

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 657 680**

51 Int. Cl.:

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 3/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.01.2010** **E 10000319 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.11.2017** **EP 2346133**

54 Título: **Dispositivo convertidor y método para convertir energía eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
06.03.2018

73 Titular/es:

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE

72 Inventor/es:

ANDRESEN, BJÖRN y
WULFF, STEFFEN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 657 680 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

Dispositivo convertidor y método para convertir energía eléctrica

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere al campo de los dispositivos convertidores para convertir una potencia de entrada en una potencia de salida eléctrica. En particular, la presente invención se refiere al campo de los dispositivos convertidores para turbinas eólicas.

Antecedentes de la técnica

10 Son conocidos dispositivos generadores de energía, los cuales proporcionan una energía variable a una red eléctrica a la cual están conectados. Por ejemplo, una turbina eólica proporciona menos energía para velocidades de viento menores. Otro ejemplo es una planta de energía solar, cuya potencia de salida depende de la disponibilidad e intensidad de la luz solar. La energía variable puede conducir a perturbaciones de tensión en la red eléctrica. Además, los consumidores que consumen la energía de la red eléctrica pueden generar perturbaciones en la red eléctrica.

15 El documento EP 1 386 078 B1 da a conocer un método de funcionamiento de una instalación de energía eólica de reducción o al menos un aumento de forma no significativa de las variaciones no deseadas de la tensión en una red eléctrica en comparación con una situación sin la turbina eólica, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. La instalación de energía eólica tiene un generador eléctrico, que puede ser accionado por un rotor con el fin de emitir una energía eléctrica a una red eléctrica con un componente reactivo que es alimentado en la red eléctrica. El componente reactivo es predeterminado por un ángulo φ de fase, el cual describe un ángulo entre la intensidad y el voltaje de los voltios amperios eléctricos que son suministrados, en donde el ángulo φ de fase se varía como una
20 función de la magnitud de al menos una tensión, que es detectada en la red, de tal manera que el ángulo de fase no cambia siempre que la tensión de red esté entre un valor umbral inferior predeterminado y un valor umbral superior predeterminado, con el valor de tensión inferior siendo menor que un valor de tensión nominal y el valor de tensión superior predeterminado siendo mayor que un valor de tensión nominal predeterminado. Si el valor de tensión superior predeterminado es excedido o el valor de tensión inferior predeterminado no es alcanzado, la magnitud del ángulo de
25 fase surge a medida que surge la tensión o cae adicionalmente.

En vista de la situación descrita anteriormente, existe la necesidad de un dispositivo convertidor mejorado que permita acomodar las variaciones de tensión en una red eléctrica.

Resumen de la invención

30 Esta necesidad puede cumplirse mediante la materia de acuerdo con las reivindicaciones independientes. Modos de realización ventajosos de la materia divulgada en el presente documento son descritos por las reivindicaciones dependientes.

35 De acuerdo con un primer aspecto de la materia divulgada en el presente documento, se proporciona un dispositivo convertidor, de acuerdo con la materia de la reivindicación 1, para convertir una entrada de energía a una salida de energía eléctrica. El dispositivo convertidor comprende una entrada de tensión para recibir una señal de tensión, en donde la señal de tensión es indicativa de una tensión en una red eléctrica a la cual está conectado el dispositivo convertidor durante el funcionamiento con el fin de proporcionar dicha potencia de salida eléctrica a dicha red eléctrica. Además, el dispositivo convertidor comprende un controlador que está configurado para mantener el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia de salida eléctrica a un valor fuera de banda constante si la tensión indicada por la señal de tensión está afuera de una banda de tensión predeterminada.

40 En el presente documento, el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia de salida eléctrica se refiere a la definición usual del ángulo de fase basándose en la intensidad total (intensidad compleja, que incluye la intensidad activa y reactiva) de la potencia de salida eléctrica.

45 De acuerdo con un modo de realización, el controlador es además configurado configurando un componente de intensidad activa de dicha potencia de salida eléctrica a cero si la tensión indicada por la señal de tensión está fuera de una banda de tensión predeterminada. Por ejemplo, de acuerdo con un modo de realización, el componente de tensión activa es la tensión activa de una fase de la potencia de salida eléctrica. Por ejemplo, si la potencia de salida eléctrica tiene tres fases, de acuerdo con un modo de realización, un controlador individual descrito en el presente documento es proporcionado para cada fase. De acuerdo con otros modos de realización, el controlador único es proporcionado para dos o más fases de la potencia de salida eléctrica.

50 De acuerdo con un modo de realización del primer aspecto, el controlador está configurado para configurar un componente reactivo de la potencia de salida eléctrica dependiendo de la señal de tensión mientras que mantiene el

ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia de salida eléctrica en el valor fuera de banda constante si la tensión indicada por la señal de tensión está fuera de la banda de tensión predeterminada.

5 De acuerdo con un modo de realización, el componente reactivo es una intensidad reactiva. Otros ejemplos de componente reactivo son una potencia reactiva, un ángulo de fase o un factor de potencia. Estos componentes reactivos son bien conocidos para los expertos en la técnica y no se discuten con mayor detalle. Además, el componente reactivo puede ser el componente reactivo de una fase de una potencia de salida eléctrica de varias fases. Por tanto, el ángulo de fase puede configurarse directamente configurando el propio ángulo de fase, de acuerdo con otro modo de realización puede configurarse de forma indirecta configurando un componente reactivo que está en relación funcional con el ángulo de fase. Sin embargo, el componente reactivo se configura de acuerdo con el valor fuera de banda del ángulo de fase. En otras palabras, el componente reactivo se configura de tal manera que el ángulo de fase resultante se mantiene en el valor fuera de banda predeterminado.

15 La señal de tensión se puede generar de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, de acuerdo con un modo de realización, la señal de tensión es derivada de la salida eléctrica proporcionada por el dispositivo convertidor. De acuerdo con otro modo de realización, la tensión que es indicada por la señal de tensión es una tensión en una red eléctrica a la cual está conectado el convertidor.

De acuerdo con un modo de realización, el dispositivo convertidor está configurado para recibir una potencia de entrada mecánica. Por ejemplo, de acuerdo con un modo de realización, un dispositivo convertidor puede incluir un generador de inducción doblemente alimentado, por ejemplo, del tipo conocido a partir del documento US 6,448,735 B1.

20 De acuerdo con otro modo de realización, la potencia de entrada es una potencia de entrada eléctrica. En otras palabras, de acuerdo con este modo de realización, el dispositivo convertidor está configurado para recibir una potencia de entrada eléctrica. A tal fin, el dispositivo convertidor puede comprender al menos un convertidor, por ejemplo, un convertidor de frecuencia, para convertir la potencia de entrada eléctrica en potencia de salida eléctrica. Dado que en este caso el dispositivo convertidor se hace funcionar sólo en el lado eléctrico, también se refiere en el presente documento como dispositivo convertidor eléctrico.

De acuerdo con un modo de realización, el dispositivo convertidor es un dispositivo convertidor de una turbina eólica. De acuerdo con un modo de realización adicional, el dispositivo convertidor es un dispositivo convertidor eléctrico de una turbina eólica y por tanto está configurado para convertir una potencia de entrada eléctrica generada por un generador de una turbina eólica en una potencia de salida eléctrica.

30 De forma general, la energía eléctrica generada por un generador de energía eléctrica puede ser convertida previamente de manera que proporciona la potencia de entrada eléctrica del dispositivo convertidor eléctrico. La conversión previa puede ser de cualquier tipo adecuado conocido en la técnica. Por ejemplo, se puede conectar un rectificador entre la salida del generador y la entrada de potencia del dispositivo convertidor, que recibe la potencia de entrada eléctrica.

35 La banda de tensión predeterminada es algunas veces referida como banda inactiva. Además, el término "banda de tensión" es utilizado como sinónimo para un intervalo de tensión.

40 La banda de tensión predeterminada puede programarse previamente de forma fija en el dispositivo convertidor. De acuerdo con otro modo de realización, el dispositivo convertidor comprende una entrada de control para recibir al menos una señal de control de banda de tensión. El dispositivo convertidor puede estar además configurado para configurar la banda de tensión predeterminada en respuesta a la señal de control de banda de tensión recibida.

45 La anchura de la banda de tensión predeterminada puede estar en el rango de un 0% hasta por encima de un 20% de la tensión nominal. De acuerdo con otro modo de realización, la anchura de la banda de tensión predeterminada está en el rango de un 5% a un 15% de la tensión nominal. De acuerdo a los modos de realización, los porcentajes descritos en el presente documento se refieren a valores +/- respectivo tales que los valores de porcentaje se refieren a la mitad del intervalo respectivo. Por ejemplo, si la tensión nominal es de 240 V y la anchura de la banda de tensión determinada es de un 10% de la tensión nominal, entonces la anchura de la banda de tensión predeterminada llega a +/- 24 V, es decir, la banda de tensión predeterminada es [tensión nominal - 24 V; tensión nominal + 24 V]. En otros modos de realización, los valores de porcentaje indican el intervalo completo.

50 De acuerdo con un modo de realización, la banda de tensión predeterminada está centrada alrededor de la tensión nominal, mientras que de acuerdo con otro modo de realización, la banda de tensión predeterminada está dispuesta de forma no simétrica con respecto a la tensión nominal.

De acuerdo con un modo de realización, el controlador está configurado para configurar la magnitud del valor fuera de banda del ángulo de fase dependiendo de una magnitud de la distorsión de tensión de dicha tensión en dicha red

- 5 eléctrica. En el presente documento, una magnitud de una distorsión de tensión puede incluir al menos uno de, por ejemplo, una magnitud de una desviación de la banda de tensión predeterminada, y una duración de la desviación de la banda de tensión predeterminada, etc. De acuerdo con otros modos de realización, el controlador tiene almacenado en el mismo un valor fuera de banda fijo del ángulo de fase, que no es alterado por el controlador, al menos no en respuesta a la señal de tensión. De acuerdo con otro modo de realización, el valor fuera de banda del ángulo de fase es alterado en respuesta a la recepción de una señal de control que indica un valor fuera de banda a configurar.
- De acuerdo con un modo de realización, el ángulo de fase fuera de banda predeterminado es de 90 grados, correspondiendo a una intensidad activa de cero. Esto tiene la ventaja de que sólo un componente de intensidad influye en la potencia de salida eléctrica del dispositivo convertidor.
- 10 Generalmente en el presente documento, el término “configuración” se ha de interpretar en un sentido amplio. Por ejemplo configurando una cierta cantidad (por ejemplo, el ángulo de fase, un componente activo, un componente reactivo, etc.) dependiendo de una señal de tensión incluye, por ejemplo, configurar la cantidad dependiendo de la señal de tensión en intervalos de tiempo definidos, variando la cantidad (por ejemplo, la magnitud de la intensidad reactiva) en respuesta a una señal de tensión variable, etc. En particular, “configurar un componente reactivo que depende de una señal de tensión” incluye, por ejemplo, configurar el componente reactivo que depende de la señal de tensión en intervalos de tiempo definidos, variando el componente reactivo en respuesta a una señal de tensión variable, etc.
- 15 De acuerdo con un modo de realización, el controlador está configurado para configurar el signo del ángulo de fase de manera que conduce la tensión de su fase hacia la banda de tensión predeterminada.
- 20 De acuerdo con un modo de realización adicional, el controlador está configurado para cambiar el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia de salida eléctrica en el límite de dicho intervalo de tensión predeterminada en una manera escalonada.
- Debería mencionarse que siempre que el controlador tenga en cuenta las señales de intensidad, se proporciona una unidad de medida de intensidad con el fin de medir una señal de intensidad representativa de la intensidad o de la potencia de salida eléctrica, cuya señal de intensidad es tomada en cuenta por el controlador.
- 25 De acuerdo con un modo de realización adicional, el controlador del dispositivo convertidor está configurado para funcionar con un valor dentro de banda constante del ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia de salida eléctrica si, por ejemplo, siempre que la tensión indicada por la señal de tensión esté dentro de la banda de tensión predeterminada.
- 30 De acuerdo con un modo de realización adicional, el ángulo de fase dentro de banda es diferente del ángulo de fase fuera de banda.
- De acuerdo con un modo de realización adicional, el dispositivo convertidor comprende una entrada de control para recibir una señal de control. Además, el controlador está configurado para configurar, en respuesta a la señal de control, al menos uno de, un valor dentro de banda y un valor fuera de banda de un ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia de salida eléctrica.
- 35 De acuerdo con un segundo aspecto de la materia divulgada en el presente documento, se proporciona una planta de energía, comprendiendo la planta de energía un dispositivo convertidor de acuerdo con el primer aspecto o un modo de realización del mismo.
- 40 De acuerdo con un modo de realización del segundo aspecto, la planta de energía además comprende un generador de energía para generar la potencia de entrada eléctrica. Por ejemplo, de acuerdo con un modo de realización, el generador de energía es un generador eléctrico de una turbina eólica. De acuerdo con otro modo de realización, el generador eléctrico es un módulo de energía solar. Sin embargo, debería entenderse que se puede utilizar cualquier generador de energía con modos de realización del dispositivo convertidor de acuerdo con la materia divulgada en el presente documento.
- 45 De acuerdo con un modo de realización adicional del segundo aspecto, la planta de energía además comprende un controlador de planta de energía para proporcionar una señal de control del dispositivo convertidor para variar una configuración de al menos uno de, un valor dentro de banda y un valor fuera de banda del ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia de salida eléctrica.
- 50 Además, de acuerdo con otro modo de realización, el controlador del dispositivo convertidor está configurado para configurar el ángulo de fase al valor fuera de banda si (por ejemplo, siempre que) la tensión indicada por la señal de tensión está afuera de la banda de tensión predeterminada.

Controlando el valor fuera de banda del ángulo de fase se puede permitir, por ejemplo, para la adaptación de valor fuera de banda del ángulo de fase una profundidad medida o estimada de una tensión sobrepasada o que no sea alcanzado, es decir, a una desviación estimada o medida de la tensión indicada por la señal de tensión a partir de la banda de tensión predeterminada.

5 De acuerdo con un tercer aspecto de la materia divulgada en el presente documento, se proporciona un método para convertir una potencia de entrada en una potencia de salida eléctrica, el método que comprende (i) recibir una señal de tensión, en donde la señal de tensión es indicativa de una tensión en una red eléctrica a la cual es suministrada la potencia de salida eléctrica y (ii) configurar el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia de salida eléctrica en un valor fuera de banda constante si la tensión indicada por la señal de tensión está fuera de la banda de tensión predeterminada.

10 De acuerdo con un modo de realización, el método comprende configurar un componente de intensidad activo de dicha potencia de salida eléctrica a cero si la tensión indicada por la señal de tensión está afuera de la banda de tensión predeterminada.

15 De acuerdo con un modo de realización adicional, el método comprende configurar un componente reactivo de la potencia de salida eléctrica dependiendo de la señal de tensión de manera que se mantiene el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia de salida eléctrica en el valor fuera de banda constante si la tensión indicada por la señal de tensión está fuera de la banda de tensión predeterminada.

20 De acuerdo con un cuarto aspecto de la materia divulgada en el presente documento, se proporciona un método para hacer funcionar un controlador de planta de energía, el método que comprende proporcionar una señal de control a un controlador de un dispositivo convertidor, en donde el dispositivo convertidor está configurado para convertir una potencia de entrada a una potencia de salida eléctrica, en donde la señal de control está configurada para configurar el controlador del dispositivo convertidor en un valor fuera de fase para un ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia de salida eléctrica.

25 De acuerdo con un quinto aspecto de la materia divulgada en el presente documento, se proporciona un medio legible por ordenador, en donde en el medio legible por ordenador se almacena un programa de ordenador para controlar un ángulo de fase de una potencia de salida eléctrica de un dispositivo convertidor, el programa de ordenador, cuando está siendo ejecutado por el procesador de datos, es adaptado para controlar o para llevar a cabo el método como se establece en el tercer aspecto o un modo de realización del mismo.

30 De acuerdo con un sexto aspecto de la materia divulgada en el presente documento se proporciona un elemento de programa, estando configurado el elemento de programa para controlar un ángulo de fase de una potencia de salida eléctrica de un dispositivo convertidor, el elemento de programa, cuando está siendo ejecutado por un procesador de datos, es adaptado para controlar o para llevar a cabo el método como se establece en el tercer aspecto o en un modo de realización del mismo.

35 De acuerdo con un séptimo aspecto de la materia divulgada en el presente documento, se proporciona un medio legible por ordenador, en donde en el medio legible por ordenador se almacena un programa de ordenador para configurar un valor fuera de banda de un ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de una potencia de salida eléctrica de un dispositivo convertidor, el programa de ordenador, cuando está siendo ejecutado por el procesador de datos, es adaptado para controlar o para llevar a cabo el método como se establece en el cuarto aspecto o en un modo de realización del mismo.

40 De acuerdo con un octavo aspecto de la materia divulgada en el presente documento se proporciona un elemento de programa, el elemento de programa que es configurado para configurar un valor fuera de banda de un ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de una potencia de salida eléctrica de un dispositivo convertidor, el elemento de programa, cuando está siendo ejecutado por el procesador de datos, es adaptado para controlar o para llevar a cabo el método como se establece en el cuarto aspecto o en un modo de realización del mismo.

45 Tal y como se utiliza en el presente documento, la referencia a un elemento de programa y/o a un medio legible por ordenador está destinado a ser equivalente a una referencia a un programa de ordenador que contiene una instrucción para controlar un sistema de ordenador para coordinar el rendimiento de los métodos descritos anteriormente.

50 El programa de ordenador se puede implementar como un código de instrucción legible por ordenador mediante el uso de un lenguaje de programación adecuado, tal como, por ejemplo, JAVA, C++, y puede ser almacenado en un medio legible por ordenador (disco extraíble, memoria volátil o no volátil, memoria embebida/procesador, etc.). El código de instrucción es ejecutable para programar un ordenador o cualquier otro dispositivo programable para llevar a cabo las funciones pretendidas. El programa de ordenador puede estar disponible en una red, tal como la red mundial de Internet, desde la que se puede descargar.

La materia divulgada en el presente documento puede realizarse por medio de un programa de ordenador, respectivamente software. Sin embargo, la materia divulgada en el presente documento también se puede realizar por medio de uno o más circuitos electrónicos específicos, respectivamente hardware. Además, la invención se puede también realizar de una forma híbrida, es decir, en una combinación de módulos de software y de módulos de hardware.

A continuación, se describirán modos de realización de ejemplo de la materia divulgada en el presente documento con referencia a un dispositivo convertidor y/o método para convertir una potencia de entrada en una potencia de salida eléctrica. Se ha de señalar que por supuesto es también posible cualquier combinación de características referentes a los diferentes aspectos de la materia del presente documento. En particular, se han descrito algunos modos de realización con referencia a reivindicaciones tipo de aparato en las que otros modos de realización han sido descritos con referencia a reivindicaciones tipo de método. Sin embargo, un experto en la técnica recopilará a partir de lo anterior y de la siguiente descripción que, a menos que se indique lo contrario, adicionalmente cualquier combinación de características que pertenezcan a un aspecto también cualquier combinación entre características referentes a diferentes aspectos o modos de realización, por ejemplo, incluso entre características de las reivindicaciones tipo de aparato y de las características de las reivindicaciones tipo de método, así como entre características referentes al dispositivo convertidor ya las características referentes a una planta de energía, se considera que son divulgadas con esta solicitud.

Los aspectos y modos de realización definidos anteriormente y aspectos y modos de realización adicionales de la materia descrita en el presente documento son evidentes a partir de los ejemplos que se van a describir de aquí en adelante y que son explicados con referencia a los dibujos pero a los cuales no está limitada la invención.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra de forma esquemática una planta de energía de acuerdo con modos de realización de la materia divulgada en el presente documento.

La figura 2 muestra de forma esquemática una dependencia funcional entre una tensión en una red eléctrica y un ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de una potencia de salida de un dispositivo convertidor de acuerdo con modos de realización de la materia divulgada en el presente documento.

La figura 3 muestra de forma esquemática una dependencia funcional adicional entre una tensión en una red eléctrica y un ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de una potencia de salida de un dispositivo convertidor de acuerdo con modos de realización de la materia divulgada en el presente documento.

Descripción detallada

La ilustración en los dibujos es esquemática. Se ha de notar que en diferentes figuras se proporcionan elementos similares o idénticos con los mismos signos de referencia o con signos de referencia, que son diferentes de los signos de referencia correspondientes solo dentro de un carácter adjunto.

La figura 1 muestra de forma esquemática una parte de la planta 100 de energía de acuerdo con los modos de realización de la materia divulgada en el presente documento. La planta 100 de energía comprende un dispositivo 102 convertidor en forma de un dispositivo convertidor eléctrico y un generador 104 de energía. Tal y como se utiliza en el presente documento, el término "dispositivo convertidor eléctrico" se refiere a un modo de realización en el que la energía de entrada del dispositivo convertidor es energía eléctrica.

El dispositivo convertidor 102 está configurado para convertir una potencia 106 de entrada eléctrica suministrada por el generador 104 de energía en una potencia de salida eléctrica, indicada con 108 en la figura 1. La potencia 108 de salida eléctrica es conectable a una red eléctrica que es indicada con 112 en la figura 1. De acuerdo con un modo de realización, la red 112 eléctrica es una red de energía eléctrica. La conexión del dispositivo 102 convertidor de esta manera con la red 112 eléctrica se puede realizar mediante cualquier medio adecuado, por ejemplo, un interruptor 114 principal en un modo de realización. Debería notarse, que aunque el interruptor 114 principal está en un estado abierto en la figura 1, en funcionamiento, el interruptor 114 principal estará cerrado, por lo tanto conectando la planta 100 de energía a la red 112 eléctrica.

Además, el dispositivo convertidor comprende una entrada 118 de tensión para recibir una señal de tensión indicativa de una tensión en la red 112 eléctrica. La señal de tensión puede ser parte de una señal de retroalimentación que incluye la señal de tensión y al menos una cantidad adicional, por ejemplo, una señal de intensidad indicativa de una intensidad de la potencia 108 de salida eléctrica. Esta intensidad indicada por la señal de intensidad puede ser una intensidad activa, una intensidad reactiva o una intensidad total (compleja) que incluye la intensidad activa y la intensidad reactiva.

De acuerdo con un modo de realización mostrado en la figura 1, el dispositivo 102 convertidor además comprende un controlador 116 para controlar la potencia de salida eléctrica. De acuerdo con un modo de realización, la entrada 118 de tensión es una entrada de tensión del controlador 116.

5 De acuerdo con un modo de realización, la planta 100 de energía funciona dentro de una banda de tensión predeterminada con un factor de potencia reactivo constante lo que significa que al menos uno de, un componente activo (por ejemplo, la intensidad activa) y un componente reactivo (por ejemplo, la intensidad reactiva) se configuran dependiendo de la señal 120 de tensión de manera que se mantiene el factor de potencia reactivo en un valor constante, al menos dentro de ciertos límites.

10 De acuerdo con un modo de realización, si la tensión (que es indicada por la señal 120 de tensión) abandona la banda de tensión predeterminada (la sobrepasa o no la alcanza), la intensidad reactiva variará como una función de la magnitud de la tensión que es detectada en la red 112 eléctrica (indicada por la señal 120 de tensión).

15 De acuerdo con un modo de realización adicional, si la tensión indicada por la señal 120 de tensión abandona la banda de tensión predeterminada (la sobrepasa o no la alcanza) la intensidad activa de la potencia de salida eléctrica se establece en cero. De forma alternativa de forma adicional, en respectivos modos de realización el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia 108 de salida eléctrica se mantiene aún valor fuera de banda predeterminado, por ejemplo, en un valor fuera de banda cuya magnitud es mayor de 0 grados y menor de 90 grados. Esto se puede lograr, por ejemplo, configurando una de, la intensidad activa y la intensidad reactiva de la potencia 108 de salida eléctrica a un valor respectivo.

20 Si la potencia activa se establece en cero o un valor muy pequeño, el par de torsión contrario que actúa del generador es también cero o muy pequeño. Por ejemplo en el caso de una turbina eólica esto puede llevar a una aceleración del rotor, dependiendo de la velocidad del viento. Por tanto, dependiendo de la duración del fallo de red eléctrica (por ejemplo, la duración del tiempo para el cual la tensión indicada por la señal de tensión está fuera de la banda de tensión predeterminada, podría ser ventajoso si la intensidad activa es suministrada en la red eléctrica incluso si la tensión indicada por la señal de tensión está fuera de la banda de tensión predeterminada. Si por ejemplo el dispositivo 25 102 convertidor suministra la intensidad reactiva deseada a la red 112 eléctrica (con el fin de estabilizar la red eléctrica) entonces, de acuerdo con un modo de realización, se aumenta la potencia activa) disminuyendo el ángulo de fase) por encima de los límites del convertidor.

30 Con el fin de efectuar la configuración de al menos un parámetro de la potencia 108 de salida eléctrica, se proporciona un convertidor 122, por ejemplo, en forma de un convertidor de frecuencia. Los parámetros de la potencia 108 de salida eléctrica incluyen, pero no están limitados a, una intensidad activa, una intensidad reactiva, una potencia activa, una potencia reactiva, un ángulo de fase, una tensión, etc. Sin embargo, debería mencionarse que de acuerdo con otros modos de realización, el convertidor 122 no es necesario, y por tanto se puede conectar directamente un generador a la red, por ejemplo, en el caso de un generador de inducción doblemente alimentado como el conocido a partir del documento US 6,448,735 B1. En dicho caso, los parámetros de la potencia de salida eléctricas son 35 configurados aplicando señales de control respectivas (por ejemplo, intensidad y tensión en el estátor, sincronización, etc.) al generador doblemente alimentado.

40 De acuerdo con un modo de realización mostrado en la figura 1, el convertidor 122 tiene una entrada 124 que está configurada para recibir la potencia 106 de entrada eléctrica, por ejemplo, una intensidad trifásica. De acuerdo con otros modos de realización, el convertidor 122 puede estar configurado para recibir una potencia de entrada eléctrica de corriente continua. Además, el convertidor 122 comprende una salida 126 para proporcionar una potencia 108 de salida eléctrica. Tal y como se muestra en la figura 1, la tensión que se va a detectar en la red 112 eléctrica puede ser medida en la salida 126 del convertidor 122, o de forma más general en una salida del dispositivo 102 convertidor.

45 La planta 100 de energía de más comprende un controlador 128 de planta de energía para proporcionar señales de control al controlador 116. La totalidad de las señales de control es referida como 130 en la figura 1 y puede incluir, por ejemplo, una señal de control para configurar una potencia P deseada, una señal de control para configurar una pendiente de potencia dP/dt , correspondiente a un cierto cambio en la potencia por unidad de tiempo, y una señal de control para configurar una tensión deseada, que es la tensión nominal de la red eléctrica en un modo de realización. De acuerdo con otros modos de realización, la tensión deseada está desfasada con respecto a la tensión nominal.

50 El controlador 116 controla su convertidor 122 asociado con una señal 132 de control de convertidor respectiva y puede recibir de forma opcional, de acuerdo con un modo de realización, unas señales de retroalimentación (no mostradas en la figura 1) desde el convertidor 122.

55 La planta 100 de energía mostrada en la figura 1 es parte de una turbina eólica, en donde los engranajes y el rotor de la turbina eólica están acoplados al generador 104 para accionar el generador 104, pero no son mostrados en la figura 1. Durante el funcionamiento, el controlador 128 de planta de energía eólica controla la tensión de la potencia 108 de salida eléctrica y soportará la tensión de salida deseada (y por tanto la tensión en la red 112 eléctrica) alimentando de

intensidad reactiva la potencia 108 de salida eléctrica dependiendo del nivel de tensión indicado por la señal 120 de tensión.

5 De acuerdo con un modo de realización, la potencia que se puede suministrar por el convertidor 122 está limitada a una cierta cantidad. Para algunos tipos de convertidores, la suma de la intensidad activa y de la intensidad reactiva debe estar por debajo de la cantidad y por tanto cuanto más baja sea la intensidad activa más alta será la intensidad reactiva. Sin embargo, estas son limitaciones impuestas por el diseño del convertidor, que pueden variar ampliamente con el tipo y diseño del convertidor.

10 Parámetros de funcionamiento del dispositivo convertidor tales como el valor fuera de banda del ángulo de fase entre la tensión y la intensidad total (real) de la potencia de salida eléctrica, y las configuraciones de las señales de control mencionadas anteriormente, etc. pueden ser almacenadas en una memoria 136 del controlador 116. Las respectivas configuraciones en la memoria 136 pueden ser, al menos parcialmente, almacenadas de forma fija y/o pueden ser variadas, por ejemplo, por el control 128 de planta de energía. De acuerdo con un modo de realización, el control 128 de planta de energía puede actualizar de forma continua las configuraciones respectivas dependiendo de prioridades actuales de la red eléctrica, tales como la impedancia de la red eléctrica emitiendo señales 130 de control correspondientes al controlador 116. La impedancia de la red eléctrica puede ser determinada mediante una inyección dirigida de una potencia reactiva durante un período corto y la medida de parámetros relevantes de la red eléctrica.

De acuerdo con otros modos de realización tales como una actualización de las configuraciones respectivas mediante un control 128 de planta eléctrica se pueden iniciar de forma manual.

20 Tal y como se mencionó anteriormente, la potencia 108 de salida eléctrica puede ser una potencia de salida eléctrica trifásica. De acuerdo con un modo de realización, para cada fase se puede proporcionar un controlador 116 individual y, de forma opcional, un convertidor 122 individual. De acuerdo con otro modo de realización, se puede proporcionar un único controlador para las tres fases.

25 La figura 2 ilustra de forma ejemplar un control dentro de banda y un control fuera de banda del ángulo ϕ de fase como una función de la tensión V_1 que es indicada por la señal 120 de tensión de acuerdo con los modos de realización de la materia divulgada en el presente documento. El ángulo ϕ de fase es el ángulo de fase entre la tensión V_1 y la intensidad total de la potencia 108 de salida eléctrica (o de la tensión total de una fase de la potencia 108 de salida eléctrica).

30 Ilustrado de forma adicional en la figura 2 está la banda ΔU_b de tensión predeterminada con un límite 154 inferior y un límite 156 superior de la banda de tensión predeterminada. De acuerdo con un modo de realización, la anchura 157 de la banda ΔU_b de tensión predeterminada es de un 5% del valor nominal de la tensión V_1 . De acuerdo con otros modos de realización, la anchura 157 se puede configurar a cualquier valor en el intervalo entre un 0% y un 20% de la tensión nominal. De acuerdo con otros modos de realización son posibles otros valores.

35 De acuerdo con un modo de realización, la banda ΔU_b de tensión predeterminada está centrada con respecto al origen 174 en una tensión $V_1 =$ tensión nominal. De acuerdo con otros modos de realización, la banda de tensión predeterminada está situada de forma asimétrica con respecto a la tensión nominal (no mostrado en la figura 2). La tensión nominal es indicada por 174 en la figura 2).

40 El acuerdo con un modo de realización, el valor dentro de banda del ángulo ϕ de fase dentro de la banda ΔU_b de tensión predeterminada, indicada por 172 en la figura 2, es cero. De acuerdo con un modo de realización adicional mostrado en la figura 2, la magnitud del ángulo ϕ de fase fuera de la banda de tensión predeterminada es de 90 grados. En particular para tensiones V_1 más pequeñas que el límite 154 inferior de la banda ΔU_b de tensión predeterminada, el ángulo ϕ de fase es +90 grados. Para tensiones V_1 mayores que el límite 156 superior de la banda ΔU_b de tensión predeterminada, el ángulo ϕ de fase es -90 grados.

45 La figura 3 ilustra de forma ejemplar un control dentro de banda y un control fuera de banda del ángulo ϕ de fase como una función de la tensión V_1 que es indicada por la señal 120 de tensión de acuerdo con otro modo de realización de la materia divulgada en el presente documento.

50 Tal y como se muestra en la figura 3, de acuerdo con un modo de realización, el ángulo ϕ de fase es controlado de manera que va ser cero dentro de la banda ΔU_b de tensión predeterminada, indicada por 172 en la figura 3. Además, en contraste con el esquema de control de la figura 2, fuera de la banda de tensión predeterminada, el ángulo ϕ de fase es controlado de manera que se va a configurar a un valor fuera de banda predeterminado, cuya magnitud es menor de 90 grados y mayor de cero grados. Por ejemplo, de acuerdo con un modo de realización, la magnitud del valor fuera de banda está entre 10 grados y 85 grados en un modo de realización. En otro modo de realización más, la magnitud del valor fuera de banda predeterminado del ángulo ϕ de fase está en el intervalo entre 20 grados y 80 grados.

Por ejemplo, en el modo de realización de ejemplo mostrado en la figura 3, para tensiones V_1 más pequeñas que el límite 154 inferior de la banda ΔU_b de tensión predeterminada, el ángulo ϕ de fase es +50 grados y para tensiones V_1 mayores que el límite 156 superior de la banda ΔU_b de tensión predeterminada, el ángulo ϕ de fase es -50 grados.

5 De acuerdo con modos de realización mostrados en la figura 2, y en la figura 3 la magnitud del valor fuera de banda para el ángulo ϕ de fase toma mismo valor para la región de tensión inferior por debajo del límite 154 inferior que para la región de tensión superior por encima del límite 156 superior. De acuerdo con otros modos de realización, la magnitud de un primer valor 170a fuera de banda en la región de tensión inferior es diferente de la magnitud de un segundo valor 170b fuera de banda en la región de tensión superior por encima del límite 156 superior.

10 De acuerdo con modos de realización de la invención, cualquier componente adecuado de la planta de energía o del dispositivo convertidor, por ejemplo, el controlador, está proporcionado en forma de productos de programa de ordenador respectivos que habilitan a un procesador para proporcionar la funcionalidad de los elementos respectivos tal y como se describe en el presente documento. De acuerdo con otros modos de realización, cualquier componente de la planta de energía o del dispositivo convertidor, por ejemplo, el controlador, pueden estar proporcionados en hardware. De acuerdo con otros modos de realización, mixtos, algunos componentes pueden proporcionarse en software mientras que otros componentes son proporcionados en hardware.

De acuerdo con un modo de realización, la funcionalidad proporcionada por los modos de realización de la materia divulgada en el presente documento se puede imponer a un dispositivo convertidor existente/un controlador de planta de energía existente por medio de una actualización de software, una actualización de firmware o similar.

20 Debería notarse que el término "comprendiendo" no excluye otros elementos o etapas y "un/uno/una" no excluye una pluralidad. También se pueden combinar elementos descritos en asociación con diferentes modos de realización. Debería también notarse que los signos de referencia en la reivindicación no deberían ser considerados como que limitan el alcance de las reivindicaciones.

Con el fin de recapitular los modos de realización descritos anteriormente de la presente invención se puede constatar que:

25 Se desea un dispositivo convertidor para la conversión de energía en, por ejemplo, una planta de energía tal como una turbina eólica. El dispositivo convertidor está configurado para convertir una potencia de entrada a una potencia de salida eléctrica. El dispositivo convertidor puede estar configurado para recibir una potencia de entrada mecánica o, de acuerdo con otro modo de realización, puede estar configurado para recibir una potencia de entrada eléctrica. El dispositivo convertidor comprende un controlador que está configurado para configurar un ángulo de fase entre una
30 tensión y una intensidad total (compleja) de la potencia de salida eléctrica a un valor predeterminado si la tensión indicada por la señal de tensión está fuera de una banda de tensión predeterminada.

35 Modos de realización de la materia divulgadas en el presente documento resultan en un control simple y más estable de la potencia de salida eléctrica a medida que la magnitud del ángulo de fase se mantiene constante en el mismo punto de funcionamiento durante un fallo de la red, es decir, cuando la tensión está fuera de la banda inactiva. De esta manera, el ángulo de fase no se cambia de forma continuada a medida que aumenta la tensión o cae adicionalmente. El nivel de tensión medido en una red con fallo no se utiliza nunca más en un control de bucle continuo con lo que se mejora la estabilidad.

40 La carga de los convertidores está limitada al uso de un potencial completo de la tensión reactiva alimentada y para realizar tiempos de reacción muy cortos, especialmente durante el punto de comienzo del fallo en red donde tomará poco tiempo determinar la profundidad de una caída de tensión (por ejemplo, del fallo de red). Cuanto mayor es la intensidad reactiva, más fuerte es el efecto de estabilización, por ejemplo, la reacción contra el fallo de red.

En un modo de realización, donde el valor fuera de banda de la fase entre la tensión y la intensidad es de 90 grados, el modo de control puede ser más estable, debido a que sólo hay un componente de intensidad que tenga una influencia.

45 La alimentación de una intensidad activa, que por lo tanto genera un par de torsión contrario en el generador, en caso de que una planta de energía eólica suministre la intensidad reactiva demandada, reduce las cargas mecánicas de la planta de energía eólica. Además la estabilidad de red será soportada por una alimentación de intensidad activa, debido a que la planta de energía eólica es entonces capaz de aumentar la potencia activa después del fallo en un tiempo más rápido.

50 Además, de acuerdo con un modo de realización el valor fuera de banda del ángulo de fase fuera de la tensión predeterminada es cambiado a través de un acceso en línea a la planta de energía. Esto se podría hacer, por ejemplo, mediante un operador de red. De esta manera, el control del dispositivo convertidor se puede adaptar a los parámetros de funcionamiento actuales de la red, por ejemplo, una impedancia de red.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo (102) convertidor para convertir una potencia (106) de entrada a una potencia (108) de salida eléctrica, comprendiendo el dispositivo (102) convertidor:
- 5 - una entrada (118) de tensión para recibir una señal (120) de tensión, siendo indicativa dicha señal (120) de tensión de una tensión en una red (112) eléctrica a la cual está conectado el dispositivo (102) convertidor durante el funcionamiento con el fin de proporcionar dicha potencia (108) de salida eléctrica a dicha red (112) eléctrica;
- un controlador (122); en donde
- 10 - el controlador es configurado para configurar un ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia (108) de salida eléctrica a un valor (170a, 170b) fuera de banda constante si la tensión indicada por la señal (120) de tensión está fuera de una banda (ΔU_b) de tensión predeterminada, y manteniendo la magnitud del ángulo de fase constante durante un fallo en la red cuando la tensión indicada por la señal (120) de tensión está fuera de la banda (ΔU_b) de tensión predeterminada;
- caracterizado porque
- 15 - el controlador (122) está configurado para cambiar el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia (108) de salida en el límite de dicho intervalo de tensión predeterminado de una manera escalonada; y
- el controlador (122) está configurado para funcionar con un valor dentro de banda constante del ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia (108) de salida eléctrica así la tensión indicada por la señal (120) de tensión está dentro de la banda de tensión predeterminada.
2. Dispositivo (102) convertidor de acuerdo con la reivindicación 1,
- 20 - en donde el controlador (122) está configurado para configurar la magnitud del valor (170a, 170b) fuera de banda del ángulo de fase dependiendo de la magnitud de la distorsión de tensión de dicha tensión en dicha red (112) eléctrica.
3. Dispositivo (102) convertidor de acuerdo con la reivindicación 1,
- estando configurado el controlador (122) para configurar la intensidad activa de dicha potencia (108) de salida eléctrica a cero si la tensión indicada por la señal (120) de tensión está fuera de una banda de tensión predeterminada.
- 25 4. Dispositivo (102) convertidor de acuerdo con la reivindicación 3,
- en donde el controlador (122) está configurado para variar dicho componente reactivo de dicha potencia (108) de salida eléctrica dependiendo de la señal (120) de tensión.
5. Dispositivo (102) convertidor de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores,
- que además comprende una entrada de control para recibir una señal de control;
- 30 - estando configurado el controlador (122) para la configuración, en respuesta a la señal de control, de al menos uno de, un valor dentro de banda y un valor fuera de banda (170a, 170b) de un ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia (108) de salida eléctrica.
6. Una planta de energía que comprende
- un dispositivo (102) convertidor de acuerdo con la reivindicación 1.
- 35 7. Una planta de energía de acuerdo con la reivindicación 6,
- que además comprende un controlador (122) de planta de energía para proporcionar una señal de control al dispositivo (102) convertidor para configurar un valor (170a, 170b) fuera de banda del ángulo de fase entre la tensión y la intensidad total de la potencia (108) de salida eléctrica.
- 40 8. Método para convertir una potencia (106) de entrada a una potencia (108) de salida eléctrica, el método que comprende:

- recibir una señal (120) de tensión, siendo indicativa dicha señal (120) de tensión de una tensión en una red (112) eléctrica a la cual es suministrada la potencia (108) de salida eléctrica;

en donde

5 - se configura el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia (108) de salida eléctrica en un valor (170a, 170b) fuera de banda constante si la tensión indicada por la señal (120) de tensión está afuera de una banda de tensión predeterminada; y

- se mantiene la magnitud del ángulo de fase constante durante el fallo de la red cuando la tensión indicada por la señal (120) de tensión está fuera de la banda (ΔU_b) de tensión predeterminada;

caracterizado por

10 -cambiar el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia (108) de salida eléctrica en el límite de dicho intervalo de tensión predeterminado de una manera escalonada; y

- funcionar con un valor dentro de banda constante del ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia (108) de salida eléctrica si la tensión indicada por la señal (120) de tensión está dentro de la banda de tensión predeterminada.

15 9. Método para hacer funcionar un controlador (122) de planta de energía, el método que comprende:

- proporcionar una señal de control a un controlador (122) de un dispositivo (102) convertidor, en donde el dispositivo (102) convertidor está configurado para convertir una potencia (106) de entrada a una potencia (108) de salida eléctrica llevando a cabo el método de acuerdo con la reivindicación 8; y

20 - estando configurada la señal de control para configurar controlador (122) del dispositivo (102) convertidor de un valor (170a, 170b) fuera de banda para el ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de la potencia (108) de salida eléctrica.

25 10. Medio legible por ordenador, en donde en el medio legible por ordenador hay almacenado un programa de ordenador para controlar el ángulo de fase de una potencia (108) de salida eléctrica de un dispositivo (102) convertidor, el programa de ordenador, cual está siendo ejecutado por el procesador de datos, se adapta para controlar o para llevar a cabo el método como se establece en la reivindicación 8.

11. Elemento de programa, estando configurado el elemento de programa para controlar un ángulo de fase de una potencia (108) de salida eléctrica de un dispositivo (102) convertidor, el elemento de programa, cuando está siendo ejecutado por un procesador de datos, se adapta para controlar o llevar a cabo el método como se establece en la reivindicación 8.

30 12. Medio legible por ordenador, en donde en el medio legible por ordenador hay almacenado un programa de ordenador para configurar un valor (170a, 170b) fuera de banda para un ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de una potencia (108) de salida eléctrica de un dispositivo (102) convertidor, el programa de ordenador, cuando está siendo ejecutado por el procesador de datos, se adapta para controlar o llevar a cabo el método como se establece en la reivindicación 9.

35 13. Elemento de programa, estando configurado el elemento de programa para configurar un valor (170a, 170b) fuera de banda para un ángulo de fase entre la tensión y la intensidad de una potencia (108) de salida eléctrica de un dispositivo (102) convertidor, el elemento de programa, cuando está siendo ejecutado por el procesador de datos, se adapta para controlar o llevar a cabo el método como se establece en la reivindicación 9.

FIG 1

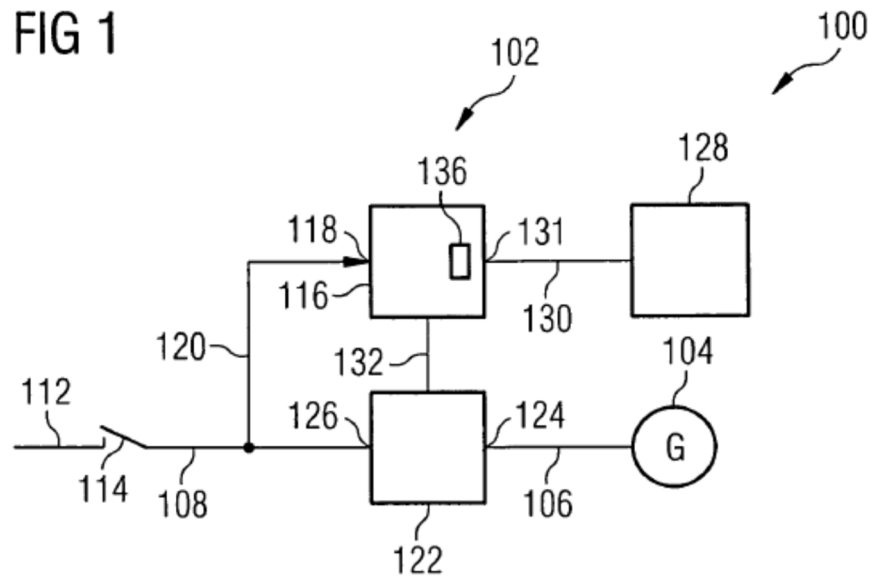


FIG 2

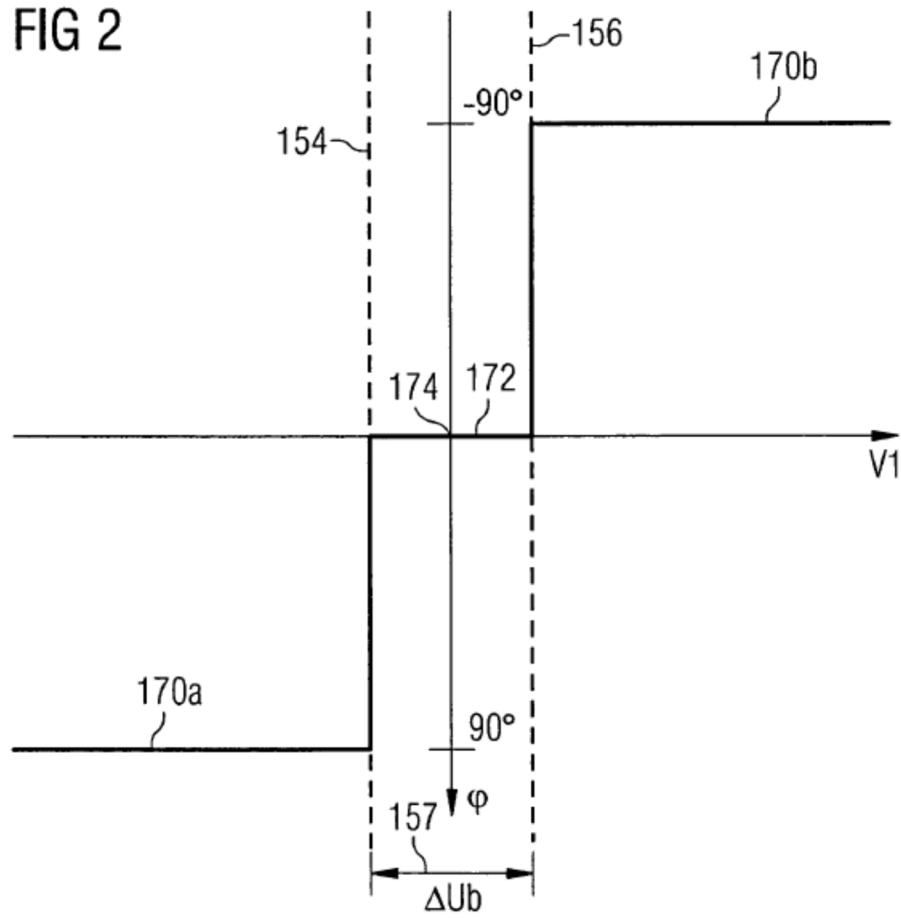


FIG 3

