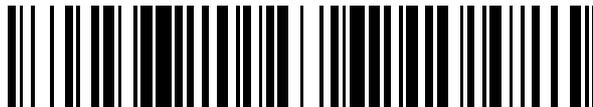


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 542 683**

51 Int. Cl.:

**H02M 1/32** (2007.01)

**G01R 31/42** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.04.2013** **E 13162058 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2015** **EP 2660960**

54 Título: **Procedimiento y sistema de detección de un fallo en el bus continuo de alimentación de un convertidor de potencia**

30 Prioridad:

**03.05.2012 FR 1254072**

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

**10.08.2015**

73 Titular/es:

**SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER EUROPE SAS  
(100.0%)**

**33, rue André Blanchet  
27120 Pacy sur Eure, FR**

72 Inventor/es:

**LECHAT, DAVID y  
ALLAERT, YVES-LAURENT**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

**ES 2 542 683 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 y sistema de detección de un fallo en el bus continuo de alimentación de un convertidor de potencia

**Campo técnico de la invención**

5 La presente invención se refiere a un procedimiento de detección de un fallo en el bus continuo de alimentación de un convertidor de potencia.

La invención también se refiere a un sistema de detección adaptado para implementar dicho procedimiento.

**Estado de la técnica**

10 De manera conocida, un convertidor de potencia consta de un bus continuo de alimentación al cual se aplica una tensión continua. El bus continuo de alimentación consta de dos líneas de alimentación. Aguas arriba del bus continuo de alimentación, el convertidor de potencia consta de un módulo rectificador destinado a rectificar la tensión alterna suministrada por una red de distribución eléctrica y para convertirla en una tensión continua aplicada al bus. Dicho convertidor de potencia consta también de un condensador de bus conectado a las dos líneas de alimentación del bus y destinado a mantener la tensión del bus en un valor constante. Por otra parte, un convertidor de potencia puede constar de una inductancia de filtrado conectada en una, la otra o las dos líneas de alimentación del bus continuo de alimentación, así como de un circuito de precarga, provisto de un relé de precarga, y empleado en el arranque del variador de velocidad.

Debido a la presencia de los diferentes componentes, el bus continuo de alimentación puede presentar algunos fallos de funcionamiento. Estos fallos son, por ejemplo:

- 20 - un desgaste avanzado del condensador de bus;
- un cortocircuito entre las espiras de la inductancia conectada al bus continuo de alimentación;
- una sobrecarga de tensión del bus continuo de alimentación;
- una apertura accidental del relé de precarga o su no cierre.

El documento DE 10244765 muestra un procedimiento de detección de un desgaste avanzado del condensador de bus, incluyendo el procedimiento la determinación de la ondulación de la tensión del bus.

25 Los actuales convertidores de potencia no están protegidos contra estos fallos y no constan de ningún medio simple para detectarlos.

El objetivo de la invención es ofrecer un procedimiento y un sistema de detección de un fallo en el bus continuo de alimentación de un convertidor de potencia. Para la detección de los fallos, el sistema de detección no necesita ningún sensor adicional.

30 **Exposición de la invención**

Este objetivo se consigue mediante un procedimiento de detección de un fallo en el bus continuo de alimentación de un convertidor de potencia conectado a una red de distribución eléctrica, constando dicho convertidor de potencia de un módulo rectificador, conectado a la red de distribución eléctrica y destinado a convertir una tensión suministrada por la red de distribución eléctrica en una tensión aplicada al bus continuo de alimentación, de un condensador de bus, de una inductancia y de un circuito de precarga conectados al bus continuo de alimentación, constando dicho procedimiento de las etapas de:

- determinación de un valor medio de la tensión del bus continuo de alimentación;
- determinación de la ondulación de la tensión del bus continuo de alimentación;
- supervisión de la variación de dicho valor medio con respecto a dicha ondulación;
- 40 - determinación de un fallo en el bus continuo de alimentación en función de la velocidad de dicha variación, consistiendo dicho fallo en una anomalía en la inductancia del bus continuo de alimentación, una sobrecarga de potencia del convertidor de potencia o un desgaste avanzado del condensador de bus.

De acuerdo con una particularidad, la etapa de supervisión consiste en la supervisión de la relación entre la ondulación de la tensión del bus continuo de alimentación y el valor medio de la tensión del bus continuo de alimentación.

De acuerdo con otra particularidad, la etapa de supervisión de la relación consiste en comparar dicha velocidad de variación con respecto a una primera velocidad y a una segunda velocidad.

Si la velocidad de variación de la relación es superior a la primera velocidad, la etapa de determinación consiste en determinar si ha variado el valor medio de la tensión del bus continuo de alimentación. Si ha variado el valor medio de la tensión del bus continuo de alimentación, el fallo consiste en una anomalía en un relé de precarga del circuito de precarga. Si no ha variado el valor medio de la tensión del bus continuo de alimentación, el fallo consiste en una anomalía en la inductancia.

Por el contrario, si la velocidad de variación de la relación está comprendida entre la segunda velocidad y la primera velocidad, la etapa de determinación consiste en determinar si ha aumentado la potencia suministrada por el convertidor de potencia. Si ha aumentado la potencia suministrada por el convertidor de potencia, el fallo consiste en una sobrecarga de potencia del convertidor de tensión. Si no ha aumentado la potencia suministrada por el convertidor de potencia, la etapa de determinación consta de una etapa de comparación entre un valor función de la relación y un valor límite. Según el resultado de la comparación realizada, el fallo consiste en un desgaste avanzado del condensador de bus o una variación de la frecuencia de la red de distribución eléctrica.

De acuerdo con la invención, la ondulación se mide de preferencia en el primer armónico de la tensión del bus continuo de alimentación y entre dos valores extremos sucesivos.

La invención también se refiere a un sistema de detección de un fallo en el bus continuo de alimentación de un convertidor de potencia conectado a la red de distribución eléctrica, constando dicho convertidor de potencia de un módulo rectificador, conectado a la red de distribución eléctrica y destinado a convertir una tensión suministrada por la red de distribución eléctrica en una tensión aplicada al bus continuo de alimentación, de un condensador de bus, de una inductancia y de un circuito de precarga conectados al bus continuo de alimentación, constando dicho sistema:

- de unos primeros medios de determinación de un valor medio de la tensión del bus continuo de alimentación;
- de unos segundos medios de determinación de la ondulación de la tensión del bus continuo de alimentación;
- de unos medios de supervisión de la variación de dicho valor medio con respecto a dicha ondulación;
- de unos terceros medios de determinación de un fallo en el bus continuo de alimentación en función de la velocidad de dicha variación, consistiendo dicho fallo en una anomalía en la inductancia del bus continuo de alimentación, una sobrecarga de potencia del convertidor de potencia o un desgaste avanzado del condensador de bus.

De acuerdo con una particularidad, el sistema consta de unos cuartos medios de determinación de la relación entre la ondulación de la tensión del bus continuo de alimentación y el valor medio de la tensión del bus continuo de alimentación.

De acuerdo con otra particularidad, los medios de supervisión están dispuestos para comparar una velocidad de variación de la relación con respecto a una primera velocidad y a una segunda velocidad.

Si la velocidad de variación de la relación es superior a la primera velocidad, los terceros medios de determinación están dispuestos para supervisar la variación del valor medio de la tensión del bus continuo de alimentación. Si ha variado el valor medio de la tensión del bus continuo de alimentación, el fallo consiste en una anomalía en un relé de precarga del circuito de precarga. Si no ha variado el valor medio de la tensión del bus continuo de alimentación, el fallo consiste en una anomalía en la inductancia.

Si la velocidad de variación de la relación está comprendida entre la segunda velocidad y la primera velocidad, los terceros medios de determinación están dispuestos para supervisar la variación de la potencia suministrada por el convertidor de potencia. Si ha aumentado la potencia suministrada por el convertidor de potencia, el fallo consiste en una sobrecarga de potencia del convertidor de tensión. Si no ha aumentado la potencia suministrada por el convertidor de potencia, los terceros medios de determinación están dispuestos para llevar a cabo una comparación entre un valor función de la relación y un valor límite. Según el resultado de la comparación realizada, el fallo consiste en un desgaste avanzado del condensador de bus o una variación de la frecuencia de la red de distribución eléctrica.

De acuerdo con la invención, el sistema consta de unos medios de medición o de estimación de la temperatura interna del condensador de bus.

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

Se van a mostrar otras características y ventajas en la descripción detallada que viene a continuación en relación a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 representa un convertidor de potencia que incluye el sistema de detección de la invención;
- la figura 2 representa el algoritmo implementado en el procedimiento de detección de la invención.

### **Descripción detallada de al menos una forma de realización**

La invención se refiere a un procedimiento de detección de un fallo en el bus continuo de alimentación de un convertidor de potencia. Este procedimiento de detección se implementa en un sistema S de detección que está incluido en el convertidor de potencia o conectado a este.

La invención se aplica a un convertidor de potencia que consta:

- de un módulo REC rectificador conectado a la red RD de distribución eléctrica y destinado a convertir la

- tensión alterna suministrada por la red RD en una tensión  $V_{bus}$  continua;
- de un bus continuo de alimentación que consta de dos líneas de alimentación, una primera línea 10 de alimentación con un potencial eléctrico positivo y una segunda línea 11 de alimentación con un potencial eléctrico negativo. Al salir del módulo REC rectificador, la tensión  $V_{bus}$  se aplica al bus continuo de alimentación.
- de un condensador  $C_{bus}$  de bus conectado a la primera línea 10 de alimentación y a la segunda línea 11 de alimentación del bus y destinado a mantener la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación en un valor constante. Por supuesto, por condensador  $C_{bus}$  de bus, también se entiende un banco que consta de varios condensadores conectados entre sí.
- de al menos una inductancia  $L1$  de filtrado conectada en serie en la primera línea 10 de alimentación y/o en la segunda línea 11 de alimentación, aguas arriba del condensador  $C_{bus}$  de bus;
- de un circuito de precarga conectado en serie en la primera línea 10 de alimentación (como en la figura 1) o la segunda línea 11 de alimentación del bus o en serie con el condensador  $C_{bus}$  de bus. Habitualmente, este circuito de precarga consta de una resistencia  $R_L$  de limitación, en paralelo a la cual está montado un relé  $Sw$  de precarga. Esta resistencia  $R_L$  de limitación es activa en el arranque durante la fase de carga del bus continuo de alimentación. Esta permite limitar la corriente de entrada a través del módulo REC rectificador. Una vez cargado el condensador  $C_{bus}$  de bus, la resistencia  $R_L$  de limitación se cortocircuita mediante el cierre del relé  $Sw$  montado en paralelo.

Por otra parte, la invención también se puede aplicar a un convertidor de potencia que consta de un módulo INV ondulator conectado aguas abajo del bus continuo de alimentación y empleado para convertir la tensión  $V_{bus}$  continua aplicada al bus en una tensión variable destinada a una carga  $C$  eléctrica.

El procedimiento de la invención permite detectar un fallo que se produce en el bus continuo de alimentación del convertidor de potencia. Este procedimiento se implementa en el sistema  $S$  de detección basándose únicamente en la medición de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación.

La tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación se descompone en un valor ( $\bar{V}$ ) medio y una ondulación ( $\tilde{V}$ ) en torno a su valor medio.

De este modo, la tensión  $V_{bus}$  se expresa de la siguiente manera:

$$V_{bus} = \bar{V} + \tilde{V}$$

Una vez alcanzada la conducción continua, si solo se considera el primer armónico, la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación es:

$$V_{bus} = \bar{V} + \tilde{V}_{H1} * \cos(6\omega_R t)$$

El valor medio  $\bar{V}$  de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación vale:  $\bar{V} = \frac{3}{\pi} V_{main} \sqrt{2} \sqrt{3}$ , siendo  $V_{main}$  la tensión de red simple.

El primer armónico de la ondulación de tensión del bus es:

$$\tilde{V}_{H1} = V_{main} \sqrt{2} \sqrt{3} \frac{6}{35\pi} \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{6f_R}{f_0}\right)^2\right)^2}}$$

siendo:

- $f_R$  la frecuencia de la red;
- $f_0$  la frecuencia de corte del filtro LC.

De acuerdo con la invención, se trata de observar la variación del valor  $V$  medio de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación con respecto a la ondulación  $V$  de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación cuando la potencia emitida por el convertidor de potencia es suficiente para permitir una conducción continua del bus de alimentación. La medición de la ondulación se realiza en el primer armónico y entre dos valores extremos sucesivos ( $\tilde{V}_{ppH1}$  = ondulación de pico a pico de tensión). De este modo, esta supervisión se realiza a partir de la relación  $\eta$  entre la ondulación  $\tilde{V}_{PPH1}$  de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación y el valor  $V$  medio de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación.

De este modo, la relación se expresa de la siguiente manera:

$$\eta = \frac{\tilde{V}_{pp_{HI}}}{\bar{V}}$$

en la cual:

$$\tilde{V}_{pp_{HI}} = \frac{4\bar{V}}{35} \frac{1}{\sqrt{\left(1 - \left(\frac{6f_R}{f_0}\right)^2\right)^2}}$$

Como, por lo general,  $\frac{6f_R}{f_0} \gg 1$ , se puede por tanto hacer la siguiente aproximación:

$$\sqrt{\left(1 - \left(\frac{6f_R}{f_0}\right)^2\right)^2} = \left(\frac{6f_R}{f_0}\right)^2$$

5

Esto es:

$$\tilde{V}_{pp_{HI}} = \frac{4\bar{V}}{35} \frac{1}{\left(\frac{6f_R}{f_0}\right)^2} = \frac{4\bar{V}}{35} \left(\frac{f_0}{6f_R}\right)^2 = \frac{\bar{V}}{35(6\pi f_R)^2 LC}$$

A partir de la anterior aproximación, la relación  $\eta$  entre la ondulación de la tensión del bus y el valor medio de la tensión del bus se escribe:

$$\frac{\tilde{V}_{pp_{HI}}}{\bar{V}} = \frac{1}{35(6\pi f_R)^2 LC}$$

10

La relación  $\eta$  se puede reescribir de la siguiente forma:

$$\frac{\tilde{V}_{pp_{HI}}}{\bar{V}} = k \left(\frac{f_0}{f_R}\right)^2 = \eta$$

15

En unos intervalos de tiempo determinados o aleatorios, el sistema de detección recupera, por lo tanto, la medición de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación e implementa unos medios 3 de determinación del valor ( $\bar{V}$ ) medio de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación y de la ondulación ( $\tilde{V}_{pp_{HI}}$ ) de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación. A continuación, el sistema de detección implementa unos medios 4 de determinación de la relación  $\eta$  a partir de este valor ( $\bar{V}$ ) medio de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación y de la ondulación ( $\tilde{V}_{pp_{HI}}$ ) correspondiente de la tensión  $V_{bus}$  del bus continuo de alimentación.

20

A continuación, el sistema S de detección de la invención implementa un algoritmo de supervisión de la relación  $\eta$  que le permite detectar un eventual fallo en el bus continuo de alimentación.

25

En este algoritmo, el sistema de detección tiene en cuenta el aumento rápido o lento de la relación  $\eta$ . El aumento rápido o lento de la relación  $\eta$  se podrá realizar mediante la comparación con la velocidad  $v_\eta$  de variación de la relación con respecto a una primera velocidad  $v_1$  (correspondiente a una variación de al menos un 10 % en menos de un segundo) y con una segunda velocidad  $v_2$  (correspondiente a una variación de un 25% en varios años), inferior a la primera velocidad  $v_1$ . Si la velocidad  $v_\eta$  de aumento de la relación es superior a la primera velocidad  $v_1$ , el aumento se considerará rápido y si la velocidad  $v_\eta$  de aumento de la relación está comprendida entre la segunda velocidad  $v_2$  y la primera velocidad  $v_1$ , el aumento se considerará lento.

El algoritmo de detección se esquematiza en la figura 2.

En una etapa E1, el sistema S de detección supervisa la relación  $\eta$ . Si hay disponible un modelo térmico del condensador Cbus de bus, el sistema S de detección puede llevar la relación  $\eta$  a una temperatura de referencia con el fin de mejorar la precisión de medición de  $\eta$ .

Un aumento rápido de la relación  $\eta$  durante el funcionamiento del convertidor de potencia puede tener dos causas:

- 5 - apertura del relé Sw de precarga si el convertidor consta de dicho relé;
- cortocircuito entre varias espiras de la inductancia L1 del bus continuo de alimentación.

En una etapa E2, para discriminar estos dos fallos, el sistema S de detección determina por tanto si este aumento rápido está ligado a una variación del valor  $\bar{V}$  medio de la tensión Vbus del bus continuo de alimentación.

10 Si una variación del valor  $\bar{V}$  medio de la tensión Vbus del bus continuo de alimentación va acompañada del aumento rápido de la relación  $\eta$ , entonces el fallo proviene sin duda de la apertura del relé Sw de precarga. En una etapa E3, el sistema S de detección determina por lo tanto un fallo en el relé Sw de precarga y lo indica, por ejemplo, al operador.

15 Por el contrario, si el aumento rápido de la relación  $\eta$  no está ligado a una variación del valor  $\bar{V}$  medio de la tensión Vbus del bus continuo de alimentación, entonces esto significa que el fallo proviene sin duda de un cortocircuito entre las espiras de la inductancia L1. En una etapa E4, el sistema S de detección determina por lo tanto un fallo en la inductancia L1 de filtrado del bus continuo de alimentación y lo indica por ejemplo al operador.

20 La detección de estos dos fallos es válida, sea cual sea la posición del circuito de precarga, es decir en serie en una línea 10, 11 de alimentación del bus continuo de alimentación (como en la figura 1) o en serie con el condensador Cbus de bus. En este segundo caso, para poder determinar el tipo de fallo, la medición de la tensión Vbus del bus continuo de alimentación no debe sin embargo incluir la tensión en los bornes del circuito de precarga.

En referencia a la figura 2, un aumento lento de la relación  $\eta$  durante el funcionamiento normal del convertidor de potencia puede tener tres causas diferentes:

- sobrecarga de tensión del convertidor de potencia;
- desgaste avanzado del condensador de bus;
- 25 - variación de la frecuencia de la red de distribución eléctrica.

En caso de aumento lento de la relación  $\eta$ , el sistema S de detección verifica, en una etapa E5, el nivel de la potencia Pf suministrada por el convertidor de potencia. Si ha aumentado la potencia Pf suministrada por el convertidor de potencia, entonces el fallo proviene sin duda de una sobrecarga de potencia del convertidor de potencia. En una etapa E6, el sistema S de detección determina, por lo tanto, un fallo ligado a una sobrecarga de potencia del convertidor de potencia y lo indica por ejemplo al operador.

30 Por el contrario, si no ha aumentado la potencia Pf suministrada por el convertidor de potencia, entonces el sistema S de detección determina si el fallo está ligado a un desgaste avanzado del condensador Cbus de bus. Para ello, en una etapa E7, el sistema S de detección realiza una comparación con respecto a un valor (lim) límite, determinándose este valor límite a partir de un valor  $\eta_0$  de referencia de la relación. Este valor  $\eta_0$  de referencia se determina, por ejemplo, en la primera puesta en tensión del convertidor y lo memoriza el sistema S de detección. Se pueden considerar por tanto dos soluciones:

- si se mide la frecuencia  $f_R$  de la red, entonces el sistema S de detección multiplica la relación  $\eta$  por la frecuencia  $f_R$  de la red RD y compara el resultado con el producto del valor de referencia  $\eta_0$  de la relación con la frecuencia  $f_R$  de la red. El condensador Cbus de bus estará al final del su vida útil cuando el valor del producto  $\eta * f_R$  sea superior en un 25 % a  $\eta_0 * f_R$ .
- Si no se mide la frecuencia  $f_R$  de la red, entonces el sistema S de detección compara la relación  $\eta$  con la

expresión  $\eta_0 \left( \frac{1 + tol}{1 - tol} \right)^2$  siendo "tol" la tolerancia en el valor de la frecuencia de red. El condensador de bus

estará al final de su vida útil cuando:  

$$\eta \geq \eta_0 \left( \frac{1 + tol}{1 - tol} \right)^2 .$$

45 En la etapa E7 de la figura 2, la comparación se realiza considerando la medición de la frecuencia  $f_R$  de la red disponible.

50 Si se mide la frecuencia de la red de distribución eléctrica, la supervisión del producto  $\eta * f_R$  vuelve directamente a supervisar la inversa del valor de la capacidad del condensador de bus. De este modo, si el sistema de detección dispone de un modelo térmico del condensador de bus que emplea unos medios de medición o de estimación de la temperatura interna del condensador de bus, puede evaluar de manera más precisa lo que le queda de vida útil al condensador de bus.

Durante la comparación realizada en la etapa E7, si el sistema S de detección determina que la relación  $\eta$  o el producto de la relación  $\eta$  con la frecuencia  $f_R$  de la red es superior al valor (lim) límite, entonces el sistema S de detección determina, en la etapa E8, el desgaste avanzado del condensador Cbus de bus y lo indica por ejemplo al operador.

- 5 Por el contrario, en la etapa E7, si el sistema S de detección determina que la relación  $\eta$  o el producto de la relación  $\eta$  con la frecuencia  $f_R$  de la red no es superior al valor (lim) límite, entonces el sistema S de detección determina, en la etapa E9, la ausencia de fallo en el convertidor de potencia. El aumento lento de la relación  $\eta$  solo se debería entonces a una variación de la frecuencia  $f_R$  de la red de distribución eléctrica. El sistema de detección puede entonces reanudar la supervisión de la relación en la etapa E1.

10

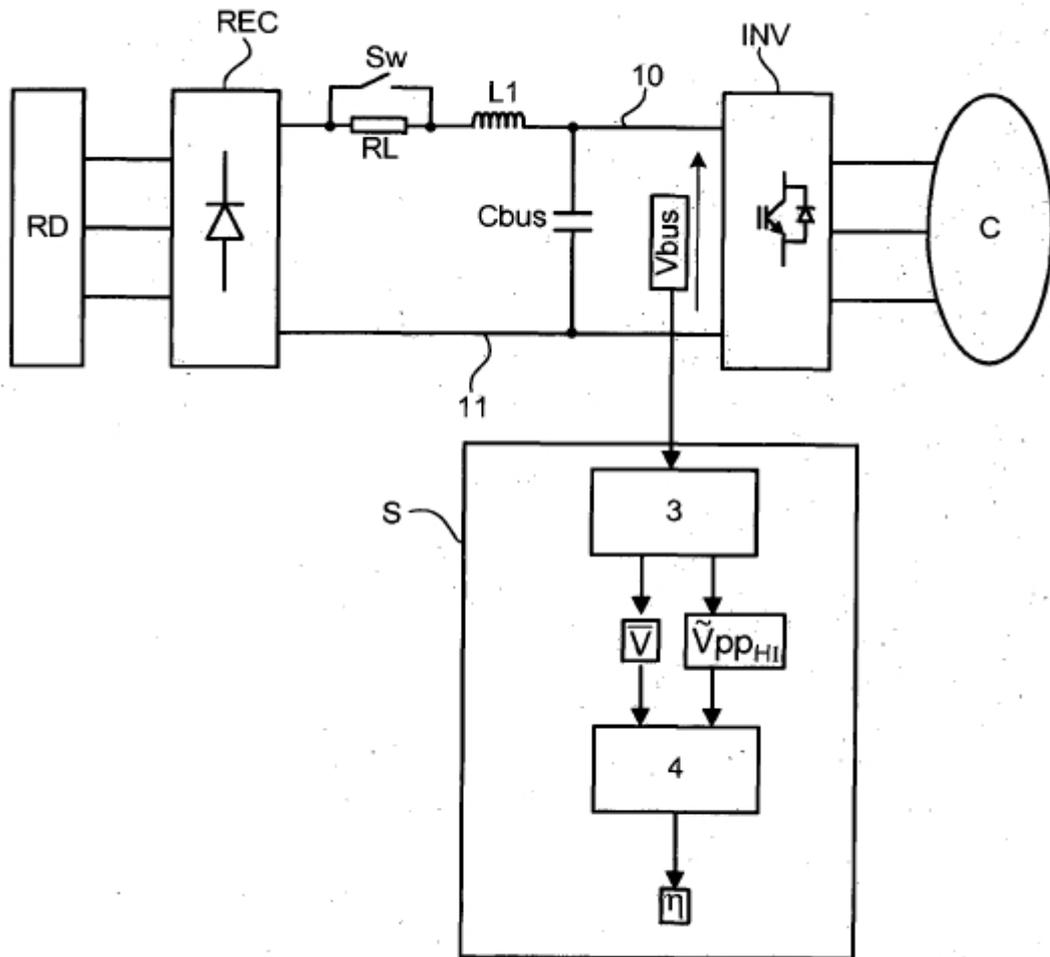
## REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de detección de un fallo en el bus continuo de alimentación de un convertidor de potencia conectado a una red (RD) de distribución eléctrica, constando dicho convertidor de potencia de un módulo (REC) rectificador conectado a la red (RD) de distribución eléctrica y destinado a convertir una tensión suministrada por la red (RD) de distribución eléctrica en una tensión (Vbus) aplicada al bus continuo de alimentación, de un condensador (Cbus) de bus, de una inductancia (L1) y de un circuito de precarga conectados al bus continuo de alimentación, constando dicho procedimiento de las etapas de:
- determinación de un valor ( $\bar{V}$ ) medio de la tensión (Vbus) del bus continuo de alimentación;
  - determinación de la ondulación ( $\check{V}_{ppH1}$ ) de la tensión (Vbus) del bus continuo de alimentación;
  - supervisión de la variación de dicho valor (V) medio con respecto a dicha ondulación ( $\check{V}_{ppH1}$ );
  - determinación de un fallo en el bus continuo de alimentación en función de la velocidad de dicha variación, consistiendo dicho fallo en una anomalía en la inductancia (L1) del bus continuo de alimentación, una sobrecarga de potencia del convertidor de potencia o un desgaste avanzado del condensador (Cbus) de bus.
2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la etapa (E1) de supervisión consiste en una supervisión de la relación ( $\eta$ ) entre la ondulación ( $\check{V}_{ppH1}$ ) de la tensión (Vbus) del bus continuo de alimentación y el valor (V) medio de la tensión (Vbus) del bus continuo de alimentación.
3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 2, **caracterizado porque** la etapa (E1) de supervisión de la relación ( $\eta$ ) consiste en comparar dicha velocidad ( $V_{\eta}$ ) de variación con respecto a una primera velocidad ( $v_1$ ) y a una segunda velocidad ( $v_2$ ).
4. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque**, si la velocidad ( $v_{\eta}$ ) de variación de la relación es superior a la primera velocidad ( $v_1$ ), la etapa de determinación consiste en determinar si ha variado el valor (V) medio de la tensión (Vbus) del bus continuo de alimentación.
5. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** si ha variado el valor ( $\bar{V}$ ) medio de la tensión (Vbus) del bus continuo de alimentación, el fallo consiste en una anomalía en un relé (Sw) de precarga del circuito de precarga, y **porque**, si no ha variado el valor medio ( $\bar{V}$ ) de la tensión (Vbus) del bus continuo de alimentación, el fallo consiste en una anomalía en la inductancia (L1).
6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado porque** si la velocidad ( $V_{\eta}$ ) de variación de la relación está comprendida entre la segunda velocidad ( $v_2$ ) y la primera velocidad ( $v_1$ ), la etapa de determinación consiste en determinar si ha aumentado la potencia (Pf) suministrada por el convertidor de potencia.
7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, **caracterizado porque** si ha aumentado la potencia (Pf) suministrada por el convertidor de potencia, el fallo consiste en una sobrecarga de potencial del convertidor de tensión y **porque**, si no ha aumentado la potencia suministrada por el convertidor de potencia, la etapa de determinación consta de una etapa de comparación entre un valor función de la relación ( $\eta$ ) y un valor (lim) límite.
8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 7, **caracterizado porque** según el resultado de la comparación realizada, el fallo consiste en un desgaste avanzado del condensador (Cbus) de bus o una variación de la frecuencia ( $f_R$ ) de la red (RD) de distribución eléctrica.
9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** la ondulación se mide en el primer armónico de la tensión del bus continuo de alimentación y entre dos valores extremos sucesivos.
10. Sistema de detección de un fallo en el bus continuo de alimentación de un convertidor de potencia conectado a la red (RD) de distribución eléctrica, constando dicho convertidor de potencia de un módulo (REC) rectificador, conectado a la red (RD) de distribución eléctrica y destinado a convertir una tensión suministrada por la red (RD) de distribución eléctrica en una tensión (Vbus) aplicada al bus continuo de alimentación, de un condensador (Cbus) de bus, de una inductancia (L1) y de un circuito de precarga conectados al bus continuo de alimentación, constando dicho sistema:
- de unos primeros medios de determinación de un valor ( $\bar{V}$ ) medio de la tensión (Vbus) del bus continuo de alimentación;
  - de unos segundos medios de determinación de la ondulación ( $\check{V}_{ppH1}$ ) de la tensión (Vbus) del bus continuo de alimentación;
  - de unos medios de supervisión de la variación de dicho valor (V) medio con respecto a dicha ondulación ( $\check{V}_{ppH1}$ );
  - de unos terceros medios de determinación de un fallo en el bus continuo de alimentación en función de la velocidad de dicha variación, consistiendo dicho fallo en una anomalía en la inductancia (L1) del bus continuo de alimentación, una sobrecarga de potencia del convertidor de potencia o un desgaste avanzado del condensador (Cbus) de bus.
11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** consta de unos cuartos medios de

determinación de la relación ( $\eta$ ) entre la ondulación ( $\tilde{V}_{ppH1}$ ) de la tensión ( $V_{bus}$ ) de bus continuo de alimentación y el valor ( $\bar{V}$ ) medio de la tensión ( $V_{bus}$ ) del bus continuo de alimentación.

- 5 12. Sistema de acuerdo con la reivindicación 11, **caracterizado porque** los medios de supervisión están dispuestos para comparar una velocidad ( $V_n$ ) de variación de la relación con respecto a una primera velocidad ( $v_1$ ) y a una segunda velocidad ( $v_2$ ).
13. Sistema de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** si la velocidad ( $v_n$ ) de variación de la relación es superior a la primera velocidad ( $v_1$ ), los terceros medios de determinación están dispuestos para supervisar la variación del valor ( $V$ ) medio de la tensión ( $V_{bus}$ ) del bus continuo de alimentación.
- 10 14. Sistema de acuerdo con la reivindicación 13, **caracterizado porque** si ha variado el valor ( $V$ ) medio de la tensión ( $V_{bus}$ ) del bus continuo de alimentación, el fallo consiste en una anomalía en un relé ( $S_w$ ) de precarga del circuito de precarga, y **porque** si no ha variado el valor medio ( $V$ ) de la tensión ( $V_{bus}$ ) del bus continuo de alimentación, el fallo consiste en una anomalía en la inductancia ( $L1$ ).
- 15 15. Sistema de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** si la velocidad ( $v_n$ ) de variación de la relación está comprendida entre la segunda velocidad ( $v_2$ ) y la primera velocidad ( $v_1$ ), los terceros medios de determinación están dispuestos para supervisar la variación de la potencia ( $P_f$ ) suministrada por el convertidor de potencia
- 20 16. Sistema de acuerdo con la reivindicación 15, **caracterizado porque** si ha aumentado la potencia ( $P_f$ ) suministrada por el convertidor de potencia, el fallo consiste en una sobrecarga de potencia del convertidor de tensión y **porque** si no ha aumentado la potencia suministrada por el convertidor de potencia, los terceros medios de determinación están dispuestos para llevar a cabo una comparación entre un valor función de la relación ( $\eta$ ) y un valor ( $lim$ ) límite.
17. Sistema de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque**, según el resultado de la comparación realizada, el fallo consiste en un desgaste avanzado del condensador ( $C_{bus}$ ) de bus o una variación de la frecuencia ( $f_R$ ) de la red ( $RD$ ) de distribución eléctrica.
- 25 18. Sistema de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 17, **caracterizado porque** consta de unos medios de medición o de estimación de la temperatura interna del condensador ( $C_{bus}$ ) de bus.

Fig. 1



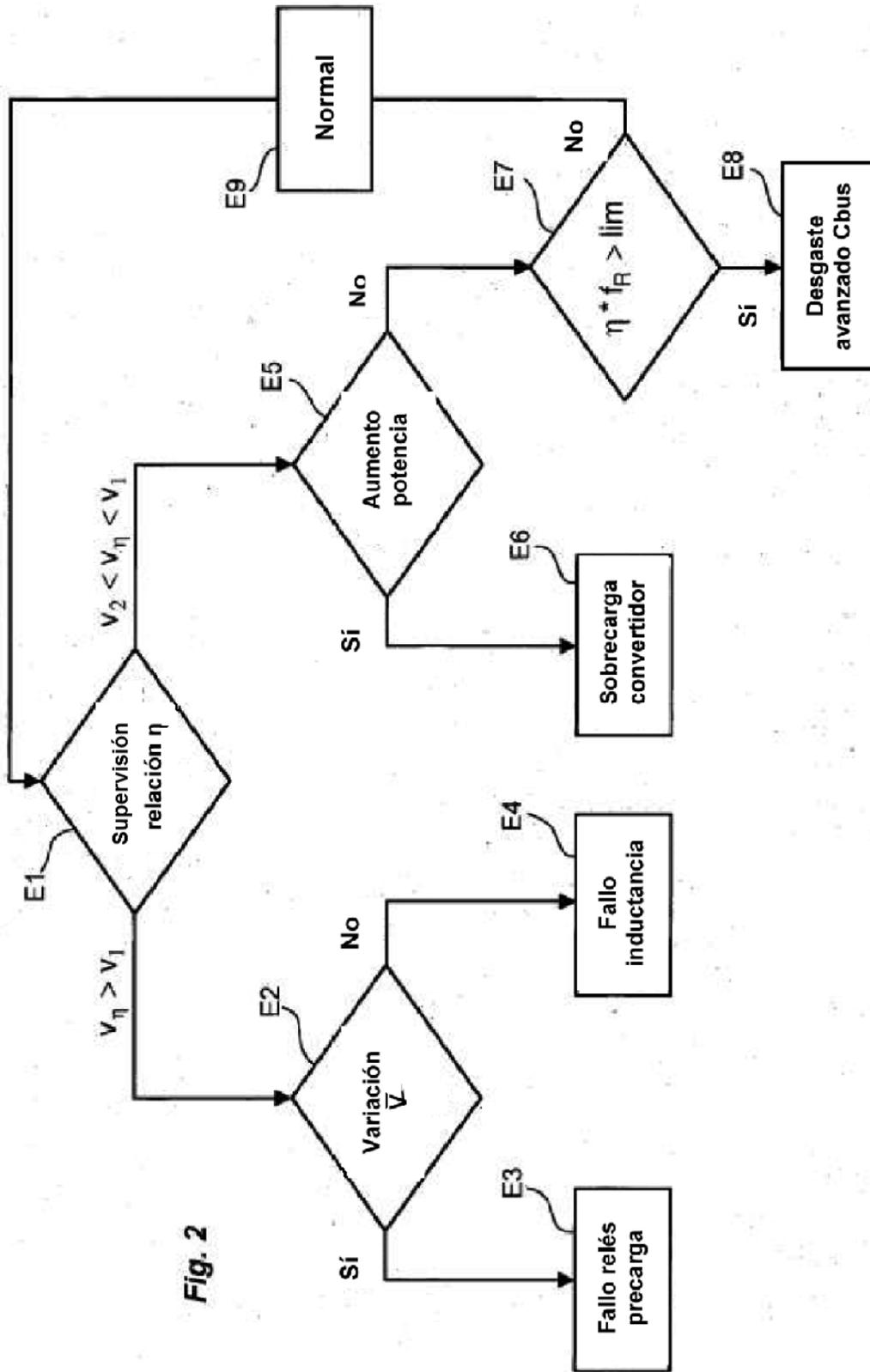


Fig. 2