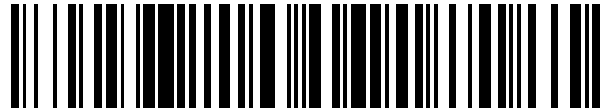


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 862 461**

21 Número de solicitud: 202030280

51 Int. Cl.:

H04B 3/54

(2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación:

06.04.2020

43 Fecha de publicación de la solicitud:

07.10.2021

71 Solicitantes:

**UNIVERSIDAD DE VALLADOLID (100.0%)
CTT-OTRI-CASA DEL ESTUDIANTE C/ REAL DE
BURGOS, S/N
47001 VALLADOLID (Valladolid) ES**

72 Inventor/es:

**MORALES ARAGONÉS, José Ignacio;
GALLARDO SAAVEDRA, Sara;
MORETÓN FERNÁNDEZ, Ángel;
HERNÁNDEZ CALLEJO, Luis;
ALONSO GÓMEZ, Víctor;
GONZÁLEZ REBOLLO, Miguel Ángel y
JIMENEZ LÓPEZ, Juan**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

54 Título: **SISTEMA DE COMUNICACIONES SOBRE CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA EN
INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS**

57 Resumen:

El sistema facilita la transmisión de una señal de corriente alterna a través de una asociación serie de paneles solares. Cada panel está conectado a un condensador en paralelo, garantizando un camino de baja impedancia para la señal alterna, y un transformador, cuyo secundario está en serie con el panel y cuyo primario se conecta a un transceptor. El sistema se cierra en bucle con un transformador adicional con sendos condensadores de aislamiento en serie que lo aíslan de la corriente continua de la línea. Uno es un condensador variable con capacidad mucho menor que la del resto de los que componen bucle tal que la frecuencia de resonancia de todo el bucle depende de su ajuste que regula la resonancia del bucle para que coincida con la utilizada para las comunicaciones, garantizando niveles de señal máximos.

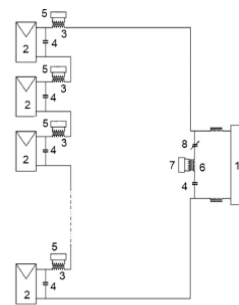


FIG. 1

DESCRIPCIÓN

**SISTEMA DE COMUNICACIONES SOBRE CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA EN
INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS**

5

OBJETO DE LA INVENCION

10 El objeto de la presente invención se enmarca en el campo técnico de la electrónica industrial y más concretamente en el ámbito de la producción de energía mediante módulos solares fotovoltaicos.

15

Se describe un sistema de comunicaciones que permite utilizar como soporte físico el cableado de corriente continua de las instalaciones fotovoltaicas, evitando así la necesidad de añadir cableado adicional para tal fin.

20

PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER Y ANTECEDENTES DE LA INVENCION

25 La progresiva introducción de sensores de medida e incluso electrónica de monitorización y control en los paneles solares que integran las instalaciones fotovoltaicas, sugiere la necesidad de un sistema de comunicaciones fiable y eficaz que permita manejar la información enviada por dichos sensores. Es necesario garantizar tanto las comunicaciones
30 entre cada panel solar como las comunicaciones con el sistema centralizado.

En algunos casos, la solución pasa por añadir tarjetas de comunicación inalámbrica en cada panel, o bien por el tendido de un cable de comunicaciones paralelamente al cableado de
35 corriente continua que se emplea para la producción eléctrica. Los problemas más destacados de estas técnicas son que tienen un impacto negativo sobre el coste del sistema y que, además, dificultan la instalación.

40

Ya se conoce también la realización de la comunicación sobre los propios cables de corriente continua de la instalación, mediante electrónica específicamente diseñada para el sistema de comunicaciones PLC (en inglés *Power Line Communications*, por
45 *Comunicaciones sobre la línea de Alimentación*). Este sistema está pensado para ser utilizado en líneas de distribución de corriente alterna o incluso en líneas de corriente continua en las que se dispone de dos cables que realizan un recorrido conjunto, y que
50

presentan, por lo tanto, unas características de impedancia más o menos regulares y modelables.

5 Sin embargo, el tendido de los cables de corriente continua de una agrupación de paneles en una instalación fotovoltaica es peculiar en este sentido. En estos casos el recorrido lo realiza un solo cable que va recorriendo la instalación de paneles solares pasando de uno al siguiente, formando un bucle que comienza en un inversor (o una caja de centralización, según el caso), recorre todos los paneles asociados en serie y regresa de nuevo al inversor (o caja de centralización).

15 Esta peculiaridad hace que muchos de los supuestos sobre los que se diseñaron los sistemas PLC mencionados no sean válidos en el caso de las instalaciones fotovoltaicas, especialmente en lo que se refiere a la impedancia característica que presenta el cableado a la frecuencia de trabajo.

20 Por tanto, surge la necesidad de nuevos sistemas de comunicaciones que resuelvan los mencionados problemas técnicos y sean aplicables en instalaciones solares fotovoltaicas.

25

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

30 La invención describe un sistema de comunicaciones sobre el cableado de corriente continua en instalaciones solares fotovoltaicas. Es decir, el sistema propuesto permite utilizar, como soporte físico para las comunicaciones entre paneles y con el sistema centralizado, el cableado de corriente continua de las instalaciones fotovoltaicas.

35

Para implementar un sistema de comunicaciones óptimo, un factor fundamental consiste en minimizar la atenuación que sufre la señal desde que se transmite hasta que se recibe. El sistema de la presente invención está configurado para aprovechar el fenómeno de la resonancia en el bucle de cableado de la instalación fotovoltaica para minimizar la mencionada atenuación.

40

45 Un bucle resonante consiste en un lazo cerrado que incluye impedancias inductivas (bobinas) e impedancias capacitivas (condensadores) en serie. Puesto que las impedancias complejas que presentan estos componentes son de signo opuesto, el ajuste de sus valores permite llevar la impedancia total del lazo cerrado a un valor próximo a cero. La única

50

limitación es la resistencia del cableado y de las propias bobinas pero se trata de una resistencia mínima que no afecta a la efectividad del sistema. Este ajuste a un valor próximo a cero permite una atenuación de la señal de comunicaciones mínima a lo largo del bucle.

5 La señal de comunicaciones es generalmente una señal generada por un sensor, que puede estar por ejemplo vinculado a uno de los paneles solares de la instalación fotovoltaica.

10 El sistema de comunicaciones propuesto facilita la transmisión de una señal de corriente alterna a través de una pluralidad de paneles solares dispuestos en serie y está destinado a ser empleado en la inspección y el control de calidad de paneles fotovoltaicos.

15 El sistema comprende una pluralidad de subsistemas conectados entre sí, cada uno de ellos conectable a uno de los paneles solares. El acoplamiento de la señal alterna que se desea transmitir desde un transceptor al cable de corriente continua se efectúa mediante
20 transformadores. El primario de estos transformadores se conecta al transceptor y el secundario se intercala en serie con el cableado de la instalación solar fotovoltaica. En esta situación, las impedancias inductivas del bucle corresponden a la inductancia del propio
25 cableado más las inductancias en serie de los secundarios de los transformadores. El sistema de comunicación comprende también unos condensadores (impedancias capacitivas) que permiten facilitar la condición de resonancia del bucle, y asegurar un camino de baja
30 impedancia a través de cada panel solar independientemente del punto de trabajo en el que estos se encuentren.

El bucle conformado por el cable de corriente continua que une en serie los paneles solares
35 comprende también un inventar o caja de centralización según la instalación solar fotovoltaica concreta. En el lado del inversor (o caja de centralización), aparte de un transformador de acoplamiento al transceptor como los de los paneles solares, el sistema
40 comprende en serie dos condensadores conectados a cada uno de los cables que proceden de la asociación de paneles solares. De esta forma se consigue un buen aislamiento en corriente continua de la parte del transceptor adicional respecto de la tensión continua
45 (generalmente de más de 400 voltios) de la línea. Uno de estos condensadores puede ser igual a los instalados en los subsistemas conectados a los paneles solares mientras que el otro es un condensador variable que tiene una capacitancia ajustable.

50

5 Este condensador variable dispone de una capacitancia máxima al menos 10 veces menor que la del resto de condensadores del sistema, de forma que la capacitancia equivalente de todos ellos en serie (y por lo tanto del bucle completo) depende sobre todo de la capacitancia del condensador variable. Esta circunstancia permite ajustar la frecuencia de resonancia de todo el bucle variando la capacitancia del condensador variable, y fijar así una frecuencia de trabajo fija independientemente de la inductancia total del bucle.

10 Para bucles de longitudes diferentes y con un número de paneles en serie distinto, se tendrán impedancias inductivas del bucle también diferentes, por lo que en cada caso es necesario ajustar el valor del condensador variable para que la frecuencia de resonancia del bucle coincida con la frecuencia de trabajo elegida para las comunicaciones.

20 Además, para evitar el paso de la señal alterna de comunicaciones hacia el inversor (o caja de centralización) el sistema comprende dos inductancias en cada uno de los dos polos entre la línea de corriente continua y la entrada al inversor (o caja de centralización).

25 La corriente continua recorre el mismo camino de baja impedancia que recorrería si no hubiera ningún sistema de comunicaciones, ya que en este caso las inductancias se comportan aproximadamente como cortocircuitos y los condensadores como circuitos abiertos.

30 La comunicación se inicia cuando un transceptor excita el primario de uno de los transformadores con una señal alterna a la frecuencia de trabajo elegida. Esta señal se transfiere por acoplamiento magnético al secundario del transformador excitado, y entonces todo el bucle resuena a la frecuencia de trabajo (que coincide con la de resonancia gracias al ajuste del condensador variable).

35 La condición de resonancia supone, como se ha indicado previamente, una baja impedancia en el bucle, y por lo tanto en los secundarios del resto de los transformadores se obtiene un valor de la señal máximo, con una atenuación mínima. A pesar de la inevitable atenuación a causa de la resistencia de cableado e inductancias, la eficacia del sistema es superior a la efectividad de transmisión de la señal en cualquier situación fuera de la resonancia. Se garantizan así unos niveles de señal máximos.

Finalmente, esta señal recibida en los secundarios, es transferida por acoplamiento magnético a los primarios conectados a los transceptores, que reciben así la señal que fue transmitida.

5

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Para completar la descripción y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, se acompaña a esta memoria descriptiva, como parte integrante de la misma, un conjunto de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

15

La figura 1 muestra esquemáticamente el esquema eléctrico general del sistema de comunicaciones.

20

La figura 2 muestra esquemáticamente, con línea negra continua, el trayecto seguido por la corriente continua en el circuito del sistema de comunicaciones.

25

La figura 3 muestra esquemáticamente, con línea negra continua, el trayecto seguido por la corriente alterna en el circuito del sistema de comunicaciones (bucle resonante).

30

A continuación se proporciona una lista de los distintos elementos representados en las figuras que integran la invención:

35

1. Inversor
2. Panel solar
3. Transformador
4. Condensador
5. Transceptor
6. Transformador adicional
7. Transceptor adicional
8. Condensador variable

40

45

DESCRIPCIÓN DETALLADA

50

La presente invención no debe verse limitada a la forma de realización aquí descrita. Otras

configuraciones pueden ser realizadas por los expertos en la materia a la vista de la presente descripción. En consecuencia, el ámbito de la invención queda definido por las siguientes reivindicaciones.

5

Se propone un sistema de comunicaciones que emplea el tendido de cables de corriente continua de una instalación fotovoltaica para transmisión de una señal de, por ejemplo un sensor, entre paneles solares de la instalación y/o al sistema centralizado. Como se ha descrito previamente, se emplea el fenómeno de resonancia en el bucle de cableado de la instalación fotovoltaica para evitar minimizar la atenuación de la señal transmitida.

10

15

En la figura 1 se ha representado el esquema eléctrico del sistema de comunicaciones propuesto. Se puede ver que el bucle cerrado de la instalación fotovoltaica comprende un inversor (1) conectado a una pluralidad de paneles solares (2) que están conectados en serie entre sí. Como se puede ver en dicha figura, el sistema de comunicaciones comprende una pluralidad de subsistemas y en este caso se han representado conectados a los paneles solares (2).

20

25

Los subsistemas comprenden un transformador (3) y un condensador (4) en paralelo, estando el secundario del transformador (3) conectado en serie con el panel solar (2) y estando el primario del transformador (3) conectado a un transceptor (5).

30

La asociación en serie del sistema se cierra en bucle con un transformador adicional (6) conectado a un transceptor adicional (7). Dicho transformador adicional (6) está conectado en serie con dos condensadores adicionales, de aislamiento, de los cuales al menos uno de ellos es un condensador variable (8). La capacidad de dicho condensador variable (8) es al menos 10 veces menor que la del resto de los condensadores (4) del sistema de comunicaciones de manera que la frecuencia de resonancia del sistema se ajusta mediante la variación de la impedancia capacitiva del condensador variable (8).

35

40

En una realización preferente de esta invención, el sistema de comunicaciones comprende un microprocesador en cada transceptor (5), configurado para realizar las labores de conmutación de la conexión al bobinado primario de los transformadores (3) entre una configuración como transmisor, con baja impedancia de salida, y otra como receptor, con alta impedancia de entrada.

45

50

Además, el microprocesador está configurado para acondicionar la señal de comunicaciones para su transmisión y recuperar la señal de recepción, todo ello según el protocolo y el tipo de modulación elegidos, para los que el sistema de comunicación no interfiere.

5

Como transformadores (3) se pueden utilizar núcleos toroidales de ferrita sobre los que se encuentran arrollados un bobinado primario y otro secundario.

10

Respecto a la implementación del condensador variable (8) para el ajuste de la resonancia, puede utilizarse un diodo varicap, cuya capacidad varía con el voltaje de polarización inverso. En este ejemplo de realización el condensadores variables (8) se puede controlar desde el propio microprocesador.

15

En la figura 2 se muestra esquemáticamente, con línea negra continua, el trayecto seguido por la corriente continua en el circuito del sistema de comunicaciones representado en la figura 1. Como se puede ver, para la corriente continua se mantiene el mismo camino de baja impedancia que existiría si no hubiera ningún sistema de comunicaciones. Por otro lado, en la figura 3, se aprecia el camino de la señal de corriente alterna correspondiente a las comunicaciones (línea negra continua), que forma el bucle cerrado resonante que se ha explicado previamente.

20

25

30

35

40

45

50

REIVINDICACIONES

5 1. Sistema de comunicaciones sobre el cableado de corriente continua en instalaciones solares fotovoltaicas del tipo de las que comprenden un inversor (1), una pluralidad de paneles solares (2) y un cable que conecta todos los elementos formando un bucle cerrado en el que los paneles solares (2) están conectados en serie, y el sistema de comunicaciones está caracterizado porque comprende:

10 - una pluralidad de subsistemas, cada uno de ellos conectable a un panel solar (2), que comprenden un transformador (3) y un condensador (4) en paralelo; y donde el secundario del transformador (3) está en serie con el panel solar (2) y el primario del transformador (3) está conectado a un transceptor (5) que también es parte del subsistema;

15 -y la asociación en serie del sistema se cierra en bucle con un transformador adicional (6) conectado a un transceptor adicional (7) y donde dicho transformador adicional (6) está conectado en serie con dos condensadores adicionales de los cuales al menos uno de ellos es un condensador variable (8), donde la capacidad de dicho condensador variable (8) es al menos 10 veces menor que la del resto de los condensadores (4) del sistema de comunicaciones de manera que la frecuencia de resonancia del sistema se ajusta mediante la variación de la impedancia capacitiva del condensador variable (8).

25 2. Sistema de comunicaciones según la reivindicación 1 en el que el condensador variable (5) es un diodo varicap con capacidad controlable electrónicamente.

30 3. Sistema de comunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que los transformadores (2) comprenden núcleos toroidales de ferrita con un bobinado primario y un bobinado secundario de cable de cobre esmaltado.

35 4. Sistema de comunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que al menos uno de los transceptores (6) comprende un microprocesador configurado para conmutar la conexión al bobinado primario del transformador (3) correspondiente entre una configuración de transmisor, con baja impedancia de salida, y una configuración de receptor, con alta impedancia de entrada.

45 5. Sistema de comunicaciones según la reivindicación 4 en el que cada transceptor (6) comprende un microprocesador.

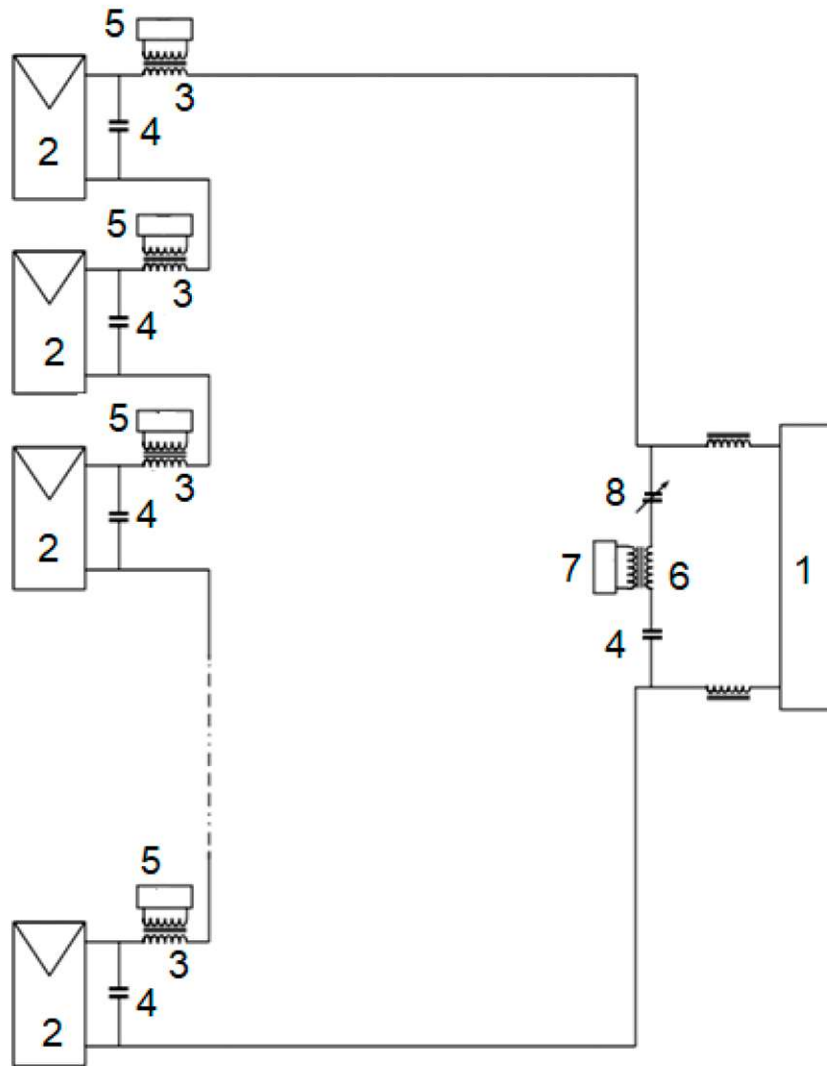


FIG. 1

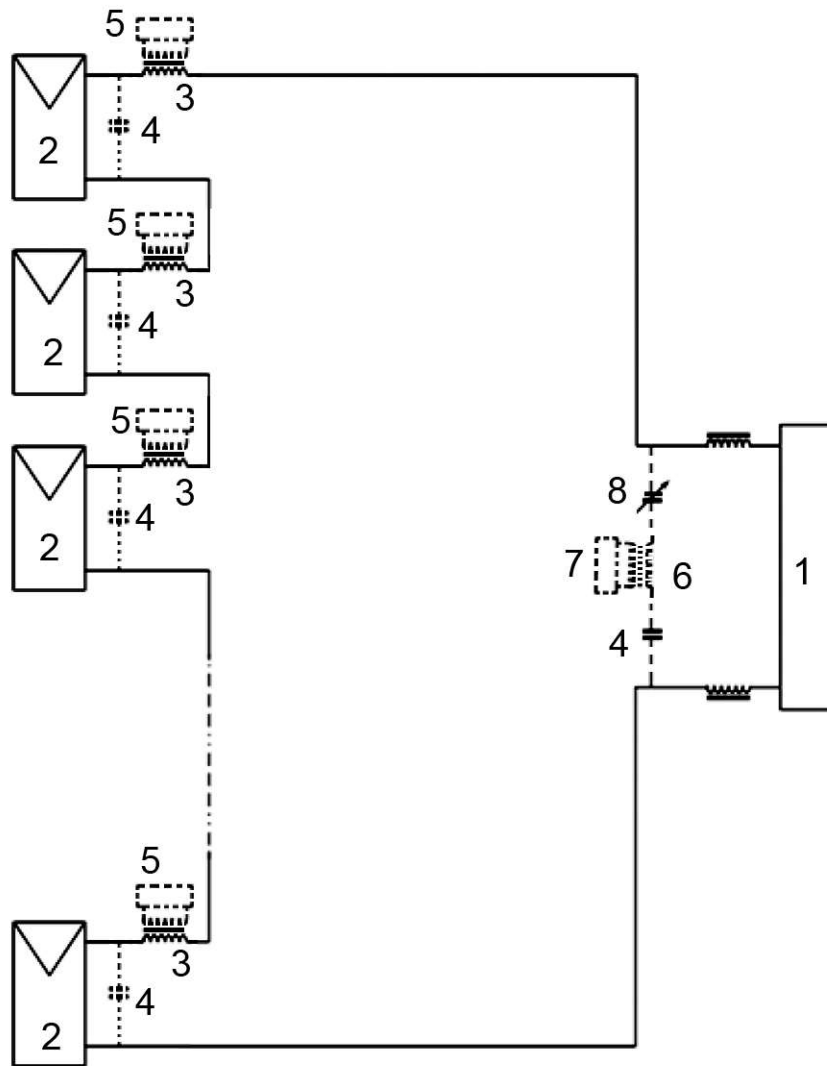


FIG.2

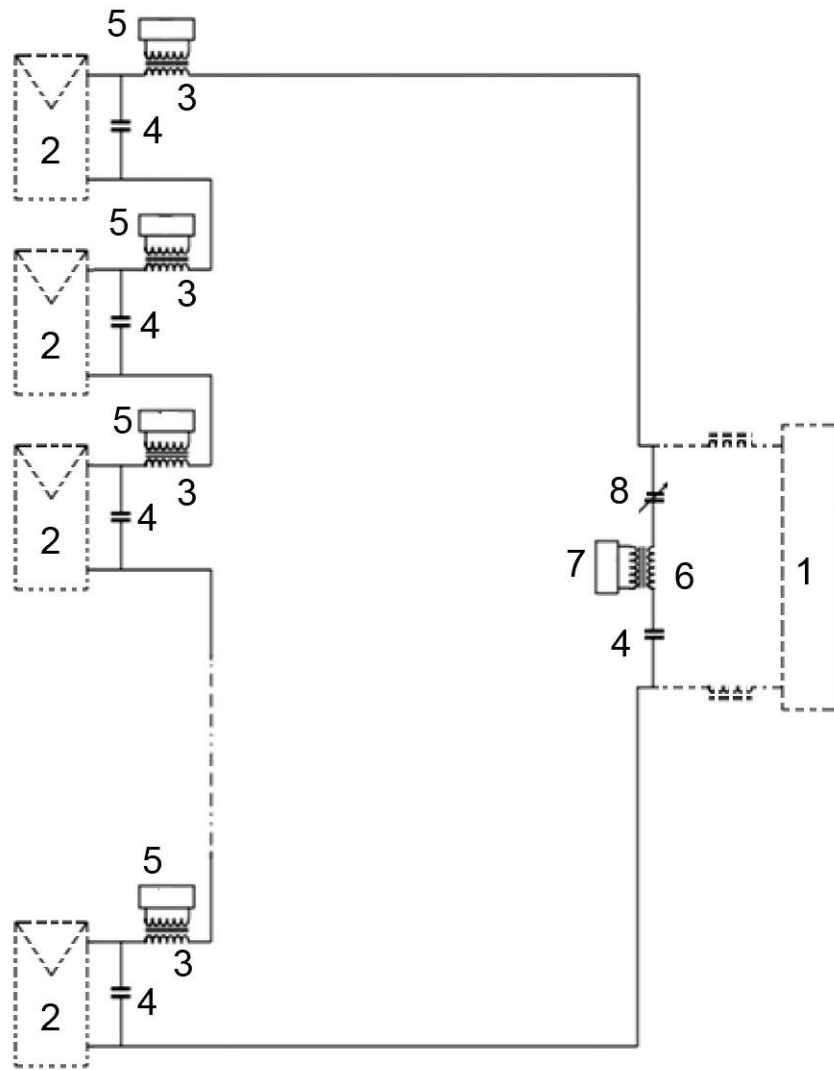


FIG.3



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②¹ N.º solicitud: 202030280

②² Fecha de presentación de la solicitud: 06.04.2020

③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤¹ Int. Cl.: **H04B3/54** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑤ ⁶ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	EP 3506516 A1 (SOLAREEDGE TECHNOLOGIES LTD) 03/07/2019, Descripción; figuras.	1-5
A	EP 3584947 A1 (FRONIUS INT GMBH) 25/12/2019, Descripción; figuras.	1-5
A	US 2014161201 A1 (YUKIZANE RYOTA et al.) 12/06/2014, resumen; descripción; párrafo [0069]; párrafo [0071]; figuras.	1-5

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones n.º:

Fecha de realización del informe
29.06.2020

Examinador
M. P. López Sabater

Página
1/2

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04B

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, IEEE, Elsevier