



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① Número de publicación: **2 221 559**

② Número de solicitud: 200300680

⑤ Int. Cl.

**G05F 1/66** (2006.01)

**H02N 6/00** (2006.01)

**H02J 7/35** (2006.01)

⑫

PATENTE DE INVENCION

B1

② Fecha de presentación: **24.03.2003**

④ Fecha de publicación de la solicitud: **16.12.2004**

Fecha de la concesión: **24.01.2006**

④ Fecha de anuncio de la concesión: **16.02.2006**

④ Fecha de publicación del folleto de la patente: **16.02.2006**

⑦ Titular/es: **Universidad de Jaén**  
**Paraje "Las Lagunillas", s/n**  
**Edificio B-1**  
**23071 Jaén, ES**  
**Universidad Politécnica de Madrid**

⑦ Inventor/es: **Cañada Bago, Joaquín;**  
**García Galán, Sebastián;**  
**Casa Hernández, Juan de la ;**  
**Aguilera Tejero, Jorge;**  
**Velasco Pérez, Juan Ramón y**  
**Magdalena Layos, Luis**

⑦ Agente: **Fernández Marquina, Pilar**

⑤ Título: **Controlador experto de sistemas fotovoltaicos autónomos.**

⑤ Resumen:

Controlador experto de sistemas fotovoltaicos autónomos. Con la finalidad de evitar tanto una sobrecarga como una sobredescarga de las baterías que participan en el sistema fotovoltaico, consiste en un elemento de control (4), concretamente en un microcontrolador, con capacidad de proceso para ejecutar un algoritmo de control, el cual recibe información de la instalación fotovoltaica (2) a través de un juego de sensores (3) de tensión, corriente, temperatura y humedad, elemento de control (4) que, en función del algoritmo de control y con la colaboración de actuadores (5), regula el flujo de corriente. Un módulo de comunicaciones (6) permite establecer comunicación a distancia al estado de la instalación, valores instantáneos, evolución temporal, eventos y alarmas, y comandos remotos.

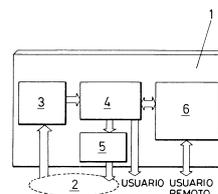


FIG.1

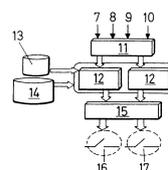


FIG.2

ES 2 221 559 B1

Aviso: Se puede realizar consulta prevista por el art. 37.3.8 LP.

## DESCRIPCIÓN

Controlador experto de sistemas fotovoltaicos autónomos.

### 5 Objeto de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo concebido para el control de sistemas fotovoltaicos autónomos que, analizando convenientemente los parámetros de la instalación, tanto instantáneos como históricos, gobierna la conexión del sistema fotovoltaico propiamente dicho con la batería.

10 El objeto de la invención es conseguir unas condiciones de trabajo para la batería que alarguen de forma muy considerable la vida útil de la misma, una mejor gestión energética y un óptimo mantenimiento de las instalaciones, al disponer de un módulo de comunicaciones para usuarios remotos.

### 15 Antecedentes de la invención

Como es sabido, en un sistema fotovoltaico autónomo, entre las placas fotovoltaicas y las baterías se establecen reguladores de carga, con el único objetivo de aumentar el tiempo de vida útil de dichas baterías.

20 De forma más concreta, dichos reguladores impiden la sobrecarga de las baterías, a la vez que controlan su descarga, interrumpiendo el circuito de salida cuando el nivel de carga de la batería alcanza un valor mínimo preestablecido, al objeto de evitar descargas excesivas en las mismas que, como es sabido, acortan drásticamente su vida útil.

25 Sin embargo, en la práctica se observa que los citados reguladores presentan un comportamiento manifiestamente mejorable, no mostrando unos requerimientos necesarios de calidad en los sistemas a los que se encuentran aplicados.

### Descripción de la invención

30 El controlador experto que la invención propone resuelve de forma plenamente satisfactoria la problemática anteriormente expuesta, y para ello basa sus decisiones en el conocimiento acumulado de los expertos en una base de conocimiento. Ésta base de conocimiento puede evolucionar utilizando un sistema de aprendizaje, bien de forma remota o bien de forma local.

35 De forma más concreta, la invención consiste en un sistema que incorpora conocimiento experto destinado al aumento del tiempo de vida útil de las baterías y a la mejora de la gestión energética del sistema fotovoltaico autónomo. Igualmente, el controlador experto de sistemas fotovoltaicos autónomos, incorpora un módulo de comunicaciones que permite la telemonitorización y el control de la instalación tanto de forma remota como de forma local.

40 Específicamente, el controlador experto está estructurado a partir de un elemento de control, materializado en un microcontrolador, con capacidad de proceso de información suficiente para poder ejecutar el algoritmo de control, así como el resto de funcionalidades de que dispone el controlador, concretamente visualizador de estado, alarmas, telemonitorización y telecontrol. Este elemento es el encargado de tomar decisiones de operación sobre la instalación fotovoltaica estando basadas en un sistema experto.

45 Con el microcontrolador colaboran un conjunto de sensores de tensión, corriente y temperatura, que permiten obtener las variables instantáneas del sistema fotovoltaico autónomo, así como servir de base para el resto de variables utilizadas, como son el estado de carga y la profundidad de descarga.

50 El controlador incorpora además actuadores sobre las variables de salida del algoritmo de control, que básicamente son elementos de regulación de flujo o de corriente, tales como relés de estado sólido o MOSFET de potencia.

55 Finalmente, un módulo de comunicaciones permite realizar las tareas de telemonitorización y telecontrol del sistema fotovoltaico autónomo desde un punto remoto, permitiendo a su vez conocer el estado del sistema, valores instantáneos y evolución temporal de las variables más significativas, eventos y alarmas producidas, así como ejecución de comandos remotos relacionados con el mantenimiento y operación del sistema fotovoltaico autónomo.

### Descripción de los dibujos

60 Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, de acuerdo con un ejemplo preferente de realización práctica del mismo, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

65 La figura 1.- Consiste en un diagrama de bloques que muestra la estructura global del controlador experto de sistemas fotovoltaicos autónomos que constituye el objeto de la presente invención.

La figura 2.- Muestra, según una representación similar a la figura anterior, la estructura del controlador borroso realizado por el sistema experto.

## ES 2 221 559 B1

La figura 3.- Muestra, finalmente, la forma de los conjuntos borrosos que utiliza el controlador experto, tanto para los antecedentes como para los consecuentes.

### Realización preferente de la invención

5 A la vista de las figuras reseñadas, y especialmente de la figura 1, puede observarse cómo el controlador experto que la invención propone, referenciado globalmente con (1), recibe información de la instalación (2) o sistema fotovoltaico, a través de una pluralidad de sensores (3), concretamente de un sensor de tensión, otro de corriente, otro de temperatura y otro de humedad. Estos sensores permiten obtener las variables instantáneas del sistema fotovoltaico autónomo y las  
10 suministran a un elemento de control (4), materializado en un microcontrolador, que como anteriormente se ha dicho deberá tener capacidad de proceso de información suficiente para poder ejecutar el algoritmo de control, basado en un sistema experto, así como el resto de funcionalidades de que dispone el controlador.

15 El elemento de control (4), a través de los actuadores (5) y tras tomar las oportunas decisiones actúa sobre la instalación fotovoltaica (2), a la vez que suministra información y permite el control de un usuario cercano, mientras que a través de un módulo de comunicaciones (6) se comunica con un usuario remoto, usuarios a los que: informa respecto al estado de la instalación, de los valores instantáneos y sus parámetros, evolución temporal, eventos y alarmas, a la vez que recibe las correspondientes actuaciones.

20 El sistema experto (1) está basado en un sistema de control borroso, el cual incorpora dos bases de conocimiento. La primera base de conocimiento se utiliza para controlar la sobrecarga de la batería y la segunda base de conocimiento para controlar la sobredescarga de la misma. La estructura del controlador de carga borroso aparece en el diagrama de bloques de la figura 2, donde mediante flechas se han indicado el estado de carga (7) de la batería, la corriente generada (8), la corriente de carga (9) y la tensión de batería (10), informaciones que acceden al borrosificador (11), el  
25 cual actúa sobre una pareja de motores de inferencia (12) que reciben información de la base de datos (13) y de la base de conocimiento (14) y que actúan sobre un desborrosificador (15) que a su vez lo hace sobre dos conmutadores (16) y (17) de tipo continuo, que son los que gobiernan la conexión/desconexión de las baterías con los paneles fotovoltaicos y de las baterías con la correspondiente carga.

30 La base de datos (13) contiene información sobre los conjuntos borrosos asociados a cada una de las variables tanto de entrada como de salida.

Estos conjuntos borrosos se muestran en la figura 3, donde hay que significar que los mismos están normalizados en el intervalo [0,1].

35 Como ya se ha apuntado con anterioridad, se han utilizado dos bases de conocimiento (14), una para actuar en los estados de sobrecarga (conmutador 16) y otra para actuar en los estados de sobredescarga (conmutador 17). Estas bases de conocimiento aparecen representadas en las adjuntas tablas 1 y 2 respectivamente.

40 Es importante significar que estas bases de conocimiento (14) representan un pequeño subconjunto del conocimiento existente en relación a las condiciones en las que se debe cargar y descargar una batería.

TABLA 1

*Base de conocimiento para la sobrecarga de la batería*

Base de conocimiento para la sobrecarga (B1)		
Nº	Antecedentes	S1
R1	IF "Vbat=VH"	VL
R2	IF "Vbat=H" and "SOC=H"	VL
R3	IF "Vbat=H" and "SOC=M"	L
R4	IF "Vbat=H" and "SOC=L"	M
R5	IF "Vbat=M"	H
R6	IF "Vbat=L"	H
R7	IF "Vbat=VL"	H

# ES 2 221 559 B1

TABLA 2

*Base de conocimiento para la sobredescarga de la batería*

Base de conocimiento para la sobredescarga (B2)		
N°	Antecedentes	S2
R1	IF "Vbat=VH"	H
R2	IF "Vbat=H"	H
R3	IF "Vbat=M"	H
R4	IF "Vbat=L" and "SOC=H"	M
R5	IF "Vbat=L" and "SOC=M"	L
R6	IF "Vbat=L" and "SOC=L"	VL
R7	IF "Vbat=VL"	VL

En relación con el módulo de aprendizaje, estará ubicado en un ordenador remoto, el cual enviará el resultado de la evolución de las bases de conocimiento al controlador experto de sistemas fotovoltaicos autónomos.

El módulo de comunicaciones (6) utilizado consistirá preferentemente en un puerto serie RS-232, al cual se le conecta un teléfono móvil GSM.

REIVINDICACIONES

5 1. Controlador experto de sistemas fotovoltaicos autónomos, que teniendo como finalidad actuar sobre una pareja  
de conmutadores en las situaciones de sobrecarga y sobredescarga de las baterías del sistema, para protección de las  
mismas, se **caracteriza** porque está constituido a partir de un elemento de control (4), preferentemente materializado  
en un microcontrolador, capacitado para procesar y ejecutar un algoritmo de control, elemento de control (4) que recibe  
información de la instalación fotovoltaica (2) a través de sensores (3) de tensión, corriente, temperatura y humedad,  
gubernado dicho elemento de control (4) los actuadores (5) en las variables de la salida del algoritmo de control, que  
10 son los elementos de regulación de flujo de corriente, incorporando además un módulo de comunicaciones (6) a través  
del que el elemento de control (4) se relaciona con un usuario remoto para suministrar información sobre el estado de  
la instalación, valores instantáneos, evolución temporal, eventos y alarmas, así como recepción de comandos remotos.

15 2. Controlador experto de sistemas fotovoltaicos autónomos, según reivindicación primera, **caracterizado** porque  
el algoritmo de control utiliza un sistema experto, basado en un sistema de control borroso que incorpora una o varias  
bases de conocimiento (14), tanto para el estado de carga como para el estado de sobrecarga de la batería, incorporando  
además una o más bases de datos (13) que contienen información sobre los conjuntos borrosos asociados a cada una  
de las variables, tanto de entrada como de salida.

20 3. Controlador experto de sistemas fotovoltaicos autónomos, según reivindicación 1, **caracterizado** por el hecho de  
que incorpora un mecanismo de aprendizaje que permita evolucionar las bases de conocimientos y/o algún parámetro  
configurable de la instalación, para adaptar la operación del sistema a nuevos condicionantes. Este mecanismo de  
evolución se puede funcionar de forma remota y/o local.

25

30

35

40

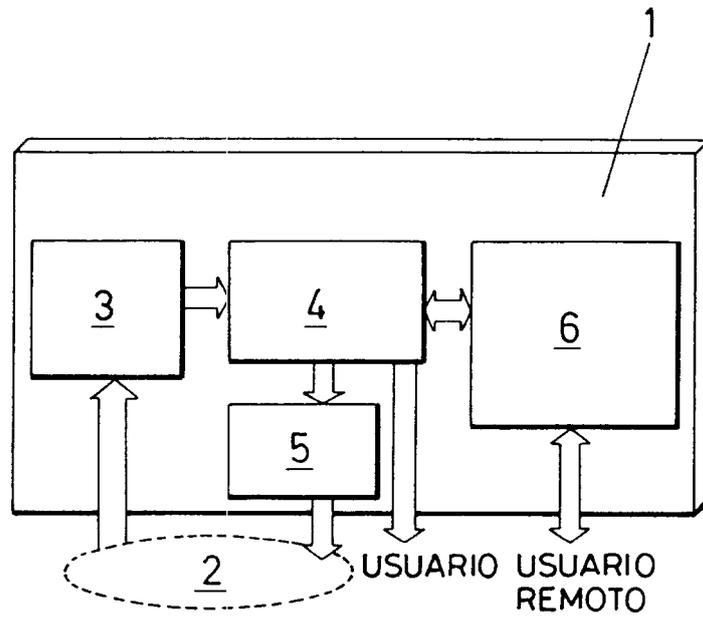
45

50

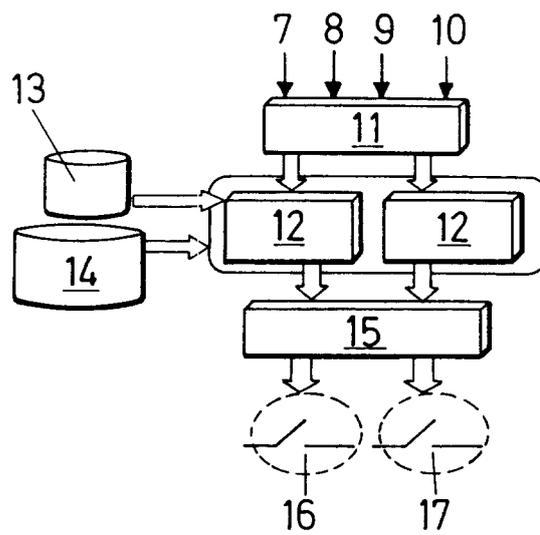
55

60

65



**FIG.1**



**FIG.2**

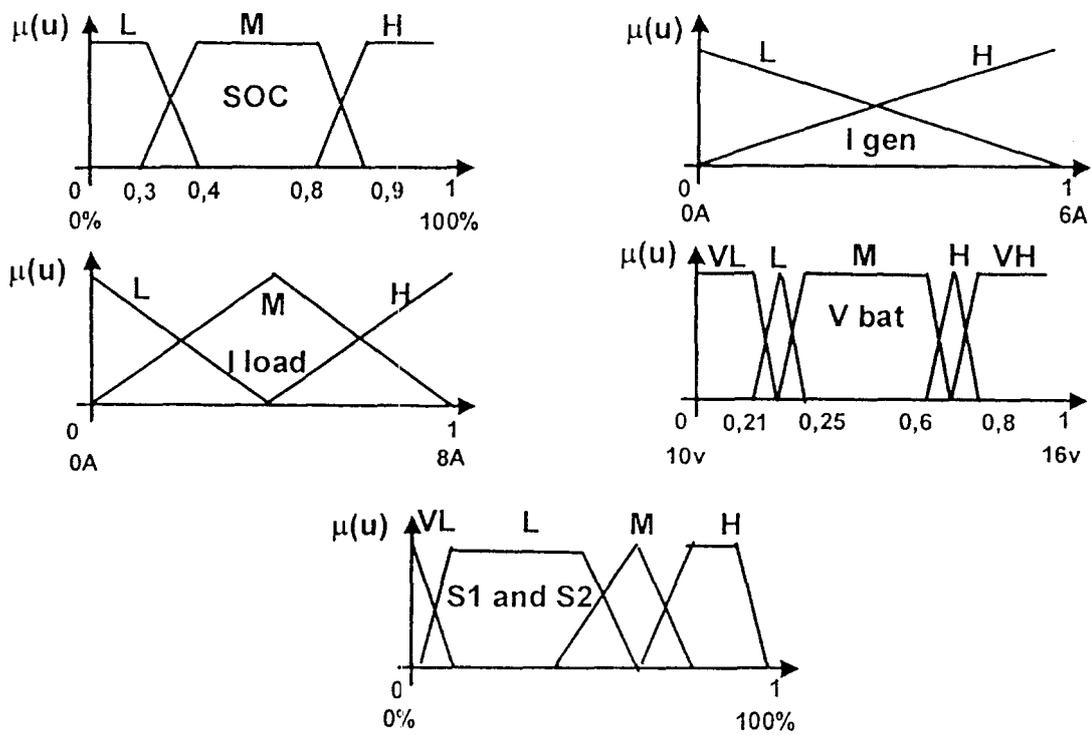


FIG.3



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

① ES 2 221 559

② Nº de solicitud: 200300680

③ Fecha de presentación de la solicitud: 24.03.2003

④ Fecha de prioridad:

## INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤ Int. Cl.7: G05F 1/66, H02N 6/00, H02J 7/35

### DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US 4888702 A (INTEGRATED POWER CORP) 19.12.1989, columna 4, línea 55 - columna 6, línea 27; figuras 1-3.	1-3
A	EP 1049232 A (HANEDA HUMEPIPE CO LTD) 02.11.2000, columna 9, párrafo 0040 - columna 12, párrafo 0053; figura 1.	1,3
A	US 4636931 A (TAKAHASHI et al.) 13.01.1987, columna 2, línea 27 - columna 3, línea 16; reivindicaciones; figura 3.	1,3
A	US 4314198 A (ROGERS) 02.02.1982, columna 3, línea 48 - columna 4, línea 17; figura 2.	1
A	GB 2090084 A (PENNWALT CORP) 30.06.1982, todo el documento.	1

#### 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 nº:

Fecha de realización del informe

22.11.2003

Examinador

P. Pérez Fernández

Página

1/1