

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 938 992**

51 Int. Cl.:

F03D 7/04

(2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2019** **E 19215077 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.02.2023** **EP 3667078**

54 Título: **Control dinámico de temperatura de disparo para módulo de potencia**

30 Prioridad:

13.12.2018 DK PA201870813

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

18.04.2023

73 Titular/es:

VESTAS WIND SYSTEMS A/S (100.0%)

Hedeager 42

8200 Aarhus N, DK

72 Inventor/es:

**ANDERSEN, THOMAS LUNDGREN;
PEDERSEN, KRISTIAN BONDERUP y
BODIWALA, HARDIK**

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 938 992 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

Control dinámico de temperatura de disparo para módulo de potencia

Campo de la invención

- 5 La presente invención se relaciona con el campo de los convertidores de potencia, más específicamente para la protección de módulos de potencia en convertidores de potencia, por ejemplo, para la conversión de potencia de energía eléctrica generada en aerogeneradores.

Antecedentes de la invención

- 10 En un aerogenerador, un convertidor de potencia sirve para convertir energía eléctrica de un generador en una salida eléctrica con un voltaje y una frecuencia adecuados, por ejemplo, para conexión a una red eléctrica. El convertidor de potencia incluye módulos de potencia con componentes de conmutación, por ejemplo, basados en Transistores Bipolares de Puerta Aislada (IGBT). No obstante, el manejo de una salida de alta potencia con un número limitado de módulos de potencia con elevado nivel de fallos que causan el apagado requiere monitorizar que no se exceda la temperatura máxima de los subcomponentes críticos.
- 15 En un módulo de potencia estándar, refrigerado por líquido o aire, un sensor de temperatura, por ejemplo, un termistor (NTC), es un componente incorporado previsto para monitorizar la temperatura de operación del dispositivo. A los IGBT y los diodos de potencia críticos no se les permite pasar de 175 °C bajo ninguna condición, y esto se busca en general monitorizando la temperatura del NTC. No obstante, dado que el sensor de temperatura no está en la misma posición que el componente crítico, es decir, la temperatura de la unión verdadera del componente crítico no se puede medir, no tendrán el mismo perfil de temperatura.
- 20 Normalmente, esto se maneja estableciendo un límite estricto en la temperatura de operación del sensor de temperatura, y luego se apaga el convertidor, si este valor se alcanzada o excede. Comúnmente se establece un límite de temperatura tal como 80-120 °C. No obstante, los riesgos de poner un límite estricto son: 1) establecer un valor demasiado alto: entonces el convertidor no se autoprotegerá durante un fallo (por ejemplo, una parada de refrigeración), y esto podría destruir potencialmente el convertidor; 2) establecer un valor demasiado bajo: un riesgo de apagar el convertidor innecesariamente, significando una pérdida de producción (un factor de producción perdida más alto); 3) el valor no se correlaciona con todos los modos de operación.
- 25

Compendio de la invención

- 30 De este modo, según la descripción anterior, es un objeto de la presente invención proporcionar un aerogenerador con una alta utilización de componentes eléctricos, y todavía con una alta fiabilidad con respecto a la protección efectiva del sistema convertidor de potencia con una protección efectiva de los componentes semiconductores de temperatura crítica para evitar daños de componentes críticos, sin embargo el sistema preferiblemente debería ser capaz de utilizar la capacidad de los componentes semiconductores, por ejemplo, reducir el número de módulos de potencia requeridos para un manejo de energía eléctrica dado. Preferiblemente, el sistema también es adecuado para su uso en un aerogenerador.
- 35 En un primer aspecto, la invención proporciona un aerogenerador que comprende un sistema convertidor de potencia según la reivindicación 1.
- 40 Tal aerogenerador es ventajoso, dado que aparte de monitorizar el sensor de temperatura (incorporado) del módulo de potencia del sistema convertidor de potencia, se monitorizan al menos dos parámetros adicionales con el propósito de ajustar continuamente el umbral de temperatura de disparo. En otras palabras, el umbral de temperatura de disparo se actualiza dinámicamente en el control de al menos dos parámetros tales como los parámetros medidos. Esto permite una buena adecuación del umbral de temperatura de disparo a las condiciones de operación reales del aerogenerador que a su vez tiene influencia en el convertidor, significando una mejor utilización y protección de los módulos de potencia que en el caso de usar un umbral de temperatura de disparo preestablecido fijo.
- 45 Esto se basa en la percepción de los inventores de que el sensor de temperatura incorporado no solamente detecta una temperatura diferente de la temperatura crítica de la unión del semiconductor, pero la tasa de cambio de la temperatura detectada y la temperatura de la unión también es significativamente diferente. Esto significa que para algunas condiciones de operación, por ejemplo, aumento o disminución de potencia, la temperatura detectada puede ser demasiado alta o demasiado baja en comparación con la temperatura verdadera de la unión. En el caso de que la refrigeración líquida del módulo de potencia se detenga por alguna razón, se ha descubierto que la temperatura de la unión aumentará a una tasa más alta que la temperatura detectada. Con un umbral de temperatura de disparo fijo, esto solamente se puede abordar estableciendo el umbral de temperatura de disparo lo suficientemente bajo para asegurar la operación segura en el peor de los casos, conduciendo de este modo a una utilización escasa general de la capacidad de los módulos de potencia. Con una temperatura de umbral de disparo que se establece dinámicamente en respuesta a, por ejemplo, la temperatura de entrada del agua refrigerante (para módulos de
- 50
- 55

potencia refrigerados por agua), se ha mostrado que es posible hacer coincidir estrechamente el umbral de temperatura de disparo para reflejar el riesgo real de que la temperatura de la unión alcance un nivel crítico.

La temperatura de disparo también se puede establecer dinámicamente mediante más de un parámetro, por ejemplo, con una entrada al controlador que indica el modo de potencia del convertidor, por ejemplo, el modo de potencia de un aerogenerador, es posible calcular además un umbral de temperatura de disparo para una adaptación óptima a las condiciones de operación reales de los módulos de potencia. Esto conduce a una alta seguridad para fallos de un módulo de potencia, y al mismo tiempo se asegura que la capacidad de los módulos de potencia se utiliza bajo todas las condiciones de operación. Como resultado, se puede implementar el mismo manejo de potencia del sistema convertidor con menos módulos de potencia sin comprometer la seguridad de operación y el riesgo de pérdida de producción de energía en caso de fallo de los módulos de potencia, por ejemplo, si se usa en un aerogenerador.

A continuación, se describirán realizaciones y características preferidas del aerogenerador.

El controlador se puede disponer para actualizar dicho umbral de temperatura de disparo calculando un valor de umbral de temperatura de disparo actualizado según un algoritmo de umbral de disparo en respuesta a al menos un parámetro.

El controlador está dispuesto para monitorizar al menos dos parámetros y para actualizar dicho umbral de temperatura de disparo en consecuencia. Especialmente, un primer parámetro es una temperatura de un líquido refrigerante dispuesto para refrigerar los módulos de potencia, y un segundo parámetro es información con respecto a un modo de potencia de operación del convertidor de potencia. Estos dos parámetros se pueden monitorizar, y un umbral de temperatura de disparo resultante se puede actualizar de una manera repetida mediante el cálculo continuo del umbral de temperatura de disparo según un algoritmo predeterminado.

Según la invención, la pluralidad de módulos de potencia están refrigerados por un líquido, y en donde se dispone un sensor de temperatura para detectar la temperatura de dicho líquido y para generar una señal de temperatura del líquido en consecuencia. Entonces, el controlador se dispone para actualizar el umbral de temperatura de disparo en respuesta a dicha señal de temperatura del líquido. Especialmente, se ha descubierto que se puede obtener una mejora significativa mediante una simple relación entre la temperatura de disparo y la temperatura del líquido refrigerante, esto es, estableciendo el umbral de temperatura de disparo igual a la temperatura del líquido refrigerante más un valor de desplazamiento. El valor de desplazamiento puede ser un valor fijo o puede ser un valor de desplazamiento que se actualiza en respuesta a al menos un parámetro. Preferiblemente, el controlador está dispuesto para actualizar el umbral de temperatura de disparo en respuesta a la señal de temperatura del líquido y al menos un parámetro adicional, por ejemplo, un parámetro o parámetros adicionales que es uno o ambos de: una temperatura ambiente, y un modo de potencia del sistema convertidor. Se sabe que ambos de estos parámetros tienen una influencia en las condiciones de operación de un convertidor de potencia en un aerogenerador y, de este modo, en realizaciones más complejas, estos parámetros se pueden tener en cuenta en la actualización del umbral de temperatura de disparo.

El sensor de temperatura dispuesto en conexión térmica con el componente semiconductor comprende preferiblemente un termistor, por ejemplo, un termistor de Coeficiente de Temperatura Negativo (NTC) colocado en una estructura del módulo de potencia a una distancia limitada lejos del al menos un componente semiconductor (IGBT), detectando de este modo una temperatura que está relacionada con la temperatura de la unión del componente semiconductor, pero donde la conducción térmica entre el semiconductor y el termistor hace que la temperatura detectada tenga un nivel de temperatura diferente, y además hay una latencia entre un cambio en la temperatura de la unión y cambio en la temperatura detectada.

El al menos un componente semiconductor (IGBT) comprende al menos un Transistor Bipolar de Puerta. Alternativamente, o además, el módulo de potencia puede incluir uno o más de: MOSFET, GTO, IGCT y/o conmutadores electrónicos de potencia basados en tecnologías de carburo de silicio (SiC). Especialmente, el sistema convertidor de potencia se puede dimensionar para convertir energía eléctrica de al menos 1 MW, tal como 2-10 MW o más. El convertidor de potencia puede comprender tal como 2-100 módulos de potencia apilados para ser capaces de manejar la capacidad de energía eléctrica requerida por el sistema convertidor de potencia. Los módulos de potencia pueden comprender cada uno una pluralidad de conmutadores semiconductores electrónicos de potencia controlados por un controlador de puerta eléctrico, por ejemplo, para hacer que los módulos de potencia operen a una frecuencia de conmutación por debajo de 10 kHz, por ejemplo, 1-10 kHz. Los módulos de potencia pueden comprender especialmente un módulo de IGBT, por ejemplo, un módulo de potencia primepack con un termistor incorporado.

El controlador se puede disponer para determinar el apagado mediante diferentes estrategias en respuesta a los sensores de temperatura de los módulos de potencia. O bien se determina un apagado del convertidor de potencia en caso de que solo uno de los sensores de temperatura indique una temperatura que exceda el umbral de temperatura de disparo, o bien, alternativamente, se determina un apagado calculando una temperatura combinada en respuesta a las señales de temperatura de la pluralidad de módulos de potencia, y comparando esta temperatura combinada con el umbral de temperatura de disparo. Por ejemplo, se puede aceptar que la temperatura o

temperaturas excedan el umbral de temperatura de disparo durante un corto período de tiempo antes de determinar el apagado.

Según la invención, la pluralidad de módulos de potencia se refrigeran por un líquido, y en donde un sensor de temperatura está dispuesto para detectar la temperatura de dicho líquido y para generar una señal de temperatura del líquido en consecuencia, y en donde el controlador está dispuesto para actualizar el umbral de temperatura de disparo en respuesta a dicha señal de temperatura del líquido. Especialmente, el controlador puede estar dispuesto para recibir una señal indicativa de un modo de potencia del aerogenerador, y para actualizar dicho umbral de temperatura de disparo en respuesta a una combinación de dicha señal de temperatura del líquido y dicha señal indicativa del modo de potencia del aerogenerador. Conociendo el modo de potencia establecido por el aerogenerador, el controlador del convertidor de potencia puede decidir y, de este modo, al menos una parte de la latencia en las temperaturas medidas en el módulo de potencia se puede compensar actualizando el umbral de temperatura de disparo por adelantado a un desarrollo previsto en la operación de los módulos de potencia.

En una realización, el aerogenerador comprende un generador eléctrico de tipo de imán permanente para generar energía eléctrica a ser convertida por el sistema convertidor de potencia.

En una realización, el controlador del sistema convertidor de potencia se conecta a un controlador para controlar la operación del aerogenerador, y en donde el controlador para la operación de control del aerogenerador se dispone para apagar la operación del aerogenerador, en caso de que el controlador del sistema convertidor de potencia apague la operación del sistema convertidor de potencia.

En un segundo aspecto, la invención proporciona un método para controlar la conversión de potencia en un aerogenerador según la reivindicación 14.

Según la invención, el método comprende detectar una temperatura de un líquido para refrigerar los módulos de potencia, y actualizar el umbral de temperatura de disparo según esta temperatura, por ejemplo, estableciendo el umbral de temperatura de disparo igual a la temperatura del líquido más un desplazamiento, por ejemplo, un desplazamiento fijo predeterminado.

Se ha de entender que las mismas ventajas y realizaciones preferidas y características mencionadas para el primer aspecto se aplican también a los segundos aspectos, y los aspectos se pueden mezclar de cualquier forma.

Breve descripción de las figuras

La invención se describirá ahora con más detalle con respecto a las figuras que se acompañan de las cuales

la Fig. 1 ilustra un aerogenerador, en el que está comprendido el sistema convertidor de potencia de la invención,

la Fig. 2 ilustra un módulo de potencia con un sensor de temperatura incorporado,

la Fig. 3 ilustra una realización del sistema convertidor de potencia, y

la Fig. 4 ilustra los pasos de una realización del método.

Las figuras ilustran formas específicas de implementar la presente invención y no se han de interpretar como que son limitantes de otras posibles realizaciones que caen dentro del alcance del conjunto de reivindicaciones adjunto.

Descripción detallada de la invención

La Fig. 1 ilustra un aerogenerador con tres palas de rotor BL para accionar un generador eléctrico situado en el interior de la góndola NC en la parte superior de una torre TW. Típicamente, el sistema convertidor de potencia en un aerogenerador se puede poner arriba de la torre o debajo de la torre. El convertidor de potencia completa típicamente comprende una pila de potencia de módulos de potencia para la conversión de AC/DC y una pila de potencia de módulos de potencia para la conversión de DC/AC. Además, el sistema convertidor comprende reactores, condensadores de filtro, disyuntores, barras colectoras y otros sistemas relacionados con el convertidor.

El aerogenerador con el sistema convertidor de potencia según la invención es ventajoso, por ejemplo, para aerogeneradores capaces de generar alta potencia eléctrica, tal como más de 1 MW. No obstante, se ha de entender que la invención también se puede usar en otros intervalos de potencia, especialmente para aplicaciones que oscilan desde tal como 1 kW y hacia arriba. Un rendimiento altamente fiable del sistema convertidor y, de este modo, también del aerogenerador se puede obtener debido a la forma mejorada de monitorizar los módulos de potencia y, al mismo tiempo, los módulos de potencia se pueden utilizar de manera más eficiente, permitiendo de este modo potencialmente una reducción en el número de módulos de potencia que pueden manejar una capacidad de potencia dada. Esto proporciona un aerogenerador eficiente y, sin embargo, fiable.

La Fig. 2 ilustra un boceto de un módulo de potencia con un componente de potencia semiconductor IGBT que sirve para realizar la conmutación eléctrica y que se puede usar en un sistema convertidor de potencia. Un sensor de temperatura NTC incorporado se pone en conexión térmica con el IGBT pero a una distancia del componente

semiconductor IGBT, de modo que la temperatura detectada TS1 esté relacionada con la temperatura del componente semiconductor IGBT. No obstante, el nivel de temperatura detectado y la tasa de cambio serán diferentes de la temperatura de la unión del componente semiconductor IGBT, que es la temperatura crítica a monitorizar para asegurar que no se excede una temperatura de 175 °C. Esto se puede manejar estableciendo un límite estricto, un umbral de temperatura de disparo usado como límite de apagado para evitar fallos de los módulos de potencia, por ejemplo, implicando riesgos de explosión. Tal límite estricto para la temperatura detectada es significativamente más bajo que el umbral de temperatura de la unión de 175 °C, por ejemplo, tal como 80-120 °C se usa comúnmente, para asegurar el apagado antes de dañar los módulos de potencia. La temperatura de disparo elegida depende de muchas variables. Por ejemplo: voltaje de enlace de dc, corriente de fase, frecuencia de conmutación, método de refrigeración, intervalo de temperatura del medio de refrigeración y muchos más.

No obstante, usando el mismo sensor de temperatura NTC en módulos de potencia comunes, la invención sugiere proporcionar un establecimiento dinámico del umbral de temperatura de disparo, como se describirá a continuación.

La Fig. 3 muestra una realización de un sistema convertidor de potencia con un convertidor de potencia CNV dispuesto para convertir una entrada de potencia eléctrica E_I en una salida de potencia eléctrica E_O. El convertidor de potencia CNV comprende tener una pluralidad de módulos de potencia PM1, PM2, cada uno que comprende un componente semiconductor, por ejemplo, un componente basado en IGBT, y un sensor de temperatura dispuesto en conexión térmica con el componente semiconductor, y que está dispuesto para generar una señal de temperatura TS1, TS2, respectiva, en consecuencia. Estas temperaturas TS1, TS2 se aplican a un controlador CTL que tiene un procesador que ejecuta un algoritmo de control con dos partes A1, A2. La primera parte del algoritmo de control A1 calcula continuamente un umbral de temperatura de disparo TTH en respuesta a dos parámetros, esto es:

1) temperatura TC del agua refrigerante para refrigerar los módulos de potencia PM1, PM2 y

2) un modo de potencia PMD de la aplicación en el que se usa el convertidor de potencia, por ejemplo, un aerogenerador. Especialmente, un sensor de temperatura del agua refrigerante CTS se puede poner para detectar la temperatura del agua refrigerante TC en la entrada del agua refrigerante. La primera parte del algoritmo de control A1 calcula el umbral de temperatura de disparo en respuesta a la temperatura del agua refrigerante TC y el modo de potencia PMD según un algoritmo predeterminado. La segunda parte del algoritmo de control A2 recibe las temperaturas TS1, TS2 de los módulos de potencia PM1, PM2 y compara estas con el umbral de temperatura de disparo TTH actualizado dinámicamente, y cuando se cumple un criterio de apagado predeterminado, por ejemplo, una o un promedio de ambas temperaturas TS1, TS2 superan el umbral TTH, entonces el controlador CTL determina apagar S_D el convertidor para proteger los módulos de potencia PM1, PM2 de daños. Por ejemplo, la señal de apagado S_D se puede enviar al controlador general del aerogenerador o a otro controlador de aplicación para informar acerca del apagado del convertidor.

La actualización dinámica del umbral de temperatura de disparo, incluyendo la temperatura del agua refrigerante TC permite que el controlador CTL ajuste el umbral de temperatura de disparo TTH a un valor mucho más relevante para la comparación con las temperaturas TS1, TS2 medidas por los sensores de temperatura incorporados de los módulos de potencia PM1, PM2. Se ha demostrado que los cambios en la temperatura del agua refrigerante cambian significativamente la temperatura de disparo relevante para evitar daños en los componentes semiconductores. De este modo, con el umbral de temperatura de disparo TTH dinámico en dependencia con la temperatura del agua refrigerante TC, permite que esto sea tenido en cuenta, por ejemplo, por un valor de desplazamiento simple, por ejemplo, un valor de desplazamiento fijo. Además, con la dependencia del establecimiento del modo de potencia real, también se ha demostrado también una influencia en el umbral de temperatura de disparo TTH relevante, permitiendo por ello que el algoritmo A1 aproveche la información de un cambio en la configuración del modo de potencia, lo que puede cambiar significativamente la temperatura de la unión del componente semiconductor por adelantado del efecto medido por los sensores de temperatura incorporados de los módulos de potencia PM1, PM2. Incluso parámetros adicionales, por ejemplo, la temperatura de los ambientes y otros parámetros se pueden usar para refinar aún más la actualización dinámica del umbral de temperatura de disparo TTH, para reflejar mejor el valor relevante para comparar con las temperaturas TS1, TS2 medidas.

Solamente se muestran dos módulos de potencia PM1, PM2 por simplicidad, se ha de entender que el convertidor de potencia CNV puede incluir pilas de un número mucho mayor de módulos de potencia PM1, PM2 para permitir que el convertidor de potencia CNV convierta energía eléctrica de varios MW.

La Fig. 4 ilustra un gráfico de la temperatura TMP frente al tiempo T para una realización bastante simple, donde el umbral de temperatura de disparo TTH actualizado se calcula como la temperatura del agua refrigerante TC con la adición de un desplazamiento OFS de valor fijo. Esto se ha demostrado que proporciona un umbral de temperatura de disparo TTH fiable que evita:

1) un valor demasiado alto, donde el convertidor de potencia no se autoprotegerá durante un fallo, por ejemplo, parada de refrigeración, lo que podría dañar potencialmente el convertidor;

2) un valor demasiado bajo, que causaría el riesgo de apagar el convertidor innecesariamente, significando una pérdida de producción (un factor de producción perdida más alto); y

3) un valor que no se correlaciona con todos los modos de operación, significando que el rendimiento del módulo de potencia podría no estar equilibrado con la aplicación real.

- 5 Con el establecimiento del umbral de temperatura de disparo TTH dinámico de la invención, se puede combinar una alta seguridad con una alta utilización de los módulos de potencia.

Se ha de entender que se puede establecer un valor de desplazamiento OFS fijo según la configuración real de los módulos de potencia y otros parámetros, pero en tal desplazamiento OFS se puede establecer en el intervalo de 5-80 °C, tal como 10-60 °C.

- 10 En general, para un sistema convertidor de potencia de aerogenerador, el umbral de temperatura de disparo TTH se puede calcular como la suma de una temperatura de referencia T0 y un desplazamiento DT que dependen ambos de más parámetros:

$$TTH = T0(TC, PMD, TA) + DT(PMD, TA),$$

- 15 donde TC es la temperatura del agua refrigerante, PMD es el modo de potencia del aerogenerador, y TA es la temperatura ambiente, es decir, la temperatura ambiental fuera del aerogenerador.

- La Fig. 5 ilustra los pasos de una realización de un método para controlar un sistema convertidor de potencia con una pluralidad de módulos de potencia que manejan la operación de conmutación eléctrica del convertidor de potencia, cada módulo de potencia que comprende al menos un componente semiconductor. El método implica detectar una temperatura S_T en un punto con conexión térmica a al menos un componente semiconductor en cada uno de la pluralidad de módulos de potencia. Además, el método implica monitorizar al menos un parámetro M_P1, por ejemplo, una temperatura de un líquido refrigerante para refrigerar los módulos de potencia, y actualizar un umbral de temperatura de disparo S_TT según al menos un parámetro, por ejemplo, estableciendo el umbral de temperatura de disparo igual a la temperatura del líquido refrigerante más un desplazamiento fijo. A continuación, comparar C_T_TT las temperaturas detectadas de los módulos de potencia con el umbral de temperatura de disparo y apagar S_DN la operación del sistema convertidor de potencia si una o más de las temperaturas detectadas exceden el umbral de temperatura de disparo.

- En resumen: la invención dota a un aerogenerador con un sistema convertidor de potencia que tiene una pluralidad de módulos de potencia PM1, PM2 cada uno con un componente semiconductor, tal como IGBT, y un sensor de temperatura NTC dispuesto en conexión térmica con el componente semiconductor IGBT para generar una señal de temperatura T según una temperatura detectada. Un controlador CTL recibe las señales de temperatura T de los respectivos módulos de potencia PM1, PM2, y el controlador puede apagar la operación del sistema convertidor de potencia en caso de que una o más de las señales de temperatura T indiquen una temperatura que exceda un umbral de temperatura de disparo TT, en donde el controlador CTL está dispuesto para monitorizar en menos dos parámetros (TC, PMD) y para actualizar dicho umbral de temperatura de disparo TT en consecuencia.

- 35 Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con las realizaciones especificadas, no se debería interpretar como que está limitada de ninguna forma a los ejemplos presentados. El alcance de la presente invención está definido por el conjunto de reivindicaciones que se acompañan. En el contexto de las reivindicaciones, los términos "que incluye" o "incluye" no excluyen otros posibles elementos o pasos. También, la mención de referencias tales como "un" o "una", etc. no se debería interpretar como excluyente de una pluralidad. El uso de signos de referencia en las reivindicaciones con respecto a los elementos indicados en las figuras tampoco se interpretará como que limita el alcance de la invención. Además, las características individuales mencionadas en diferentes reivindicaciones posiblemente se pueden combinar ventajosamente, y la mención de estas características en diferentes reivindicaciones no excluye que una combinación de características no sea posible y ventajosa.

REIVINDICACIONES

1. Un aerogenerador que comprende un sistema convertidor de potencia que comprende
 - una pluralidad de módulos de potencia (PM1, PM2) cada uno que comprende
 - al menos un componente semiconductor (IGBT), y
- 5 - un sensor de temperatura (NTC) dispuesto en conexión térmica con el componente semiconductor (IGBT), y que está dispuesto para generar una señal de temperatura (TS1, TS2) en consecuencia, y
 - un controlador (CTL) dispuesto para recibir señales de temperatura (TS1, TS2) de los respectivos módulos de potencia (PM1, PM2), y para apagar la operación del sistema convertidor de potencia en caso de que una o más de las señales de temperatura (TS1, TS2) indiquen una temperatura que exceda un umbral de temperatura de disparo (TTH), en donde el controlador (CTL) está dispuesto para monitorizar al menos un parámetro (TC y actualizar dicho umbral de temperatura de disparo (TTH) según al menos un parámetro (TC), en donde el controlador está dispuesto para monitorizar al menos dos parámetros (TC, PMD), y para actualizar dicho umbral de temperatura de disparo (TTH) en consecuencia, y en donde al menos dos parámetros comprenden: una temperatura (TC) del agua refrigerante para refrigerar la pluralidad de módulos de potencia (PM1, PM2) y un modo de potencia (PMD) del sistema convertidor de potencia.
- 10 2. El aerogenerador según la reivindicación 1, en donde el controlador está dispuesto para actualizar dicho umbral de temperatura de disparo (TTH) calculando un valor de umbral de temperatura de disparo (TTH) actualizado según un algoritmo de umbral de disparo (A1) en respuesta a al menos un parámetro (TC).
- 20 3. El aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la pluralidad de módulos de potencia (PM1, PM2) están refrigerados por un líquido, y en donde un sensor de temperatura (CTS) se dispone para detectar una temperatura de dicho líquido y para generar una señal de temperatura del líquido (LT) en consecuencia, y en donde el controlador está dispuesto para actualizar el umbral de temperatura de disparo (TTH) en respuesta a dicha señal de temperatura del líquido (TC).
- 25 4. El aerogenerador según la reivindicación 3, en donde el controlador está dispuesto para actualizar el umbral de temperatura de disparo (TTH) estableciendo el umbral de temperatura de disparo (TTH) igual a la temperatura de dicho líquido más un valor de desplazamiento (OFS).
5. El aerogenerador según la reivindicación 4, en donde dicho valor de desplazamiento es un valor de desplazamiento predeterminado fijo.
- 30 6. El aerogenerador según la reivindicación 4, en donde dicho valor de desplazamiento se actualiza en respuesta a al menos un parámetro.
7. El aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones 3-6, y en donde el controlador está dispuesto para actualizar el umbral de temperatura de disparo (TTH) en respuesta a dicha señal de temperatura del líquido (TC) y al menos un parámetro adicional.
- 35 8. El aerogenerador según la reivindicación 7, en donde el al menos un parámetro adicional comprende: una temperatura ambiente.
9. El aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el sensor de temperatura (NTC) dispuesto en conexión térmica con el componente semiconductor (IGBT) comprende un termistor colocado en una estructura del módulo de potencia a una distancia limitada lejos del al menos un componente semiconductor (IGBT).
- 40 10. El aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el al menos un componente semiconductor (IGBT) comprende al menos un Transistor Bipolar de Puerta.
11. El aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el al menos un parámetro (TC) comprende uno o más de: un voltaje de enlace de DC, una corriente de fase, una frecuencia de conmutación, un método de refrigeración y un intervalo de temperatura del medio de refrigeración.
- 45 12. El aerogenerador según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la pluralidad de módulos de potencia (PM1, PM2) se refrigeran por un líquido, y en donde un sensor de temperatura (CTS) está dispuesto para detectar una temperatura de dicho líquido y para generar una señal de temperatura del líquido (LT) en consecuencia, y en donde el controlador está dispuesto para actualizar el umbral de temperatura de disparo (TTH) en respuesta a dicha señal de temperatura del líquido (LT).
- 50 13. El aerogenerador según la reivindicación 12, en donde el controlador (CTL) está dispuesto para recibir una señal indicativa de un modo de potencia del aerogenerador, y para actualizar dicho umbral de temperatura de disparo (TTH) en respuesta a una combinación de dicha señal de temperatura del líquido (LT) y dicha señal indicativa del modo de potencia (PMD) del aerogenerador.

14. Un método para controlar la conversión de potencia en un aerogenerador, en donde el aerogenerador comprende un sistema convertidor de potencia con una pluralidad de módulos de potencia (PM1, PM2), cada uno que comprende al menos un componente semiconductor, el método que comprende

- 5 - detectar una temperatura (S_T) en un punto con conexión térmica a al menos un componente semiconductor en cada uno de la pluralidad de módulos de potencia,
- monitorizar al menos dos parámetros (TC, PMD), en donde los al menos dos parámetros comprenden: una temperatura (TC) del agua refrigerante para refrigerar la pluralidad de módulos de potencia (PM1, PM2) y un modo de potencia (PMD) del sistema convertidor de potencia,
- actualizar un umbral de temperatura de disparo (S_TT) según el al menos un parámetro,
- 10 - comparar (C_T_TT) dichas temperaturas detectadas con el umbral de temperatura de disparo, y
- apagar (S_DWN) la operación del sistema convertidor de potencia si una o más de las temperaturas detectadas excede el umbral de temperatura de disparo.

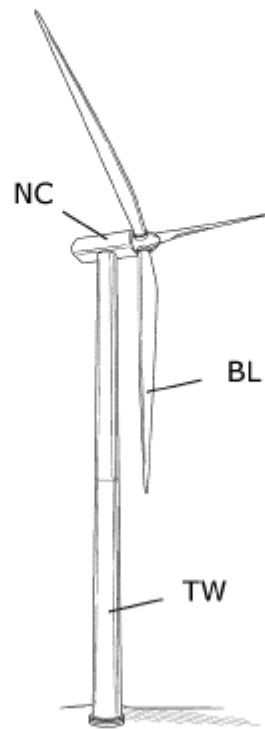


FIG. 1

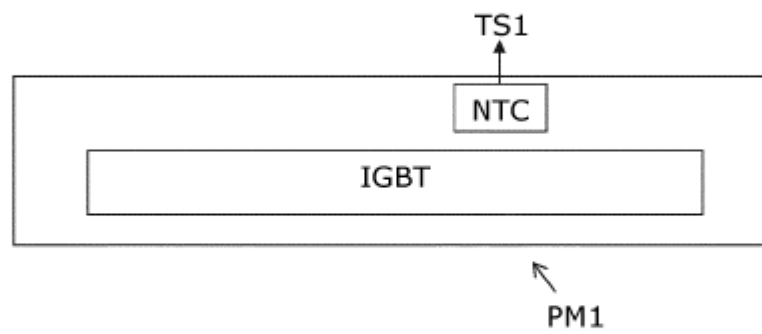


FIG. 2

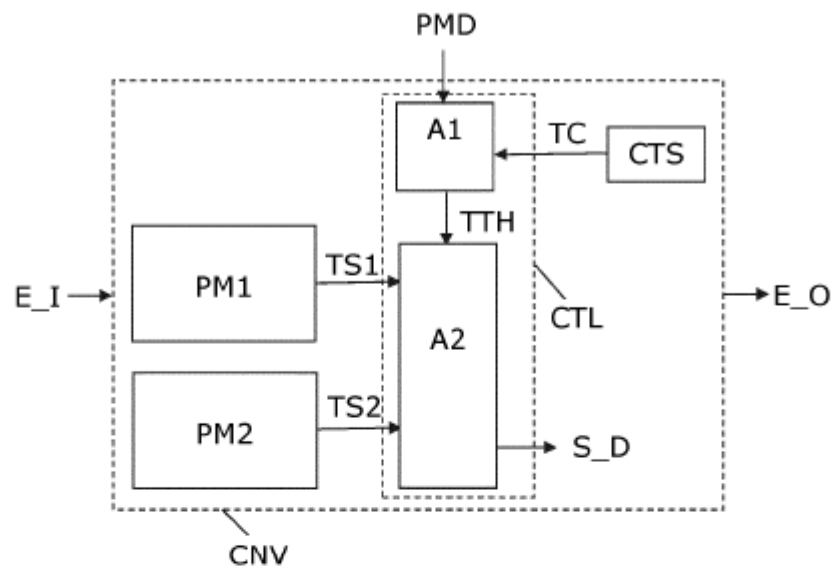


FIG. 3

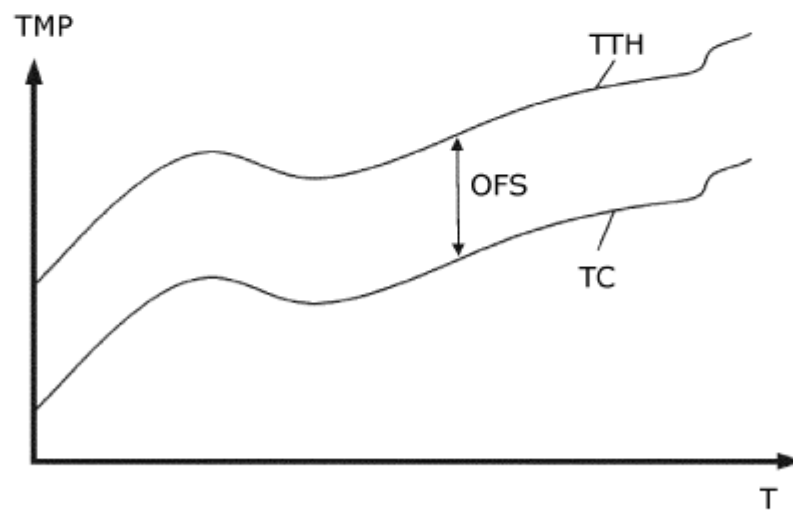


FIG. 4

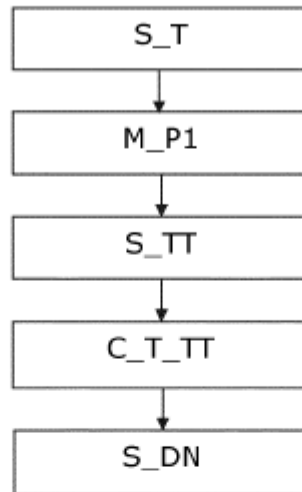


FIG. 5