

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 439 215**

51 Int. Cl.:

G01R 31/40 (2006.01)

G08B 13/22 (2006.01)

H01L 31/042 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2007** **E 12152889 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.05.2013** **EP 2463676**

54 Título: **Procedimiento para la supervisión de un generador fotovoltaico**

30 Prioridad:

03.11.2006 DE 102006052295

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.01.2014

73 Titular/es:

SMA SOLAR TECHNOLOGY AG (100.0%)
Sonnenallee 1
34266 Niestetal, DE

72 Inventor/es:

PRIOR, OLIVER;
JUCHEM, RALF;
VICTOR, MATTHIAS, DR.;
GOTTHOLD, OLIVER y
SCHLABBACH, JUERGEN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 439 215 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la supervisión de un generador fotovoltaico

La invención se refiere a un procedimiento para la supervisión de un generador fotovoltaico para la generación de corriente con un número de células solares conectadas entre dos conexiones exteriores.

- 5 Para la supervisión de robos en generadores fotovoltaicos se conoce deducir un robo en el caso de modificaciones repentinas de la corriente del generador. Pero esto tiene el inconveniente de que el generador no suministra corriente durante la noche, por lo que este procedimiento solamente se puede emplear de día.

- 10 Se conoce a partir del documento DE 101 61 480 B4 un procedimiento para la protección de un módulo solar contra manipulación no autorizada o robo. Este procedimiento se basa en la detección de una interrupción de un circuito en serie. En este caso, se alimenta una corriente alterna. También se puede realizar una alimentación sincronizada de la corriente de medición. A través de la alimentación de la corriente de medición a intervalos no es necesario un flujo de corriente continuo. Estas corrientes son diferentes de la corriente continua del generador. Este procedimiento se puede emplear también en las horas nocturnas.

- 15 Otro procedimiento se ocupa con la detección de arcos voltaicos en generadores solares (WO 95/25374). En este caso, se detecta la radiación electromagnética saliente. Los arcos voltaicos se producen en el caso de cortocircuito o en el caso de interrupciones de la trayectoria de la corriente. Los circuitos necesarios para la determinación de arcos voltaicos son, sin embargo, costosos y caros.

- 20 El documento US 7 042 228 B2 publica la verificación de un convertidor por medio de la detección de un espectro de frecuencias de salida. El documento DE 94 11 783 U1 publica una supervisión de robo para generadores solares fotovoltaicos.

La invención tiene el problema de encontrar un procedimiento de supervisión económico, en particular para la supervisión de robo, que es operativo durante la noche.

- 25 Este problema se soluciona de acuerdo con la invención en un procedimiento para la supervisión de un generador fotovoltaico para la generación de corriente con un número de células solares conectadas entre dos conexiones exteriores a través de alimentación repetida de una corriente con un espectro de frecuencia al circuito de corriente continua, en el que se realiza la detección de una paso de frecuencia en el espectro de frecuencias con una corriente alimentada como magnitud de entrada y una magnitud eléctrica el generador como magnitud de salida, y detección de una modificación del paso de frecuencia para la supervisión del generador fotovoltaico, en el caso de que aparezca una modificación durante la alimentación periódica.

- 30 La invención se basa en el reconocimiento de que una modificación del paso de la frecuencia representa un signo fiable de un robo y de muy general una manipulación en el generador solar. Así, por ejemplo, determinadas amplitudes de la corriente de una frecuencia solamente se modifica durante la extracción de un módulo solar, mientras que otras amplitudes de la corriente permanecen inalteradas. En ausencia de un módulo, se modifican las capacidades y las inductancias o bien las impedancias y, por lo tanto, el comportamiento de frecuencia del generador. Si se alimenta un corriente con un espectro de frecuencias, entonces resulta un comportamiento de frecuencia típico, cuando se lleva a cabo una modificación del generador.

Se puede detectar el paso de frecuencia, es decir, la dependencia de una magnitud eléctrica, como impedancia, capacidad, inductividad, corriente o tensión de la frecuencia alimentada.

- 40 También se pueden reconocer arcos voltaicos. En los arcos voltaicos se modifica el comportamiento de frecuencia. Los arcos voltaicos pueden ser ocasionados por puntos de contacto erróneos y pueden provocar incendios. Por lo tanto, el comportamiento de supervisión sirve también para la prevención de incendios.

Una ventaja de la invención es que es posible una supervisión de robo o bien una protección contra manipulación también en las horas nocturnas, es decir, también cuando el generador solar no suministra corriente.

- 45 La invención puede utilizar un único principio de medición para la supervisión de diferentes daños o bien manipulación en el generador, incluyendo robo del generador. De esta manera, se obtienen ventajas de costes. Además, el procedimiento de acuerdo con la invención es muy fiable, puesto que no es necesaria una detección costosa de radiación electromagnética.

- 50 Una supervisión de robo se realiza con el procedimiento de acuerdo con la invención con preferencia sólo en las horas nocturnas, siendo empleado ruante las horas diurnas un segundo procedimiento. El segundo procedimiento se basa especialmente en la utilización de un sensor de referencia y aquí con preferencia de un generador solar de referencia. A través de esta medida existe un seguro de robo óptimo. En las horas diurnas se evalúa, por ejemplo, una interrupción brusca de la corriente como indicación de un robo. Una modificación de la corriente tiene lugar, en efecto, relativamente lenta cuando, por ejemplo, una nube cubre el generador. En cambio, en las horas nocturnas se

emplea el primer procedimiento con la supervisión del paso de frecuencia, puesto que trabaja de manera especialmente fiable cuando el generador solar no genera corriente.

De manera alternativa o adicional, el procedimiento se puede emplear también para la supervisión de arcos voltaicos a través de separación del contacto o para la verificación de contactos peligrosos del generador fotovoltaico. De esta manera se pueden prevenir incendios a través de un contacto eléctrico erróneo. En lugar o adicionalmente a una señal de alarma, se puede desconectar el generador solar cuando aparece un arco voltaico.

Un desarrollo relativamente sencillo, pero a pesar de todo efectivo de la invención se caracteriza porque se forma una magnitud auxiliar a partir de curvas medidas de la corriente o de la tensión y se supervisa la modificación de la magnitud auxiliar, realizándose una señal de alarma por encima de un valor umbral de la modificación de la magnitud auxiliar. Un circuito de supervisión se puede conectar de una manera relativamente sencilla. Es ventajoso que la magnitud auxiliar se forma a partir de la suma de las amplitudes medidas de la corriente o de la tensión o que la magnitud auxiliar se realice a partir de una integración de las áreas por debajo de las curvas medidas. Ambas soluciones se pueden realizar fácilmente controladas por ordenador o microprocesador.

Es especialmente favorable que se realice una alimentación de la corriente con un espectro de frecuencia con un primer convertidor con arrollamiento primario y arrollamiento secundario, que está conectado en el circuito de corriente continua del generador, y una detección del espectro de frecuencias con un segundo convertidor con arrollamiento primario y arrollamiento secundario, que está dispuesto en serie con el primer convertidor. De esta manera, se puede conectar un circuito de supervisión en serie con el generador y solamente debe conectarse con una conexión exterior. La salida del generador solar representa, por lo tanto, prácticamente la salida del circuito de supervisión. Las pérdidas generadas a través del circuito de supervisión son insignificantes, puesto que la caída de la corriente continua generada en el convertidor tiende esencialmente a cero.

Es óptimo que se realice una alimentación de frecuencias sinusoidales en el circuito de corriente continua del generador. A través de la modificación de una señal resultan varias tensiones alternas, de manera que se puede recorrer una gama de frecuencias. Una modificación de la frecuencia se puede generar de manera continua con la ayuda de un generador de funciones, pero también de forma repentina.

Con ventaja, se establece una modificación de una magnitud eléctrica medible a través del espectro de frecuencias. Se puede medir directamente la modificación de la impedancia del generador. Esto es posible porque en el caso de ausencia repentina de módulos, se modifican las impedancias de la potencia, pero también las capacidades presentes son diferentes. Las vías de la potencia en el generador son relativamente largas, de manera que están presentes impedancias relativamente grandes y bien medibles. En principio, también se puede medir solamente una capacidad o una inductividad. Es ventajoso que en el caso de un circuito paralelo de módulos, es posible una detección. Mientras que una medición basada en interrupción de la potencia solamente es posible en circuitos en serie de módulos solares, la invención se puede emplear en circuitos en serie y/o en paralelo de módulos solares.

Otras configuraciones ventajosas de la invención se pueden deducir de las reivindicaciones dependientes.

Con la ayuda de los dibujos se explica en detalle la invención a continuación a modo de ejemplo.

La figura 1 muestra una representación de una instalación fotovoltaica con varios módulos solares conectados en serie y/o en paralelo.

La figura 2 muestra un esquema equivalente de una célula solar de una instalación.

La figura 3 muestra un esquema equivalente de una disposición de células solares en forma de meandro.

La figura 4 muestra una disposición de circuito para la medición de un paso de frecuencia.

La figura 5 muestra un esquema equivalente de la disposición representada en la figura 4.

La figura 6 muestra un esquema de funciones de una forma de realización preferida de la disposición de circuito para la realización del procedimiento de acuerdo con la invención.

La figura 7 muestra una primera representación de un paso de frecuencia con y sin generador parcial.

La figura 8 muestra una segunda representación de un paso de frecuencia.

La figura 1 muestra una instalación fotovoltaica con un generador fotovoltaico 1 con varios módulos fotovoltaicos 2 conectados en serie y en paralelo. Entre un ondulator 3 con condensador de entrada 4 está dispuesto un circuito de supervisión 5. Este circuito está en serie con el generador fotovoltaico 1 y con el ondulator en el circuito DC.

Como se ilustra en la figura 2, cada célula solar tiene un esquema equivalente con capacidades C_{sp} y C_{diff} , con un diodo D y resistencias EP. Las células solares individuales están dispuestas especialmente en forma de meandro en

un módulo no representado en detalle, de manera que resulta una línea de corriente relativamente larga y, por lo tanto, una inductividad significativa L_{tg} , como se puede deducir a partir del esquema equivalente según la figura 3.

Si se retira un módulo solar en una instalación de varios módulos conectados en serie y/o en paralelo, por ejemplo en el caso de un robo, entonces se modifican las capacidades o bien las inductividades. Puesto que en principio está presente una red de conexión muy compleja compuesta de condensadores, inductividades y resistencias, en el caso de una única frecuencia no debe realizarse forzosamente una modificación clara de una magnitud eléctrica. Si se imprime una corriente alterna, en el caso de una frecuencia, apenas se modifica la corriente de salida de un circuito de medición, mientras que en el caso de otra frecuencia, tiene lugar una modificación clara de la señal. Esto se explica por una propiedad de resonancia modificada de la instalación fotovoltaica.

Exactamente aquí entra el procedimiento para la supervisión de un generador fotovoltaico 1 para la generación de corriente con un número de células solares conectadas entre dos conexiones exteriores.

De acuerdo con la invención, se realiza una introducción periódica de una corriente con un espectro de frecuencias en el circuito de corriente del generador, una detección de un paso de frecuencia en el espectro de frecuencias y una detección de una modificación del paso de frecuencias o de una magnitud eléctrica en el paso de frecuencia para la supervisión del generador fotovoltaico 1.

Con preferencia, se realiza una alimentación sinusoidal de la corriente con un espectro de frecuencias con un primer convertidor con arrollamiento primario y arrollamiento secundario, que está conectado en el circuito de corriente continua del generador. Además, se realiza una detección del espectro de frecuencias con un segundo convertidor con arrollamiento primario y arrollamiento secundario, que está dispuesto en serie con el primer convertidor.

En principio, se emplean varias señales de corriente alterna con diferentes frecuencias.

El circuito de medición mostrado en la figura 4 ilustra el principio. En serie con el generador 1 se encuentran dos convertidores $W1$ y $W2$. Cada uno de ellos tiene un arrollamiento primario y un arrollamiento secundario, estando, respectivamente, uno de los arrollamientos en el circuito de corriente continua o bien circuito DC. El primer convertidor $W1$ sirve para la alimentación del espectro de frecuencias. En este caso se utiliza un generador de funciones 6, que modifica continuamente su frecuencia, por ejemplo de 100 Hz (f_1) a 500 Hz (f_2). Esto significa que la corriente impresa comienza con 100 Hz, se eleva y termina en 500 kHz. Este proceso se repite cíclicamente.

En el segundo convertidor $W2$ está conectado un aparato de medición 7, por ejemplo un osciloscopio o un analizador del paso de frecuencia, que registra el paso de frecuencia, es decir, que registra la corriente alterna en función de la frecuencia. En un osciloscopio se puede aplicar en la entrada-X una tensión proporcional a la frecuencia y en la entrada-Y se puede aplicar la tensión de medición. La figura 5 muestra el esquema equivalente con la capacidad del generador C_{pv} , con la capacidad de entrada C_{WR} del vibrador y con las inductividades de la línea L_{Tig} y $L_{Dispersión}$. Éstas forman un circuito oscilante, de manera que a una frecuencia determinada o bien a la frecuencia de resonancia está presente una modificación clara de la señal. Una amplitud se eleva de forma repentina cuando llega a la proximidad de la frecuencia de resonancia. La amplitud está limitada por la amortiguación o bien la resistencia óhmica del esquema equivalente o bien por la resistencia interna. Puesto que ésta es muy reducida, se pueden alcanzar resultados muy unívocos.

Con preferencia, se forma una magnitud auxiliar a partir de las curvas medidas de la corriente o de la tensión y se supervisa la modificación de la magnitud auxiliar, realizándose una señal de alarma por encima de un valor umbral de la modificación de la magnitud auxiliar. La magnitud auxiliar se forma a partir de la suma de las amplitudes medidas de la corriente y de la tensión.

Un esquema funcional de una disposición de circuito preferida para la realización de esta forma de realización preferida del procedimiento de acuerdo con la invención se muestra en la figura 6. El generador de funciones 6 alimenta el primer convertidor $W1$, que se encuentra, como también el segundo convertidor $W2$ en el circuito DC del generador 1. La señal de salida del segundo convertidor es amplificada a través de un amplificador 7 y es rectificada por medio de un rectificador 8.

La señal de salida del rectificador es alimentada a un microprocesador 9, que forma una señal de suma S_2 después de un paso de la frecuencia. El microprocesador 9 predetermina, además, las frecuencias f_1 a f_n para el generador de funciones y establece desviaciones del paso de frecuencia.

Si se produce una desviación de la señal de suma ΔS y esta desviación excede un valor umbral, entonces se realiza una señal de alarma, como se muestra en la figura 6.

De manera alternativa, la magnitud auxiliar se puede formar a partir de la integración de las áreas por debajo de las curvas medidas.

Una modificación de una magnitud eléctrica medible a través del espectro de frecuencias no sólo puede ser la

corriente, como se explica en los ejemplos, sino también una impedancia del generador.

Las figuras 7 y 8 ilustran modificaciones posibles e la señal. Éstas muestran amplitudes de la corriente en función la frecuencia f.

5 Como muestra la figura 7, el paso de la frecuencia se modifica, por ejemplo, después de la retirada de un generador parcial o bien de un módulo. En este caso, la instalación fotovoltaica presenta, por ejemplo, tres frecuencias de resonancia. Una modificación se puede realizar, por ejemplo, a través de la extracción de un módulo por robo. En este caso, solamente en el intervalo de una frecuencia determinada o bien de una segunda frecuencia de resonancia (ver flecha) e modifica la amplitud, como se puede reconocer, en una medida general significativa.

10 Otro comportamiento típico se muestra en la figura 8. Aquí se modifica la amplitud también claramente, pero en el caso de otra frecuencia o bien de la tercera frecuencia de resonancia (ver flecha).

15 La invención no está limitada a este ejemplo, de manera que el procedimiento de supervisión se puede utilizar para el reconocimiento de arcos voltaicos. Un arco voltaico se puede realizar, por ejemplo, a través de una interrupción de la trayectoria de la corriente o a través de un cortocircuito. En principio, se pueden supervisar también otros tipos de generador. Así, por ejemplo, es posible establecer un daño en un generador parcial que resulta a través de pedriscos o similar, sin que deba instalarse una cámara de supervisión costosa. También se pueden reconocer otros tipos de manipulaciones, por ejemplo destrucciones intencionadas.

Lista de signos de referencia

	1	Generador fotovoltaico
20	2	Módulos fotovoltaicos
	3	Vibrador
	4	Condensador de entrada
	5	Circuito de supervisión
	6	Generador de funciones
25	7	Aparato de medición
	8	Rectificador
	9	Microprocesador
	W1	Primer convertidor
30	W2	Segundo convertidor

REIVINDICACIONES

1.- Procedimiento para la supervisión de un generador fotovoltaico (1) para la generación de corriente con un número de células solares conectadas entre dos conexiones exteriores, con las siguientes etapas:

- 5 - alimentación periódica de una corriente con un espectro de frecuencias en un circuito de corriente, que comprende el generador fotovoltaico (1) y un vibrador (3),
- detección respectiva de una magnitud eléctrica en el circuito de corriente como magnitud de salida y determinación de un espectro de frecuencias de la magnitud de salida,
- y detección de una modificación del espectro de frecuencias de la magnitud de salida para la supervisión del generador fotovoltaico (1), en el que
- 10 - la corriente es impresa por medio de un primer convertidor (W1) con arrollamientos primarios y secundarios en el circuito de corriente y por medio de un segundo convertidor (W2) con arrollamientos primarios y secundarios se detecta la magnitud de salida y
- el circuito de corriente comprende, además, arrollamientos, conectados en serie con el generador fotovoltaico y con los onduladores en el circuito, del primer convertidor (W1) y del segundo convertidor (W2).
- 15

2.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, instalado para la supervisión de robo o manipulación.

3.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el que con la ayuda de una modificación del espectro de frecuencias de la magnitud de salida se detecta un arco voltaico.

4.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, que se realiza en horas nocturnas.

- 20 5.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la magnitud de salida es una corriente, una tensión o una impedancia en el circuito de corriente del generador.

- 25 6.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, en el que se detecta un paso de la amplitud de la corriente o de la tensión del generador, se forma una magnitud auxiliar a partir de las curvas de la corriente o de la tensión medidas y se supervisa una modificación de la magnitud auxiliar, siendo emitida una señal de alarma por encima de un valor umbral de la modificación de la magnitud auxiliar.

7.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en el que la magnitud auxiliar se forma a partir de la suma de las amplitudes de la corriente o de la tensión medidas.

8.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6, en la que la magnitud auxiliar se realiza a partir de una integración de las áreas por debajo de las curvas medidas.

- 30 9.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en el que se alimenta una corriente sinusoidal.

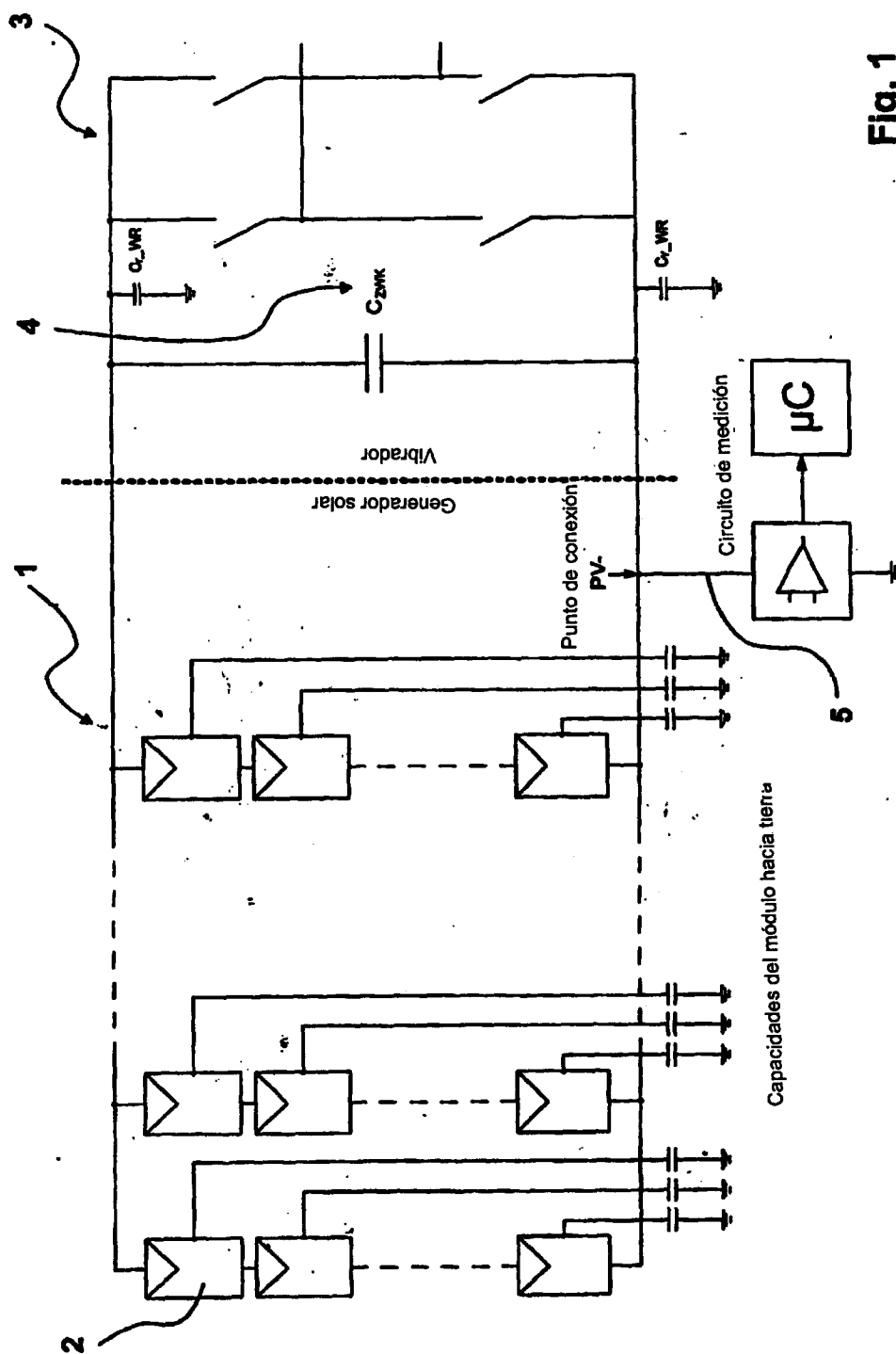
10.- Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que la corriente sinusoidal es modificada continua y cíclicamente en su frecuencia.

11.- Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en el que el generador fotovoltaico (1) presenta un circuito paralelo de módulos fotovoltaicos (2).

- 35 12.- Utilización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 para el reconocimiento de robo o manipulación en el generador fotovoltaico.

13.- Utilización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 para el conocimiento de arcos voltaicos a través de la separación el contacto o contactos peligrosos del generador fotovoltaico (1).

- 40 14.- Utilización del procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11 tanto para el reconocimiento de robo como también de arcos voltaicos en el generador fotovoltaico (1).



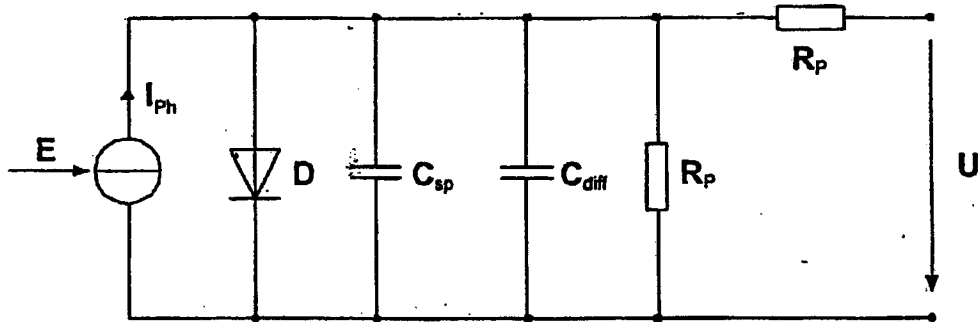


Fig. 2

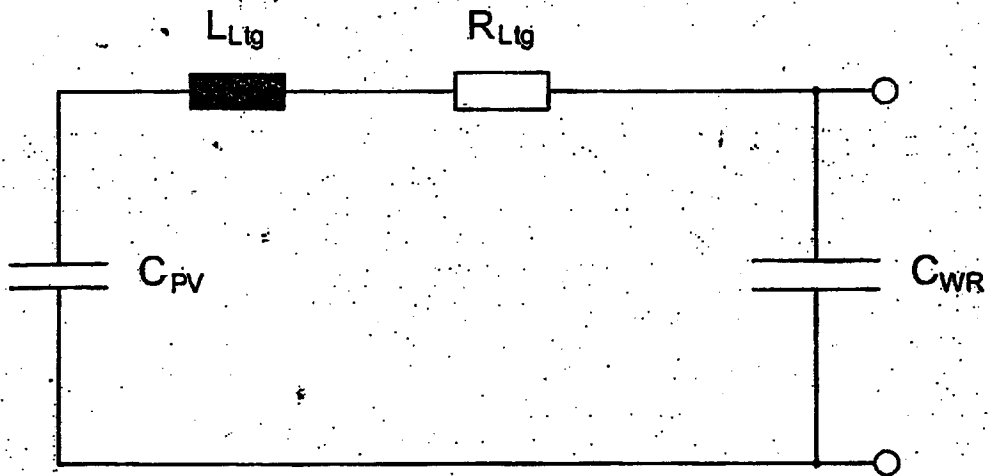


Fig. 3

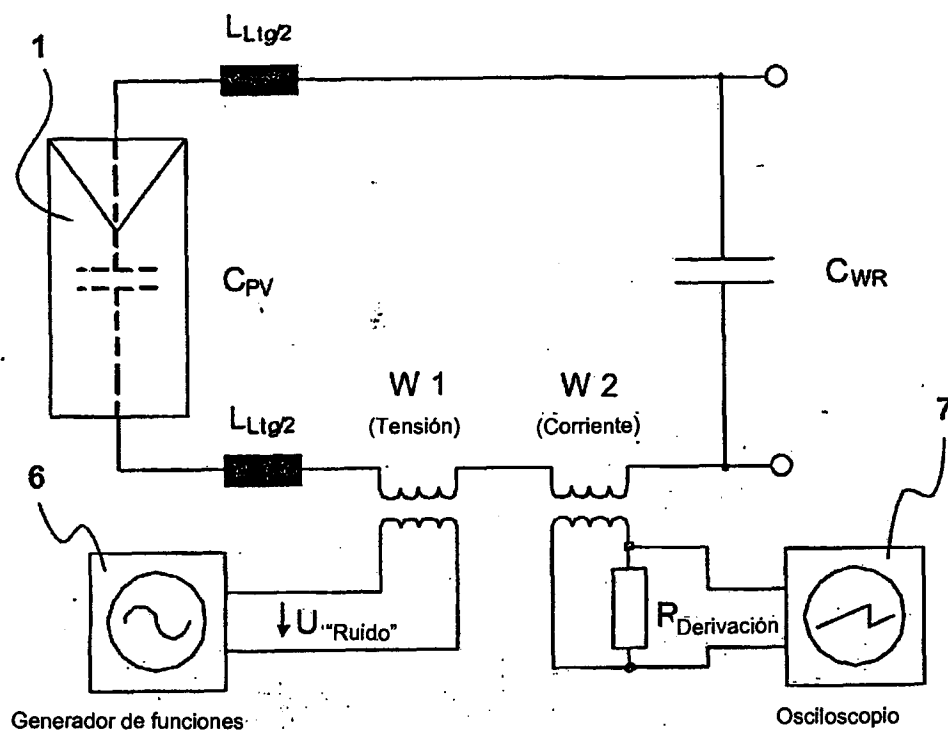


Fig. 4

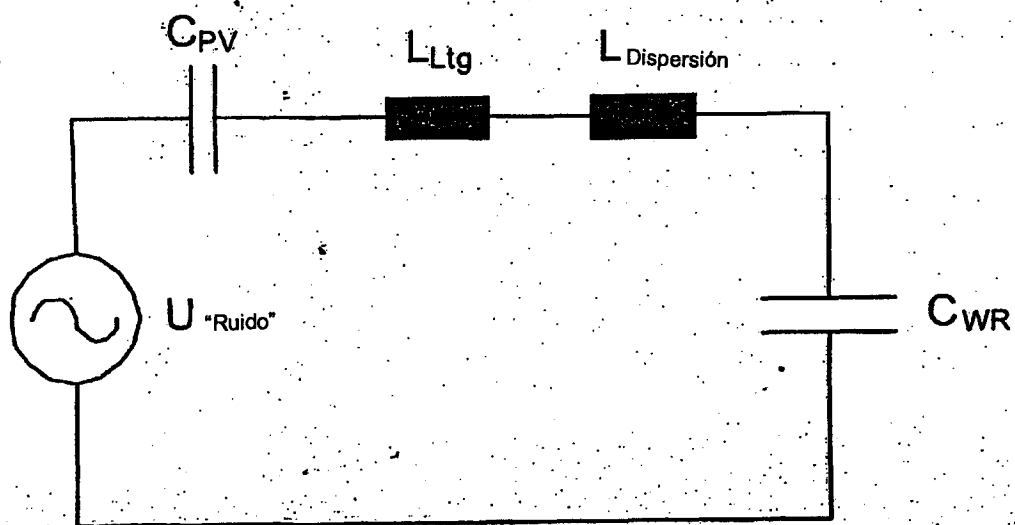


Fig. 5

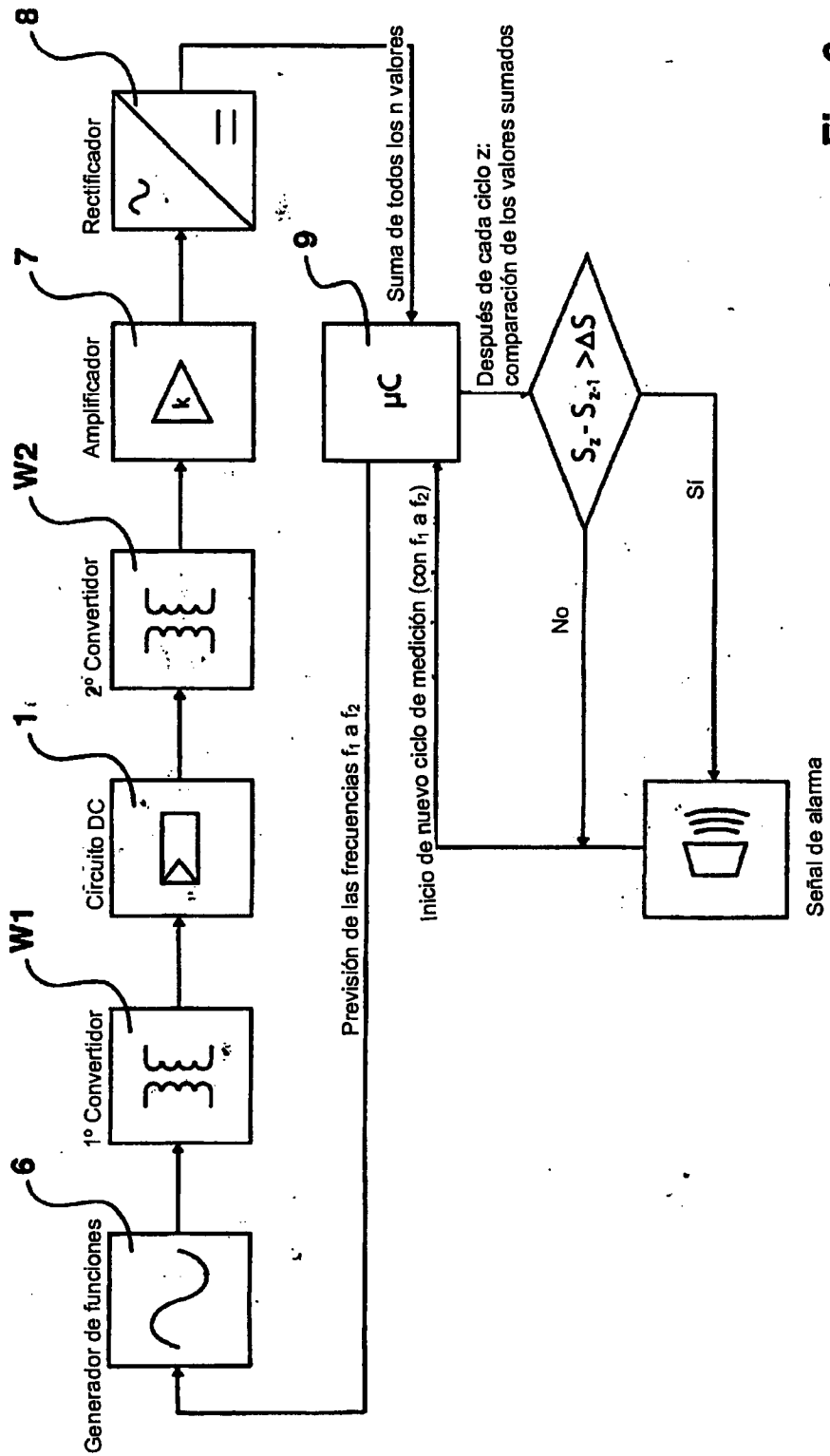


Fig. 6

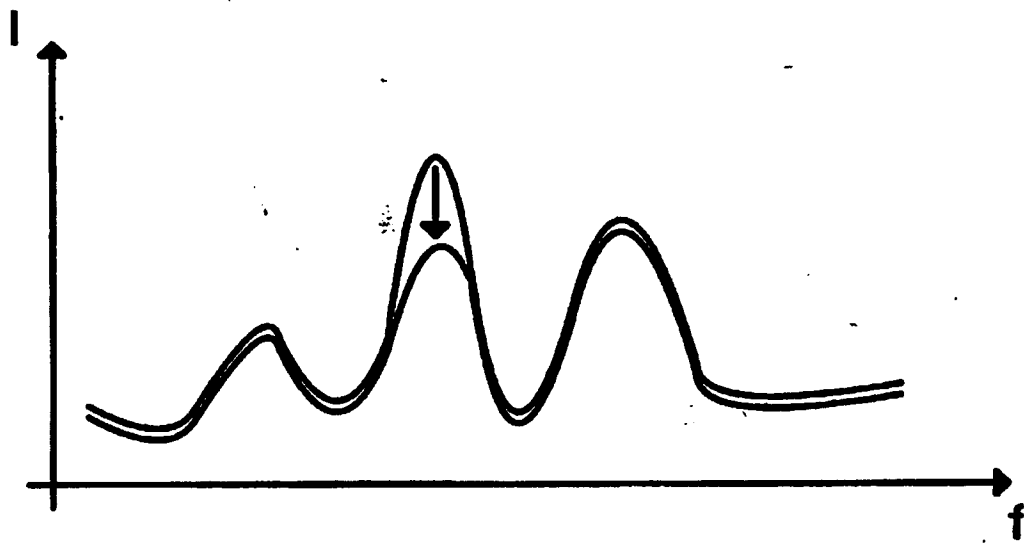


Fig. 7

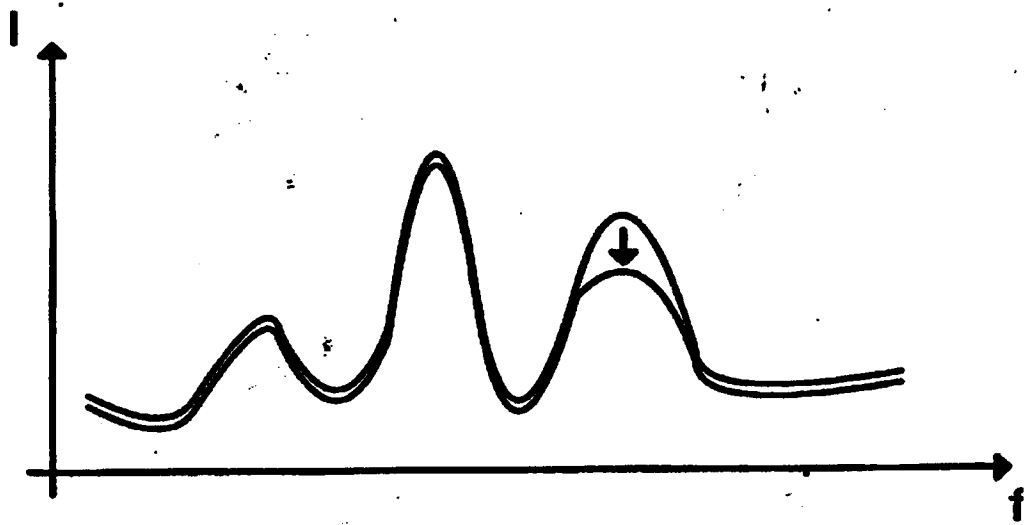


Fig. 8