2C**



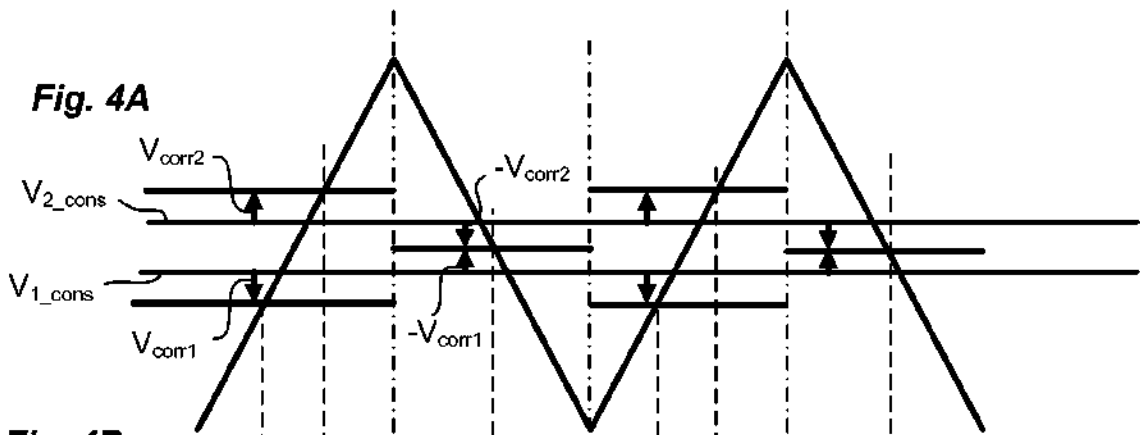
**Fig. 3A**



**Fig. 3B**



**Fig. 4A**



**Fig. 4B**

