

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 833**

51 Int. Cl.:

H02M 7/5387 (2007.01)

H02M 1/32 (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2013** **E 13164624 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2015** **EP 2677655**

54 Título: **Sistema de control de seguridad para una carga eléctrica**

30 Prioridad:

23.05.2012 FR 1254675

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.08.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LE GOUALEC, PHILIPPE y
RUAULT, PATRICE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 542 833 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

Sistema de control de seguridad para una carga eléctrica

Campo técnico de la invención

La presente invención se refiere a un sistema de control de seguridad de una carga eléctrica

5 Estado de la técnica

La norma IEC61508 asocia las funciones de seguridad funcional al nivel de probabilidad de fallo de los elementos que constituyen una función en el aparato. Este nivel de probabilidad, denominado SIL, varía de 1 a 4, siendo el nivel 1 el menos exigente y el nivel 4 el más apremiante.

10 Hoy en día, la problemática de seguridad funcional se aplica a todos los campos, principalmente al mando y control de una carga eléctrica, asegurado mediante un convertidor de potencia del tipo variador de velocidad. De ese modo, con el fin de satisfacer las exigencias del nivel SIL en un convertidor de potencia, es necesario realizar unos dispositivos de redundancia en los diferentes circuitos del convertidor.

15 En los convertidores de potencia actuales, es conocida la realización de una supervisión de la velocidad utilizando diferentes arquitecturas de redundancia en la estimación y/o el tratamiento realizado, empleando por ejemplo dos microprocesadores en paralelo.

El objetivo de la invención es proponer un convertidor de potencia que integre unas funciones de seguridad funcional sobre la velocidad, permitiendo obtener un nivel de SIL de al menos 2, sin emplear dos microprocesadores y aprovechando la arquitectura producida.

20 El documento DE 10 2009 046 583 A1 muestra un sistema de control de seguridad que corresponde al preámbulo de la reivindicación 1.

Exposición de la invención

25 Este objetivo se consigue mediante un sistema de control de seguridad que comprende un convertidor de potencia dotado de un módulo ondulator destinado a conectarse a una carga eléctrica y una unidad de control destinada a determinar unas señales de control a aplicar al módulo ondulator para controlar la carga eléctrica, comprendiendo la unidad de control

- una unidad electrónica de tratamiento que comprende:
 - un primer circuito electrónico de tratamiento dispuesto para determinar una señal de corriente de alimentación de la carga eléctrica,
 - un segundo circuito electrónico de tratamiento dispuesto para determinar una señal de tensión aplicada a la carga eléctrica,
- una unidad de software de tratamiento que recibe dichas señales de corriente y de tensión con el fin de determinar dichas señales de control de la carga eléctrica,
- comprendiendo el primer circuito electrónico de tratamiento unos medios de estimación de un valor de pulsación o de fase de la corriente a partir de la señal de corriente,
- 35 - comprendiendo el segundo circuito electrónico de tratamiento unos medios de estimación de un valor de pulsación o de fase de la tensión a partir de la señal de tensión,
- la unidad de software de tratamiento comprende un primer módulo de software de estimación de un valor de pulsación o de un valor de fase,
- la unidad electrónica de tratamiento comprende una unidad electrónica de comparación dispuesta para comparar el valor de pulsación o de fase estimado por el primer circuito electrónico de tratamiento, el valor de pulsación o de fase estimado por el segundo circuito electrónico de tratamiento y el valor de pulsación o de fase estimado por el primer módulo de software de la unidad de software de tratamiento,
- la unidad electrónica de comparación comprende un primer canal de inhibición del módulo ondulator del convertidor de potencia.

45 Según una particularidad, la unidad de software de tratamiento comprende un segundo módulo de software de estimación de un valor de pulsación o de fase de corriente, que tiene en cuenta una señal de corriente, siendo inyectado dicho valor de pulsación o de fase para comparación en la unidad electrónica de comparación.

Según otra particularidad, la unidad electrónica de comparación se dispone para efectuar una comparación teniendo en cuenta unos parámetros de seguridad funcional de la carga eléctrica.

50 Según otra particularidad, la unidad de software de tratamiento comprende una unidad de software de comparación que recibe en la entrada el valor de pulsación o de fase estimado por el primer circuito electrónico de tratamiento, el valor de pulsación o de fase estimado por el primer módulo de software de estimación y el valor de pulsación o de

fase estimado por el segundo módulo de software de estimación.

Según otra particularidad, la unidad de software de comparación comprende un segundo canal de inhibición del módulo ondulator del convertidor de potencia.

5 Según otra particularidad, la unidad de software de tratamiento se dispone para efectuar una comparación teniendo en cuenta unos parámetros de seguridad funcional de la carga eléctrica.

Breve descripción de las figuras

Aparecerán otras características y ventajas en la descripción detallada a continuación, realizada en relación con unos dibujos adjuntos en los que:

- la figura 1 representa de manera esquemática, un convertidor de potencia del tipo variador de velocidad,
- 10 - la figura 2 representa la arquitectura funcional clásica de un sistema de control no de seguridad,
- la figura 3 representa una primera arquitectura funcional del sistema de control de seguridad de la invención,
- la figura 4 representa una segunda arquitectura funcional del sistema de control de seguridad de la invención,
- la figura 5 representa una tercera arquitectura funcional del sistema de control de seguridad de la invención.

Descripción detallada de al menos un modo de realización.

15 En lo que sigue de la descripción, se distinguirán unos medios o unidades electrónicas compuestas de elementos materiales ("hardware") y unos medios, módulos o unidades de software compuestas por programas informáticos ("software") ejecutables por un microprocesador.

20 La invención se refiere a un sistema de control de seguridad que comprende un convertidor 1 de potencia y una unidad 2 de control. La unidad 2 de control puede integrarse en el convertidor de potencia o ser independiente de éste.

De manera conocida, un convertidor 1 de potencia, del tipo variador de velocidad, tal como el representado en la figura 1, se destina al control de una carga C eléctrica. Comprende principalmente un módulo INV ondulator conectado por tres fases U, V, W de salida a la carga C eléctrica y controlado mediante unas señales de control generadas por la unidad 2 de control para aplicar una tensión variable a la carga C eléctrica.

25 Un convertidor 1 de potencia del tipo variador de velocidad comprende igualmente:

- tres fases R, S, T de entrada conectadas a una red RD de distribución eléctrica,
- un módulo REC rectificador situado en la entrada y destinado a convertir una tensión alterna proporcionada por la red RD de distribución eléctrica en una tensión continua,
- 30 - un bus de continua de alimentación conectado, aguas arriba, al módulo REC rectificador y, aguas abajo, al módulo INV inversor y que comprende dos líneas L1, L2 de alimentación entre las que se aplica la tensión continua,
- un condensador Cbus del bus conectado a las dos líneas L1, L2 de alimentación y encargado de mantener la tensión continua del bus a un valor constante.

35 El módulo INV ondulator de un convertidor 1 de potencia comprende varias ramas de conmutación, por ejemplo en número de tres si la carga C eléctrica es trifásica. Cada rama de conmutación comprende dos transistores de potencia, por ejemplo del tipo IG-BT, controlado cada uno mediante un dispositivo de control que recibe las señales de control de parte de la unidad 2 de control.

La unidad 2 de control comprende una unidad 20 electrónica de tratamiento y una unidad de software 21 de tratamiento.

40 En una arquitectura clásica, tal como la representada en la figura 2, la unidad 20 electrónica de tratamiento se conecta a un primer circuito 30 de medición de al menos dos corrientes (i_U, i_V, i_W) sobre las fases U, V, W de salida conectadas a la carga C eléctrica y a un segundo circuito 31 de medición de las tensiones simples o compuestas (U_{VU}, U_{WU}) en las fases U, V, W de salida conectadas a la carga C eléctrica. Las corrientes y tensiones se extraen por ejemplo en la forma de señales digitales I_{S_N}, U_{S_N} , por ejemplo a través de un circuito del tipo sigma-delta. La

45 unidad 20 electrónica de tratamiento comprende de ese modo:

- un primer circuito electrónico 200 de tratamiento que permite reconstituir las señales de corriente (I_{S_HW}) a partir de la señal digital de corriente I_{S_N} obtenida mediante el primer circuito 30 de medición y,

- un segundo circuito 201 electrónico de tratamiento que permite reconstituir las señales de tensión (U_{S_HW}) a partir de la señal digital de tensión U_{S_N} obtenida mediante el segundo circuito 31 de medición.

5 La unidad de software 21 de tratamiento comprende una ley de control LC que recibe en la entrada a las señales de corriente y de tensión obtenidas y un microprocesador CPU que permite ejecutar la ley de control con el fin de determinar las señales de control PWM a aplicar al módulo INV.

Según la invención, se representa una primera arquitectura del sistema de control en la figura 3.

10 En esta primera arquitectura, el primer circuito 200 electrónico de tratamiento comprende unos medios 202 de estimación del valor de la pulsación de la corriente I_{P_HW} a partir de las señales de corriente y el segundo circuito 201 electrónico de tratamiento comprende unos medios 203 de estimación del valor de la pulsación de la tensión U_{P_HW} a partir de las señales de tensión.

Según la invención, la unidad 21 de software de tratamiento comprende un primer módulo 210 de software de estimación de un valor de la pulsación $Val1_{P_SW}$, siendo ejecutado dicho módulo 210 por el microprocesador CPU a partir de las señales de corriente y de tensión puestas a disposición del microprocesador para ejecutar la ley de control LC.

15 La unidad 20 electrónica de tratamiento comprende una unidad 204 electrónica de comparación dispuesta para comparar:

- el valor de la pulsación I_{P_HW} obtenido mediante el primer circuito 200 electrónico de tratamiento,
- el valor de la pulsación U_{P_HW} obtenido mediante el segundo circuito 201 electrónico de tratamiento y,
- el valor de la pulsación $Val1_{P_SW}$ estimado mediante el primer módulo 210 de software de estimación.

20 La unidad 204 electrónica de comparación efectúa la comparación entre los tres valores de pulsación teniendo en cuenta unos parámetros de seguridad funcional PSF memorizados.

25 La unidad 204 electrónica de comparación comprende un primer canal C1 de inhibición del módulo INV ondulator del convertidor 1 de potencia. Si la unidad 204 electrónica de comparación constata unas grandes divergencias durante la comparación, ésta genera unas señales de inhibición a través de su canal C1 de inhibición con destino en unos dispositivos de control de los transistores del módulo INV ondulator.

30 Una segunda arquitectura, evolución de la primera arquitectura, se representa en la figura 4. En esta segunda arquitectura, la unidad 21 de software de tratamiento comprende un segundo módulo 211 de software de estimación de un valor de pulsación $Val2_{P_SW}$ de la corriente. Este segundo módulo 211 de software de estimación se ejecuta teniendo en cuenta unas señales de corriente. Las señales de corriente se reconstituyen, a partir de la señal digital I_{S_N} extraída del circuito 30 de medición, mediante unos medios 300 electrónicos o de software distintos al circuito 200 electrónico de tratamiento. Este segundo módulo de software de estimación se aplica a la corriente como se ha descrito anteriormente o a la tensión, utilizando entonces la señal digital U_{S_N} extraída del circuito 31 de medición.

35 El valor de pulsación $Val2_{P_SW}$ estimado por el segundo módulo 211 de software se inyecta en la unidad 204 electrónica de comparación. La unidad 204 electrónica de comparación efectúa de ese modo una comparación entre:

- el valor de la pulsación I_{P_HW} obtenido mediante el primer circuito 200 electrónico de tratamiento,
- el valor de la pulsación U_{P_HW} obtenido mediante el segundo circuito 201 electrónico de tratamiento,
- el valor de la pulsación $Val1_{P_SW}$ obtenido mediante el primer módulo 210 de software de estimación,
- el valor de la pulsación $Val2_{P_SW}$ obtenido mediante el segundo módulo 211 de software de estimación

40 La unidad 204 electrónica de comparación efectúa la comparación teniendo en cuenta unos parámetros de seguridad funcionales PSF memorizados.

Como en la primera arquitectura, si la unidad 204 electrónica de comparación constata una grandes divergencias durante la comparación, ésta genera unas señales de inhibición, a través del primer canal C1 de inhibición, con destino en unos dispositivos de control de los transistores del módulo INV ondulator.

45 Una tercera arquitectura, evolución de la segunda arquitectura, se representa en la figura 5. En esta tercera arquitectura, la unidad 21 de software de tratamiento comprende en sí misma una unidad 214 de software de comparación. Esta unidad 214 de software de comparación recibe en la entrada:

- el valor de la pulsación $Val2_{P_SW}$ determinado mediante el segundo módulo 211 de software de estimación,
- el valor de la pulsación $Val1_{P_SW}$ determinado mediante el primer módulo 210 de software de estimación y,

- el valor de la pulsación (I_{P_HW} o U_{P_HW}) estimado mediante el primer o el segundo circuito (200 o 201) electrónico de tratamiento.

5 De ese modo, en esta arquitectura, se realizan dos comparaciones en paralelo mediante la unidad 204 electrónica de comparación y mediante la unidad 214 de software de comparación. Además, las comparaciones se efectúan por un lado a través de unos medios electrónicos y por otro lado a través de unos medios de software.

La unidad 214 de software de comparación efectúa la comparación teniendo en cuenta los parámetros de seguridad funcional PSF memorizados.

10 La unidad 214 de software de comparación comprende un segundo canal C2 de inhibición, del tipo de software, que permite actuar sobre la ley de control LC y la generación de las señales de control PWM para detener el módulo INV ondulator en caso de grandes divergencias reveladas durante la comparación.

15 Según la invención, dado que es fácil de deducir, por ejemplo mediante integración, la fase de la corriente o de la tensión a partir de la pulsación, la invención descrita anteriormente puede en cualquier caso realizarse comparando unos valores de fase y no unos valores de pulsación. Es necesario por lo tanto comprender que el sistema de control de seguridad de la invención puede ser realizado comparando unos valores de fase determinados por una parte por la unidad electrónica de tratamiento y por otra parte por la unidad de software de tratamiento. Las tres arquitecturas descritas anteriormente, en conexión con las figuras 3 a 5, pueden ser realizadas de manera idéntica sustituyendo los valores de pulsación determinados por los valores de fase.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de control de seguridad que comprende un convertidor (1) de potencia dotado de un módulo (INV) ondulatorio destinado a conectarse a una carga (C) eléctrica y una unidad (2) de control destinada a determinar unas señales de control (PWM) a aplicar al módulo (INV) ondulatorio para controlar la carga (C) eléctrica, comprendiendo la unidad (2) de control
- una unidad (20) electrónica de tratamiento que comprende:
 - un primer circuito (200) electrónico de tratamiento dispuesto para determinar una señal (I_{S_HW}) de corriente de alimentación de la carga (C) eléctrica,
 - 10 - un segundo circuito (201) electrónico de tratamiento dispuesto para determinar una señal (U_{S_HW}) de tensión aplicada a la carga (C) eléctrica,
 - una unidad (21) de software de tratamiento que recibe dichas señales de corriente y de tensión con el fin de determinar dichas señales de control (PWM) de la carga eléctrica,
- estando dicho sistema **caracterizado porque**:
- el primer circuito (200) electrónico de tratamiento comprende unos medios (202) de estimación de un valor de pulsación (I_{P_HW}) o de fase de la corriente a partir de la señal de corriente,
 - 15 - el segundo circuito (201) electrónico de tratamiento comprende unos medios (203) de estimación de un valor de pulsación (U_{P_HW}) o de fase de la tensión a partir de la señal de tensión,
 - la unidad (21) de software de tratamiento comprende un primer módulo (210) de software de estimación de un valor de pulsación ($Val1_{P_SW}$) o de un valor de fase,
 - 20 - la unidad (20) electrónica de tratamiento comprende una unidad (204) electrónica de comparación dispuesta para comparar el valor de pulsación (I_{P_HW}) o de fase estimado por el primer circuito (200) electrónico de tratamiento, el valor de pulsación (U_{P_HW}) o de fase estimado por el segundo circuito (201) electrónico de tratamiento y el valor de pulsación ($Val1_{P_SW}$) o de fase estimado por el primer módulo (210) de software de la
 - 25 - la unidad (204) electrónica de comparación comprende un primer canal (C1) de inhibición del módulo (INV) ondulatorio del convertidor de potencia.
2. Sistema de control según la reivindicación 1, **caracterizado porque** la unidad de software de tratamiento comprende un segundo módulo de software de estimación de un valor de pulsación o de fase de corriente, que tiene en cuenta una señal (I_S) de corriente, y **porque** dicho valor de pulsación ($Val2_{P_SW}$) o de fase se inyecta para
- 30 comparación en la unidad (204) electrónica de comparación.
3. Sistema de control según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la unidad (204) electrónica de comparación se dispone para efectuar una comparación teniendo en cuenta unos parámetros de seguridad funcional (PSF) de la carga (C) eléctrica.
- 35 4. Sistema de control según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** la unidad (21) de software de tratamiento comprende una unidad (214) de software de comparación que recibe en la entrada el valor de pulsación (I_{P_HW}) o de fase estimado por el primer circuito (200) electrónico de tratamiento, el valor de pulsación ($Val1_{P_SW}$) o de fase estimado por el primer módulo (210) de software de estimación y el valor de pulsación ($Val2_{P_SW}$) o de fase estimado por el segundo módulo (211) de software de estimación.
- 40 5. Sistema de control según la reivindicación 4, **caracterizado porque** la unidad (214) de software de comparación comprende un segundo canal (C2) de inhibición del módulo (INV) ondulatorio del convertidor de potencia.
6. Sistema de control según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la unidad de software de tratamiento se dispone para efectuar una comparación teniendo en cuenta unos parámetros de seguridad funcional (PSF) de la carga (C) eléctrica.

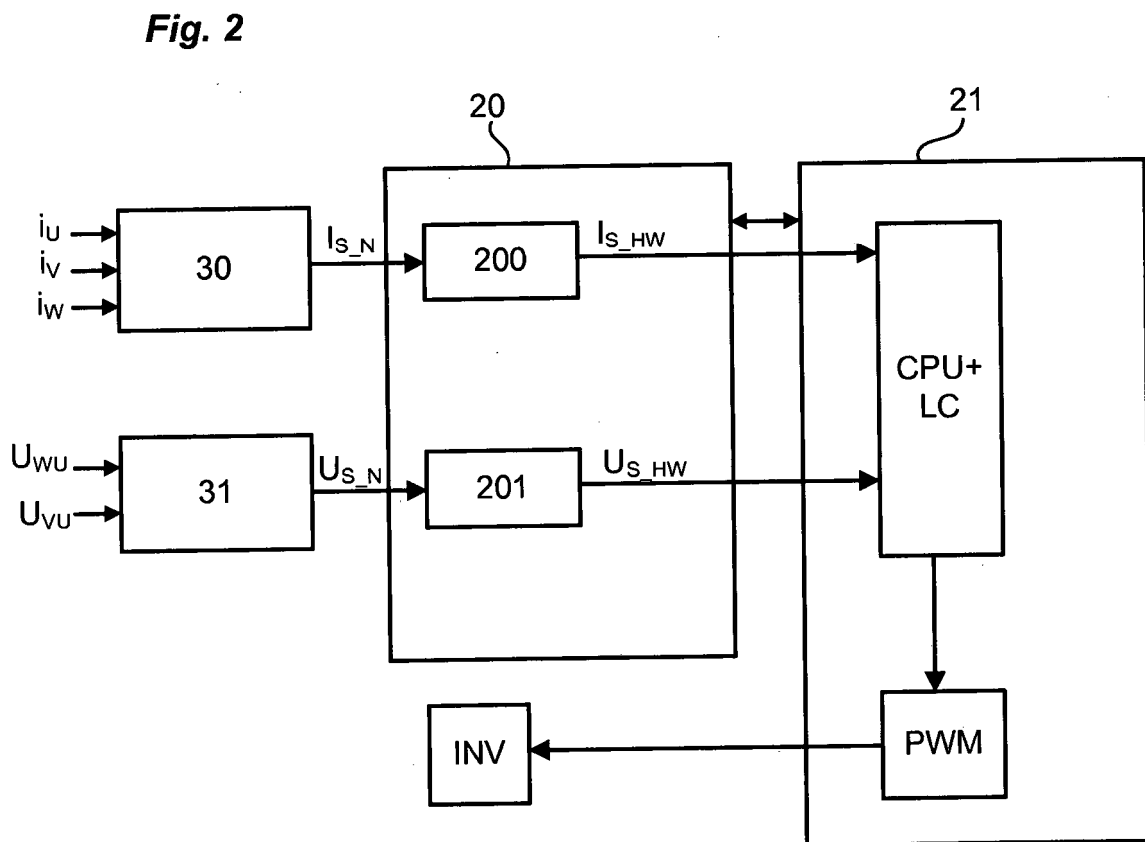
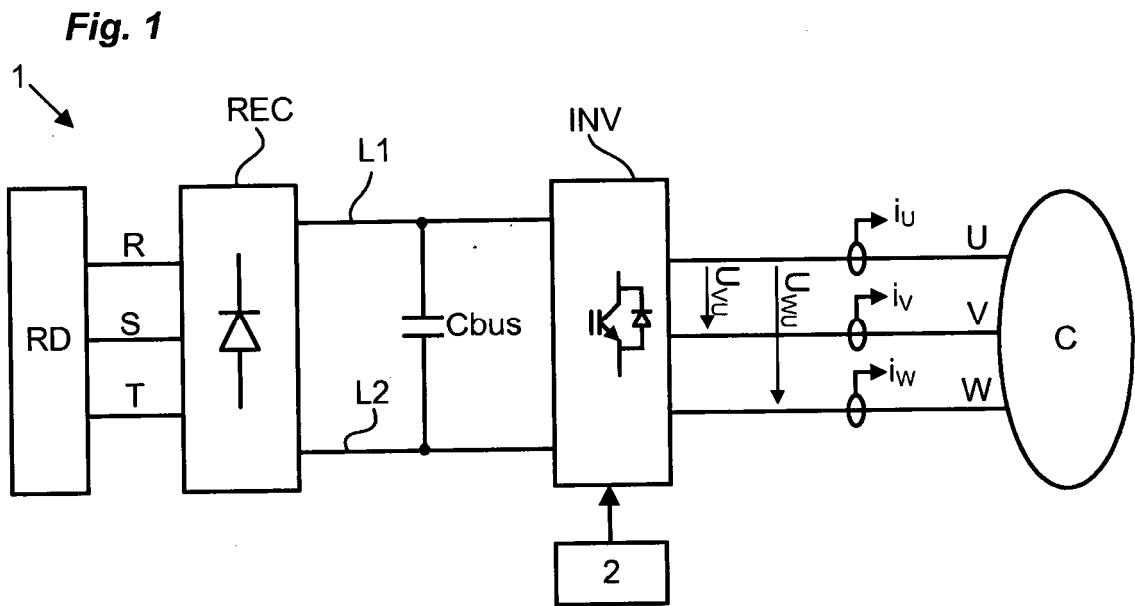


Fig. 3

