

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 846 895**

51 Int. Cl.:

H02J 3/28 (2006.01)

H02J 3/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.09.2016** **PCT/EP2016/070739**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.03.2018** **WO18041364**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.09.2016** **E 16760479 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.10.2020** **EP 3485552**

54 Título: **Dispositivo para la estabilización dinámica de la frecuencia de red de una red de interconexión para el suministro de energía eléctrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
30.07.2021

73 Titular/es:

SIEMENS ENERGY GLOBAL GMBH & CO. KG
(100.0%)
Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:

KRAJISNIK, NEMANJA y
SPAHIC, ERVIN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 846 895 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 para la estabilización dinámica de la frecuencia de red de una red de interconexión para el suministro de energía eléctrica

5 La presente invención hace referencia a un dispositivo para la estabilización dinámica de la frecuencia de red de una red de interconexión para el suministro de energía eléctrica, según el preámbulo de la reivindicación 1.

El suministro de energía eléctrica, de manera conocida, tiene lugar mediante redes de interconexión que están formadas por líneas de transmisión conectadas unas con otras. A las líneas de transmisión están conectados generadores de energía eléctrica, que por ejemplo mediante generadores de corriente accionados por turbinas de gas, generan energía eléctrica con una frecuencia de red predeterminada, y la suministran hacia la red de interconexión para consumidores conectados a la red de interconexión. La conexión y la desconexión de consumidores y generadores pueden conducir a que la frecuencia de red se desvíe de lo especificado, de la frecuencia nominal, por ejemplo de 50 Hz. Las desviaciones que se presentan, de la frecuencia nominal (de la frecuencia objetivo), se regulan respectivamente mediante los generadores de energía eléctrica, accionando las turbinas de gas por ejemplo con mayor o con menor intensidad. De este modo, las desviaciones no deben superar o encontrarse por debajo de una frecuencia límite superior e inferior, es decir que cada desviación positiva de la frecuencia objetivo debe encontrarse por debajo de la frecuencia límite superior, y cada desviación negativa debe encontrarse por debajo de la frecuencia límite inferior.

La regulación de desviaciones mediante los propios generadores de energía eléctrica presenta la desventaja de que su velocidad de control está marcadamente limitada, por ejemplo debido a su inercia y/o a la capacidad de rendimiento limitada.

El objeto de la presente invención consiste en proponer un dispositivo para la estabilización dinámica de la frecuencia de red de una red de interconexión del suministro de energía eléctrica, que en particular pueda reaccionar rápidamente frente a desviaciones de la frecuencia de red, de la frecuencia objetivo.

La solución está proporcionada mediante las características de la reivindicación 1; las reivindicaciones dependientes representan variantes ventajosas.

En la solución se prevé que se encuentre presente un transformador de series, cuyo bobinado primario está acoplado a un punto de acoplamiento de una línea, que un convertidor de corriente esté conectado al bobinado secundario del transformador de series que presenta un circuito de corriente continua con un acumulador de energía eléctrica, y que para la regulación, de manera adicional respectivamente mediante el convertidor de corriente, en el caso de una desviación positiva, tenga lugar un desacoplamiento, y en el caso de una desviación negativa tenga lugar un acoplamiento de una (segunda) potencia eléctrica (potencia del acumulador de energía eléctrica), desde el acumulador de energía eléctrica hacia la línea, así como desde la línea.

A continuación, la invención se describe en detalle mediante un dibujo. Muestran:

35 Figura 1 una línea eléctrica para la transmisión de energía eléctrica, con un dispositivo para la estabilización dinámica de la frecuencia de red mediante un convertidor de corriente,

Figura 2 comportamientos de la frecuencia de red, marcados en el tiempo, después de un descenso de la frecuencia de red,

Figura 3 el comportamiento temporal de la potencia eléctrica suministrada a la línea mediante el convertidor de corriente,

40 Figura 4 la situación, en cuanto a la tensión, en el suministro de la potencia, en forma de un diagrama de vectores, y

Figura 5 uno de una pluralidad de módulos de puente completo, que conectados eléctricamente en serie forman el convertidor de corriente.

45 La figura 1 muestra una representación esquemática de una línea (línea de transmisión) 1 de una red de interconexión (red de transmisión)) para el suministro de energía eléctrica trifásica, que está formada por una pluralidad de líneas 1 conectadas eléctricamente unas con otras. A la red de interconexión están conectados aquí, a modo de ejemplo, varios consumidores y generadores de energía eléctrica (no todos mostrados), por ejemplo generadores de corriente accionados mediante turbinas de gas, donde los generadores de energía eléctrica

respectivamente suministran una (primera) potencia eléctrica (potencia activa) a la red de interconexión. La línea 1 se utiliza para la transmisión de energía eléctrica y de potencia dentro de la red de interconexión.

La potencia eléctrica que debe transmitirse (energía eléctrica) en un punto para alimentación (punto de alimentación) 2, aquí en un extremo de la línea 1, se acopla a la línea 1, y se separa en un punto para separación (punto de separación) 3, aquí por ejemplo en el otro extremo de la línea 1. En el punto para alimentación 2 se encuentra presente una tensión alterna V_1 (con un ángulo de tensión d_1) y una corriente alterna I circula mediante la línea 1. En el lado para separación 3 se encuentra presente una tensión alterna V_2 con un ángulo de tensión d_2 , que prácticamente desciende en ese punto 3 (por ejemplo en un consumidor). La línea 1 presenta la resistencia de la línea Z (compleja).

En un punto de acoplamiento 4, el bobinado primario 5a de un transformador de series 5 está acoplado a la línea 1, que se encuentra entre el primer y el segundo punto 2, 3; en la figura 1 más del lado del punto de separación 3. Por el bobinado primario 5a circula corriente alterna I .

Mediante el transformador de series 5, un convertidor de corriente SVC PLUS (SVC: Voltage Source Converter - convertidor de fuente de tensión), para el acoplamiento de potencia, está acoplado a la línea 1, donde el convertidor de corriente SVC PLUS está conectado al bobinado secundario 5b del transformador de series 5. El convertidor de corriente SVC PLUS presenta un circuito de corriente continua CC con un acumulador de energía eléctrica 6 que puede estar diseñado como condensador C , y que por ese motivo en la figura 1 está representado esquemáticamente mediante un condensador C . El convertidor SVC PLUS está diseñado como convertidor multietapa modular, cuyos módulos conectados eléctricamente en serie se tratan de módulos de puente completo (véase la figura 5).

La figura 2, a modo de ejemplo, muestra comportamientos de la frecuencia de red f , marcados en el tiempo t , en forma de curvas G_o , G_k , G_{sr} , respectivamente en el caso de un descenso de la frecuencia de red f al momento t_0 .

La curva G_o muestra el comportamiento resultante de la frecuencia de red f , para una mejor compresión, primero al estar desconectado el convertidor de corriente SVC PLUS.

En el momento t_0 , la frecuencia de red f es esencialmente igual a la frecuencia nominal predeterminada f_{Nom} , de 50 Hz, de la red de interconexión. En el momento t_0 la frecuencia de red f desciende de forma repentina, por ejemplo mediante la conexión de un consumidor de mayor tamaño, o debido a la desconexión de un generador de energía eléctrica. El descenso de la frecuencia de red f se compensa con el tiempo desde un generador de energía eléctrica (o desde varios generadores de energía eléctrica), es decir que tiene lugar una primera compensación mediante el o los propios generadores de energía eléctrica. La compensación, por ejemplo, puede tener lugar de manera que la turbina de gas de un generador de corriente es accionada con más intensidad hasta que se haya alcanzado la frecuencia nominal f_{Nom} , o hasta que la frecuencia de red f , con el tiempo t , se haya aproximado nuevamente de modo suficiente a la frecuencia nominal f_{Nom} .

La curva G_{ku} representa una curva límite que está formada por una recta paralela con respecto al eje temporal, y en la red de interconexión proporcionada con los generadores de energía eléctrica proporcionados no deben alcanzarse valores por debajo de la misma, es decir que la frecuencia de red f debe encontrarse respectivamente por encima de la curva de frecuencia G_{ku} , por tanto, por encima de la frecuencia límite f_u . De forma análoga, la curva G_{ko} representa la curva límite que no debe ser superada, por tanto, respectivamente debe encontrarse por debajo de la frecuencia límite f_o .

Para una regulación más rápida de las desviaciones Δn que se presentan en la red de frecuencia f , de la frecuencia objetivo f_{Nom} , mediante el convertidor SVC PLUS, en el momento t_0 , una (segunda) potencia eléctrica (potencia activa) PST, mediante el bobinado secundario 5b del transformador de series 5, se acopla a la línea 1, como se representa esquemáticamente en la figura 1 mediante flechas F . A modo de ejemplo, resulta la curva G_{sr} , es decir que el descenso de frecuencia se capta de forma marcadamente más intensa, y se alcanza nuevamente más rápido la frecuencia de red nominal f_{Nom} . Cuán rápido depende esencialmente del estado de carga y de la capacidad del acumulador de energía eléctrica 6.

En la figura 3 se representa esquemáticamente el comportamiento temporal de la potencia eléctrica PST suministrada a la línea 1. Puede apreciarse el aumento rápido de la potencia acoplada PST. La longitud de la meseta, por tanto, por cuánto tiempo el acumulador de energía eléctrica 6 puede mantener un acoplamiento de potencia (aquí constante), depende igualmente del estado de carga y de la capacidad del acumulador de energía eléctrica 6.

Para regular (controlar) el acoplamiento de potencia, en función de la desviación Δn , de la frecuencia de red f de la frecuencia objetivo f_{Nom} , una señal de control S correspondiente es proporcionada en la entrada de activación 7.

El descenso de la frecuencia de red f se denomina aquí como desviación negativa A_n , de la frecuencia de red de la frecuencia nominal predeterminada f_{Nom} (frecuencia de red f menor que la frecuencia nominal f_{Nom}), a diferencia de la desviación positiva A_p , en el caso inverso (frecuencia de red f mayor que la frecuencia nominal f_{Nom}).

5 La figura 4, con la finalidad de una mayor claridad, muestra también la situación, en cuanto a la tensión, en el acoplamiento de potencia.

Para ello, en la figura 4 están representadas en un diagrama de vectores las dos tensiones alternas V_1 , V_2 con su diferencia del ángulo de tensión d_{12} , por ejemplo en el momento t_1 . La relación entre las dos tensiones alternas V_1 , V_2 , la corriente alterna I y la línea 1, está proporcionada mediante la resistencia de la línea Z .

10 El acoplamiento de la potencia activa PST mediante el convertidor de corriente SVC PLUS, como elemento que puede controlarse de forma activa - del modo ya mencionado - depende de la desviación A_n , de la frecuencia de red f de la frecuencia objetivo f_{Nom} . En una consideración en cuanto al flujo, el convertidor de corriente SVC PLUS genera para ello una tensión alterna correspondiente V con en el bobinado 5b del transformador de series 5, lo cual, en el bobinado 5a, está asociado con una tensión alterna V_s .

15 La tensión alterna resultante V_1' (véase la figura 1), en el caso de una tensión alterna V_s generada mediante el convertidor de corriente SVC PLUS, resulta como está representado en la figura 4. (En función del ángulo de tensión d_3 de la tensión alterna V_s , la punta de la flecha, de la flecha PV_s , se mueve en un círculo K_1 , y de forma sincrónica con respecto a ello se mueven las puntas de las flechas, de las flechas PV_2 y PZ_1 en un círculo K_2).

20 En este caso es esencial que la potencia activa PST acoplada a la línea 1 sólo dependa de la tensión alterna V_s , pero no de los ángulos de tensión d_1 , d_2 , d_3 . En la figura 4, referido a los vectores significa que la potencia activa PST acoplada sólo depende de la longitud de la flecha PVS , por tanto, está determinada por la amplitud de la tensión alterna V_s .

25 Para el desacoplamiento de potencia en el caso de una desviación positiva A_p de la frecuencia de red f , de la frecuencia nominal predeterminada f_{Nom} , el convertidor de corriente SVC PLUS funciona de forma inversa y el acumulador de energía eléctrica 6 se carga de modo correspondiente. En ese caso, las flechas F en la figura 1 señalan en la dirección opuesta. En la figura 5, de forma ilustrativa, se muestra uno de los módulos de puente completo, que conectados eléctricamente en serie, forman los convertidores SVC PLUS, donde el condensador C_n del módulo de puente completo forma una capacidad parcial del acumulador de energía eléctrica 6 representado esquemáticamente en la figura 1 como condensador C .

REIVINDICACIONES

- 5 1. Dispositivo para la estabilización dinámica de la frecuencia de red (f) de una red de interconexión para el suministro de energía eléctrica, que presenta al menos una línea eléctrica (1), a la cual están conectados al menos un consumidor y al menos un generador de energía eléctrica, que respectivamente suministra a la red de interconexión una primera potencia eléctrica, en el caso de una frecuencia objetivo predeterminada (f_{Nom}), con una regulación de desviaciones (A_n , A_p) que se presentan de la frecuencia de red (f) de la frecuencia objetivo (f_{Nom}), mediante al menos un generador de energía eléctrica, con una frecuencia límite superior y una inferior (f_{Go} , f_{Gu}), donde cada desviación positiva (A_p) se encuentra por debajo de la frecuencia límite superior (f_{Go}) y cada desviación negativa (A_n) se encuentra por debajo de la frecuencia límite inferior (f_{Gu}), caracterizado porque se encuentra presente un transformador de series (5), cuyo bobinado primario (5a) está acoplado a un punto de acoplamiento (4) de una línea (1), porque un convertidor de corriente (SVC PLUS) está conectado al bobinado secundario (5b) del transformador de series (5), que presenta un circuito de corriente continua (CC) con un acumulador de energía eléctrica (C), y porque para la regulación, respectivamente también mediante el convertidor de corriente (SVC PLUS), en el caso de una desviación positiva (A_p) tiene lugar un desacoplamiento, y en el caso de una desviación negativa (A_n) tiene lugar un acoplamiento de una segunda potencia eléctrica (PST) a la línea (1), donde la segunda potencia eléctrica (PST) es una potencia activa.
- 10 2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque el convertidor de corriente (SVC PLUS) está diseñado como convertidor multietapa modular.
- 15 3. Dispositivo según la reivindicación 2, caracterizado porque los módulos del convertidor multietapa están diseñados como módulos de puente completo y están conectados eléctricamente en serie.
- 20

FIG 1

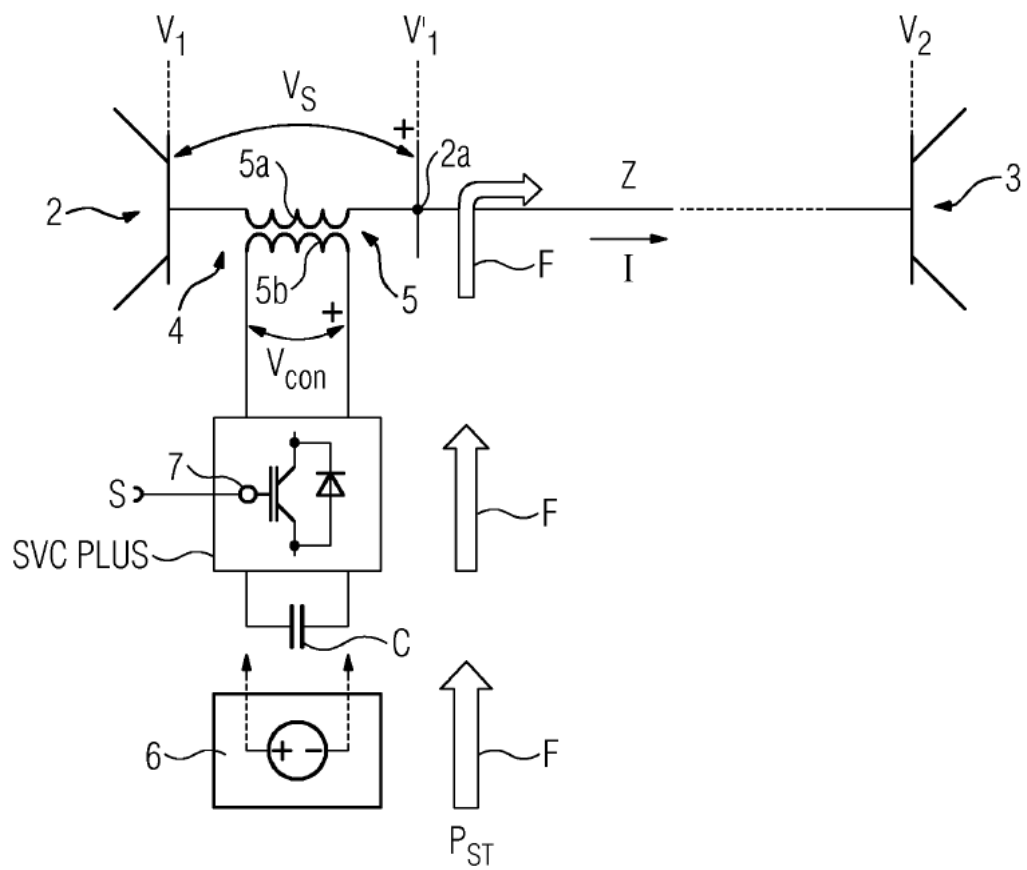


FIG 2

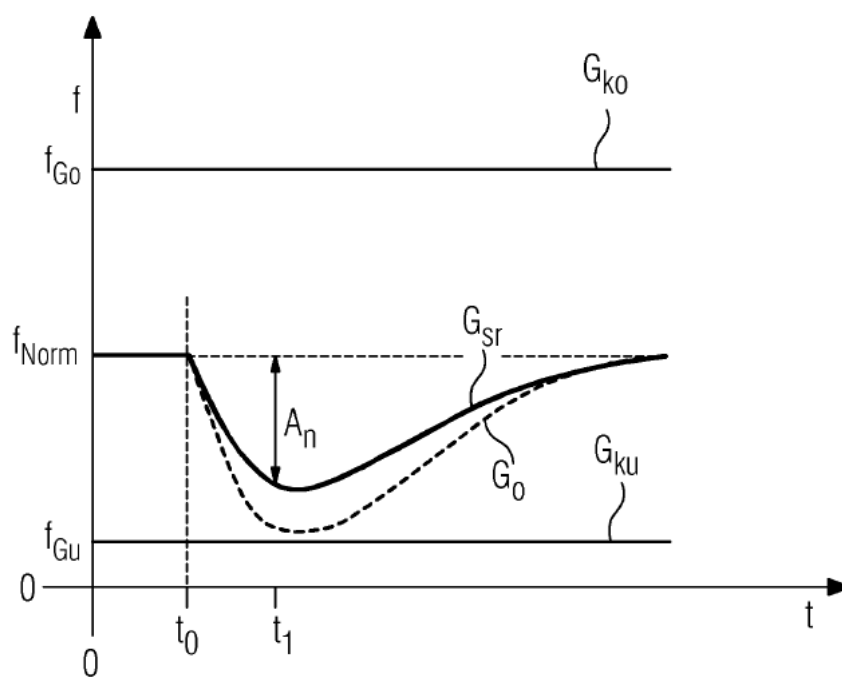


FIG 3

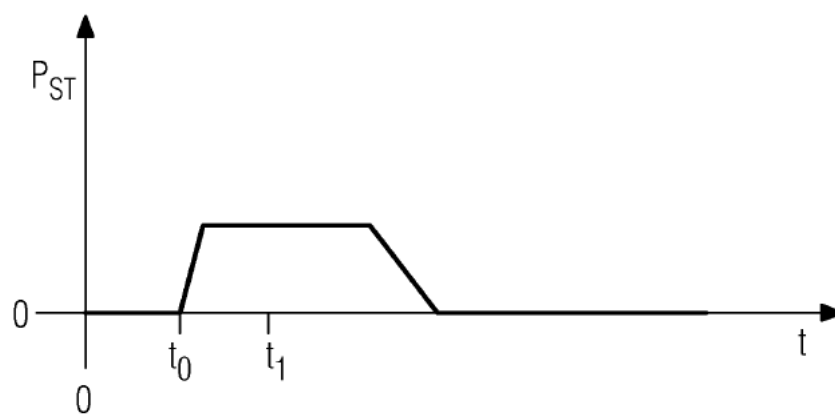


FIG 4

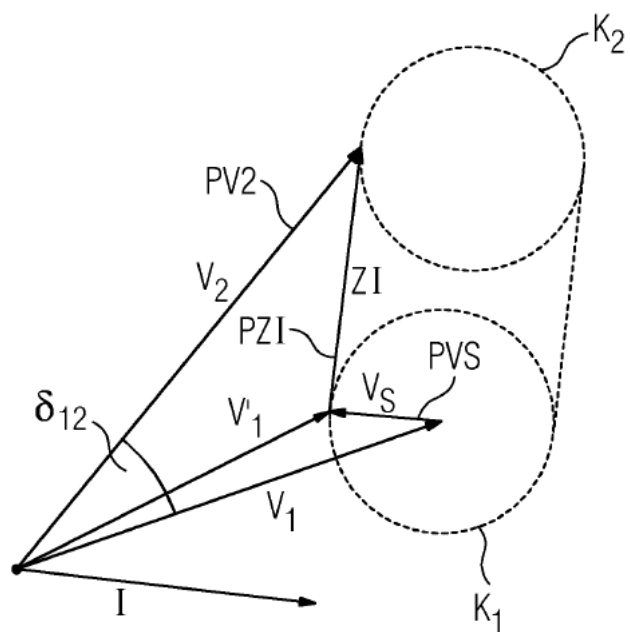


FIG 5

