



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 334 750**

⑫ Número de solicitud: 200901542

⑬ Int. Cl.:
F03B 13/06 (2006.01)
F03B 17/00 (2006.01)

⑭

PATENTE DE INVENCION

B1

⑮ Fecha de presentación: **06.07.2009**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **15.03.2010**

Fecha de la concesión: **08.02.2011**

Fecha de modificación de las reivindicaciones:
04.11.2010

⑰ Fecha de anuncio de la concesión: **18.02.2011**

⑱ Fecha de publicación del folleto de la patente:
18.02.2011

⑲ Titular/es: **Fundación Universitaria San Pablo Ceu**
(Titular al 50 %)
Isaac Peral, 58
28040 Madrid, ES
ADEPRO INGENIERÍA, S.L. (Titular al 50 %)

⑳ Inventor/es: **Gaya González, Lorenzo y**
Díaz Martín, Ricardo

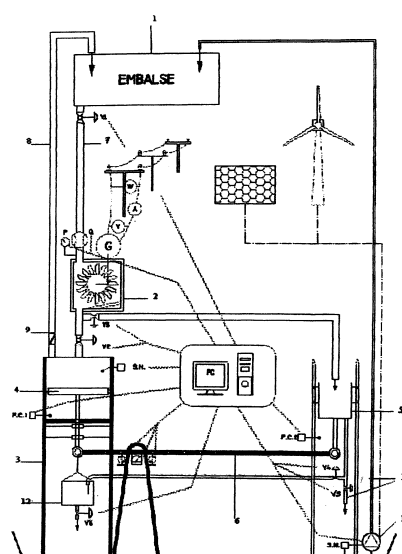
㉑ Agente: **Fuentes Palancar, José Julián**

㉒ Título: **Minicentral hidroeléctrica reversible de alto rendimiento energético y nulo impacto ambiental.**

㉓ Resumen:

Minicentral hidroeléctrica reversible de alto rendimiento energético y nulo impacto ambiental.

Minicentral hidroeléctrica reversible, basada en un sistema mecánico provisto de una red de tuberías con válvulas de control que unen el embalse de acumulación de agua para el turbinado con dos depósitos inferiores de tipo cilindro-pistón, uno fijo con émbolo y otro móvil entre guías de deslizamiento, unido por su base al émbolo del primero mediante un balancín con brazo de palanca desigual, que funciona cíclicamente por emboladas o periodos de admisión-impulsión a medida que los depósitos se van llenando y vaciando con agua de forma sincronizada. El dispositivo permite retornar al nivel superior al menos el 50% del agua que se ha turbinado en cada ciclo, lo que supone un alto rendimiento energético; el resto puede ser retornada al embalse mediante una bomba de impulsión alimentada por una fuente de energías renovables, fotovoltaica y/o eólica, lo que implica nula contaminación ambiental.



ES 2 334 750 B1

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

DESCRIPCIÓN

Minicentral hidroeléctrica reversible de alto rendimiento energético y nulo impacto ambiental.

La presente invención, como su propio título indica, tiene por objeto una minicentral hidroeléctrica reversible que consigue un alto rendimiento energético con un nulo impacto ambiental, en cuanto a contaminación en funcionamiento.

Se trata de un nuevo prototipo de minicentral hidroeléctrica reversible, es decir, una central con potencia inferior a 5.000 KW que funciona mediante un circuito cerrado de agua, sin consumo ni vertido de la misma, basado en un sistema mecánico provisto de una red de tuberías con válvulas de control que unen el embalse de acumulación de agua para el turbinado hidráulico con dos depósitos inferiores de tipo cilindro-pistón, uno fijo con émbolo y otro móvil entre guías de deslizamiento, unido por su base al émbolo del primero mediante un balancín con brazo de palanca desigual, que funciona cíclicamente por emboladas o periodos de admisión-impulsión a medida que los depósitos se van llenando y vaciando con agua de forma sincronizada.

El dispositivo permite retornar al nivel superior al menos el 50% del agua que se ha turbinado en cada ciclo, a modo de "volante de inercia". El resto de agua debe ser retornada al embalse mediante una bomba de impulsión, la cual es alimentada en este caso por una fuente de energías renovables, como energía fotovoltaica y/o eólica, dado el volumen relativamente pequeño que debe ser bombeado.

Se tiene, por tanto, un prototipo de minicentral reversible con autonomía optimizada a más del 50%, al recuperar la planta más de la mitad del volumen de agua requerida para su funcionamiento sin necesidad de energía exterior, lo que supone un alto rendimiento energético, y de nulo impacto ambiental, al poderse recuperar el resto de agua, la procedente del vaciado del depósito secundario, mediante un sistema de energías renovables. Una minicentral que puede funcionar de forma continua, o por cargas, con función de acumulación de energía en las horas de baja demanda.

La invención encuentra amplia aplicación en el campo de las instalaciones hidráulicas y, en particular, dentro de las minicentrales hidroeléctricas reversibles, de uso cada vez creciente, ofreciendo solución al bajo rendimiento energético que estas instalaciones conllevan y a los problemas contaminantes generados por muchas de ellas.

Estado de la técnica

Uno de los principales factores que determinan la evolución económica, tecnológica y social del mundo actual es la energía. En la actualidad, puede considerarse generalizado el convencimiento de que los recursos naturales y el equilibrio que gobierna el planeta no soportan el continuo y constante aumento del consumo de energía que caracteriza el momento presente. A pesar de dicha concienciación, el actual sistema energético está basado en la generación de energía a partir de combustibles fósiles. Según las conclusiones de la Cumbre de Johannesburgo (Naciones Unidas, Departamento de Información pública, 2002) el porcentaje total de energía producida y consumida en el mundo cuyo origen son los combustibles fósiles era en el año 2000 del 80%. En el año 1971 dicha cifra ascendía al 86% por lo que se observa en el último tramo del siglo XX la disminución del consumo de los combustibles fósiles. Esta reducción es consecuencia en mayor medida de la búsqueda, el desarrollo y la implantación de fuentes de energía que solventen los problemas que plantean este tipo de combustibles: la escasez de las materias primas y los costes medioambientales. Son las denominadas energías renovables. Se caracterizan por ser inagotables o de disponibilidad continua al estar originadas por fenómenos físicos de gran envergadura como la radiación solar, la geotérmica o las mareas. El consumo de tales "materias primas" no supone una agresión al medioambiente.

La energía hidroeléctrica es, sin lugar a dudas, la principal energía renovable.

Ya desde la antigüedad, se reconoció que el agua que fluye desde un nivel superior a otro inferior posee una determinada energía cinética susceptible de ser convertida en trabajo, como demuestran los miles de molinos que a lo largo de la historia fueron construyéndose a orillas de los ríos.

Más recientemente, hace más de un siglo, se aprovecha la energía hidráulica para generar electricidad, y de hecho fue una de las primeras formas que se emplearon para producirla.

El aprovechamiento de la energía potencial del agua para producir energía eléctrica utilizable, constituye en esencia la energía hidroeléctrica. Es por tanto, un recurso renovable y autóctono. El conjunto de instalaciones e infraestructura para aprovechar este potencial se denomina central hidroeléctrica.

Según la International Hydropower Association, IHA, 2008, un sexto de toda la energía eléctrica consumida en el mundo es de origen hidroeléctrico. Este tipo de energía todavía presenta un campo muy amplio de desarrollo y crecimiento, sobre todo en países en vías de desarrollo, que ven en el aprovechamiento energético del agua el medio idóneo para posibilitar su progreso. Una de las principales ventajas que presentan los aprovechamientos hidroeléctricos es que permiten dar solución conjuntamente a otro problema importante: la falta de agua. La construcción de la presa necesaria para el salto hidroeléctrico genera un embalse que puede ser explotado no sólo con fines energéticos sino para el consumo humano o el abastecimiento de sistemas de regadío.

En muchos casos el embalse permite laminar avenidas producidas por lluvias torrenciales de forma que se evitan inundaciones. Desde el punto de vista de la operación del sistema eléctrico, la energía producida hidroeléctricamente contribuye de forma destacada a la regulación del mismo; por ello se trata de una energía de “calidad”. El balance de potencias en el sistema eléctrico debe ser garantizado en todo momento, de modo que la potencia demandada sea inmediatamente satisfecha y tanto la frecuencia como el voltaje de la red permanezcan en torno a los valores nominales. Las turbinas hidráulicas permiten variar la carga inmediatamente en un extenso rango, en condiciones de estabilidad y seguridad. Esto posibilita una variación notable de la potencia producida sin que esto implique una modificación de la frecuencia o la tensión de la red. Otras fuentes de energía como la nuclear o la térmica presentan una inercia muy superior lo que las incapacita para esta labor.

Otro factor a favor de las centrales hidroeléctricas es su dilatada vida útil. La obra civil que comprende la presa y los órganos de desagüe pueden permanecer operativos durante muchos años mientras que la turbina y el alternador, que se deterioran con mayor facilidad, pueden ser sustituidos. Esto posibilita el aprovechamiento de la evolución y mejoras procedentes del continuo desarrollo que experimenta este campo de la técnica.

La flexibilidad que presentan, tanto la magnitud de la potencia instalada, como las prestaciones que ofrecen este tipo de centrales, es otro de los factores a favor de la generación hidroeléctrica. Existen diferentes configuraciones de central en función de las características del emplazamiento, del tipo de demanda que se pretende satisfacer o de los usos, además del hidroeléctrico, que se prevén para el embalse. Esto conduce a un amplio abanico de posibilidades.

Si se catalogan las centrales a partir de su funcionalidad, las centrales de puntas constan con grandes embalses que les permiten regular la potencia, turbinando en el momento deseado el caudal preciso. En cambio, las presas de las centrales fluyentes tienen por misión crear salto y/o remansar el agua, pero su embalse es reducido, por lo que se turbinan prácticamente el caudal procedente del río.

Desde el punto de vista de la potencia existen centrales que superan los 1.000 MW, mientras que las denominadas minicentrales no pasan de los 10 MW según la mayoría de las clasificaciones (Taylor & Upadhyay, 2005).

En países como en India el concepto de minicentral engloba hasta potencias de 25 MW y en China este valor asciende a los 50 MW. En España se denomina minicentral a todo salto hidroeléctrico cuya potencia no supere los 5.000 KW.

Las minicentrales hidroeléctricas están condicionadas por las características del lugar de emplazamiento. La topografía del terreno influye en la obra civil y en la selección del tipo de máquina.

No obstante, la mayor parte de las minicentrales se ubican en ríos de pequeño caudal que apenas ofrecen la posibilidad de regulación. Por tanto, es muy común que las centrales de reducida potencia turbinen directamente el caudal del río, considerándose como centrales fluyentes.

Las minicentrales hidroeléctricas presentan múltiples ventajas frente a otras fuentes de energía.; entre ellas se pueden destacar:

- Al igual que las grandes centrales hidroeléctricas, las minicentrales no emiten ningún tipo de gas de efecto invernadero ya que en el proceso de producción de energía no hay ninguna combustión.

- Las minicentrales contribuyen al desarrollo sostenible, siendo una energía económicamente rentable. Permite descentralizar la producción total y posibilita el desarrollo de poblaciones dispersas y alejadas de los principales núcleos de desarrollo.

- En la actualidad existen diseños de turbinas que junto con las escalas para peces facilitan la migración de las especies piscícolas. Esto no se puede decir de las grandes centrales donde los grandes saltos y los elevados caudales turbinados impiden en la mayor parte de los casos el paso de los peces a través de las presas.

- Las minicentrales fluyentes pueden asegurar un caudal mínimo (ecológico) que garantiza la vida aguas abajo de la central.

- La construcción de minicentrales contribuye a la descentralización de la generación eléctrica. De esta forma se puede conseguir que, ante una falta de energía de la red principal, se mantenga el suministro en zonas apartadas de la red. Las minicentrales conectadas a las redes de distribución constituyen una fuente de “generación distribuida” que reduce considerablemente las pérdidas de energía durante su transporte.

- La implantación de minicentrales moviliza las economías locales. Esto supone una contribución importante al desarrollo de poblaciones dispersas asegurando un suministro autónomo y seguro durante un período amplio de tiempo. La construcción y la operación normal de la central favorece la creación de puestos de trabajo en la región.

- Las minicentrales hidroeléctricas contribuyen al mantenimiento de las riberas del río, al eliminar los residuos que arrastra la corriente del río. Por otro lado se dispone de la información monitorizada de los indicadores hidráulicos

registrados en la central lo cual puede ser una herramienta valiosa para el seguimiento de variables de interés ecológico y ambiental.

Aunque son inevitables ciertos impactos generados por la implantación de minicentrales hidroeléctricas en los ecosistemas asociados al entorno de los ríos, estos impactos se han visto reducidos considerablemente gracias a la normativa que regula el funcionamiento de las minicentrales, a las mejoras técnicas de los equipos y a los nuevos métodos de operación.

En la actualidad las minicentrales fluyentes están experimentando un desarrollo importante. En los países industrializados la implantación de grandes saltos es difícil ya que los principales desniveles en ríos caudalosos ya se están explotando. Por otro lado, los motivos medioambientales obligan a rechazar la construcción de grandes presas que modifiquen determinadamente el entorno natural.

En la denominada Europa de los quince, el 82% del potencial económicamente desarrollable de minicentrales está implantado (Punys & Laguna, 2005) con aproximadamente 14.000 minicentrales con una potencia media de 0,7 MW. Esto deja un margen todavía suficientemente amplio como para que se espere un crecimiento notable en los próximos años. Además de la implantación de nuevas centrales, la mejora y actualización de los equipos y técnicas de operación de las minicentrales que operan en la actualidad representa un campo muy amplio de crecimiento. Concretamente es interesante el dato de que el 70% de las minicentrales implantadas en Europa data de más de 40 años (Laguna, 2006). En los países recientemente incorporados a la Unión Europea el potencial económicamente desarrollable es mucho mayor siendo el crecimiento esperado para el 2010 del 11% y del 49% para el 2015 (Punys & Laguna, 2005). El número de minicentrales en estos países asciende a 2.800 con una potencia media de 0,3 MW. Los principales productores de energía a partir de minicentrales hidroeléctricas en Europa son Italia, Francia y España con 21, 17 y 16% respectivamente de la producción europea total.

En los países en vías de desarrollo las minicentrales adquieren una importancia creciente como factor decisivo en el progreso de regiones aisladas energéticamente. En la actualidad 50 millones de hogares en todo el mundo se alimentan de minicentrales en zonas rurales (Taylor & Upadhyay, 2005). Países como China, India o Uganda están basando el crecimiento económico de la población dispersa cuya electrificación es vital para su desarrollo tecnológico y social en la implantación de minicentrales.

Problema planteado

Las minicentrales hidroeléctricas y, en particular, las minicentrales fluyentes, pese a todas las ventajas arriba señaladas, tienen una limitación importante: requieren siempre de una corriente fluvial para su funcionamiento, de modo que en épocas de nulo o insuficiente caudal de los cursos fluviales donde se instalan, las minicentrales se paran.

Esto ha llevado recientemente a la implantación de las llamadas minicentrales hidroeléctricas reversibles, que son plantas que tienen un doble funcionamiento, dando energía al turbinar el agua de un embalse superior y absorbiéndola al bombear desde otro inferior. Este tipo de minicentrales no necesitan en realidad de una corriente fluvial, pues el funcionamiento alternativo bombeo-turbinado les permite autoalimentarse indefinidamente. Algunas incluso se han desarrollado de tal forma que permiten realizar la función de acumulación de energía; en las horas de baja demanda (horas valle) se bombea agua al embalse superior, restituyendo esta energía almacenada durante las horas de máxima demanda (horas punta), lo que se consigue alternando el funcionamiento de las máquinas eléctrica a hidráulica: en la fase de bombeo, la máquina eléctrica funciona como motor y la máquina hidráulica como bomba; en la fase de producción, la máquina hidráulica funciona como turbina y la eléctrica como generador.

Sin embargo, el rendimiento global de las minicentrales reversibles es muy inferior al de una minicentral convencional, debido a la energía requerida para mantenerla en funcionamiento, fundamentalmente por la consumida en el bombeo del agua al nivel superior.

Sabedores de todo esto, es decir, de la importancia creciente de las minicentrales hidroeléctricas reversibles como alternativa a las minicentrales convencionales, de puntas o fluyentes, en aquellas zonas fluviales donde no se dispone del volumen de agua requerido para su funcionamiento, o en las que éste no está asegurado durante todo el tiempo, así como de la problemática derivada del alto consumo energético que conlleva estas nuevas instalaciones, que hace que en muchos casos no sea rentable su implantación, es por lo que el equipo inventor ha desarrollado un prototipo de demostración de generación eléctrica hidráulica con vertido cero de alto rendimiento energético, que además es completamente ecológico, pues para el bombeo de la parte de agua que requiere de impulsión por fuerza exterior puede utilizarse un sistema de energías renovables, y con la funcionalidad también de acumulación de energía, para operar sólo cuando lo demande el consumo eléctrico.

Este prototipo de minicentral hidroeléctrica reversible desarrollado se considera de invención, en tanto no se sabe de la existencia de un sistema similar. En efecto, haciendo una búsqueda en la base de datos Invenes de patentes con efectos en España (patentes y modelos de utilidad españoles, patentes europeas y solicitudes internacionales PCT designando España), se han encontrado patentes sobre centrales o minicentrales eléctricas reversibles, pero sin carácter autónomo, es decir, patentes que reivindicando aspectos ventajosos de estos sistemas, requieren todos del uso de una fuerza energética para el bombeo del agua al nivel superior. Este es el caso, por ejemplo, de la patentes española con número de publicación ES2201883A1 "Central reversible de recarga de agua", constituida por dos grandes depósitos

artificiales, uno superior colocado sobre el terreno y otro inferior excavado en tierra, con un tubo que une ambos y que recarga el volumen de agua evaporada. En esta instalación, una vez llenado los depósitos e iniciado el ciclo de funcionamiento, el consumo de agua es cero, pero se consume energía en el bombeo del agua desde depósito inferior para compensar la que se evapora en el superior.

Otro ejemplo es la patentes ES2189629B1 "Procedimiento para el aprovechamiento de energía solar y eólica por transformación en energía hidroeléctrica mediante el dispositivo "Círculo cerrado energético" concebido para ello", que consiste en esencia en una minicentral reversible donde la elevación del agua desde el depósito inferior al superior se realiza mediante la utilización de energía solar y eólica en una o varias etapas, mediante estaciones de bombeo que la impulsarán por tubos de conducción, creándose un flujo constante de agua y por tanto de producción eléctrica, sin gasto de agua, pero con gasto de energía, aunque en este caso sea energía renovable.

Sólo se ha encontrado una patente sobre una planta piloto de central hidráulica reversible en donde la recuperación del agua turbinada se realiza aprovechando fuerzas naturales en la propia instalación; es una antigua patente española de 1949, la número 190261 "Sistema de central hidroeléctrica de nivel constante", que mediante canales de carga y válvulas de retroceso aprovecha las corrientes y mareas marinas para salvar la equivalencia de altura del salto de agua. Evidentemente, este modelo es muy diferente al de la presente invención.

La invención

El equipo desarrollado por el personal investigador de los solicitantes de esta patente pretende en esencia conseguir de forma rentable y sin impacto medioambiental, la acumulación de agua para generar energía eléctrica desde un depósito elevado como un embalse o una piscina, turbinando esta agua cuando sea necesario para alimentar la red eléctrica de forma controlada, y recuperando el agua turbinada en un embalse inferior con un sistema que de forma mecánica y automática vuelva a impulsar al embalse superior parte del agua empleada, recuperando el resto del agua del proceso mediante el apoyo de energías renovables, todo ello dentro de un proceso cíclico en circuito cerrado, con vertido cero.

En concreto, este equipo de demostración es una nueva minicentral hidroeléctrica reversible que consta básicamente de los siguientes elementos: un depósito elevado, que hace las veces de embalse en la planta industrial, una turbina hidráulica situada en el recorrido de bajada del agua, dos depósitos inferiores con sistema de cilindro-pistón, uno principal fijo y de mayor tamaño, con un émbolo en su interior y sensor de nivel alto, que funciona por emboladas o periodos de admisión-impulsión de agua, y otro secundario que actúa de contrapeso cuando se desplaza verticalmente entre dos guías paralelas de deslizamiento entre las que se encuentra ubicado, un sistema de balancín con brazo de palanca desigual que une el émbolo del depósito principal con la base del depósito secundario, y una red de tres tuberías con su correspondiente sistema de válvulas.

Esta red de tuberías y válvulas se compone de una tubería de bajada del agua que alimenta a la turbina, controlada por una primera válvula de paso V1, y que, aguas abajo de la turbina, se bifurca en dos salidas a los depósitos inferiores según la posición de las válvulas de paso automáticas V2 y V3, y dos tuberías de retorno del agua al embalse o depósito de alimentación superior, una desde el depósito principal mediante una válvula antirretorno a este depósito por acción de las sucesivas emboladas, y otra del depósito secundario mediante la válvula de paso V5 por acción de una bomba de impulsión.

De esta manera, cuando la minicentral entra en funcionamiento, mediante la apertura de la válvula de salida V1 del embalse o depósito superior y con las válvulas de paso V2 y V3 en abierto y cerrado respectivamente, se carga el depósito principal con el agua turbinada desde el embalse, con el consiguiente descenso del émbolo hasta el nivel marcado por el sensor, a cuya señal se cierra la válvula V2 que descarga el agua a este depósito y se abre la válvula V3 que la da paso al depósito secundario, el cual, a medida que se va llenando y ganando peso, desplaza progresivamente en sentido descendente el brazo largo de la palanca desigual en cuyo extremo se encuentra apoyado, con la consiguiente elevación del émbolo del depósito principal y flujo del agua contenida en este depósito a través de la válvula antirretorno al depósito elevado o embalse. Cuando prácticamente todo el agua ha sido desplazada hasta el embalse, se procede al vaciado del depósito secundario por apertura de la válvula V5, a la vez que las válvulas de paso V2 y V3 se sitúan en abierto y cerrado respectivamente, lo que supone el desplazamiento ascendente del brazo largo de la palanca desigual en cuyo extremo se encuentra sujeto el depósito secundario como consecuencia de la disminución del peso de éste, con el consiguiente descenso del émbolo del depósito principal por llenado con el agua turbinada que descarga del embalse a través de la válvula V2, lo que da inicio a un nuevo ciclo. El agua de vaciado del depósito secundario es retornada también al embalse o depósito superior por acción de una bomba de impulsión.

El dispositivo, según el proceso descrito, permite retornar al nivel superior aproximadamente el 50% del agua que se ha turbinado en cada ciclo, a modo de "volante de inercia". El otro 50% del agua debe ser retornada al nivel superior mediante una bomba de impulsión, que en este caso, como se ha dicho, es una bomba alimentada por una fuente de energías renovables, generadas mediante placas fotovoltaicas y/o molinos eólicos.

Esto posibilita que con este simple mecanismo se recupere al menos el 60% del agua empleada en la central, siendo suficiente para la recuperación del resto una fuente de energías renovables, para bombear el agua de vaciado del depósito secundario hasta el embalse, consiguiéndose así además de un vertido cero, un elevado regimiento energético,

ES 2 334 750 B1

consecuencia de la gran autonomía de proceso, y un nulo impacto ambiental, consecuencia de la utilización de energías no contaminantes

Para mejorar el funcionamiento de cada ciclo del sistema, se dispone de un tercer depósito de contrapeso por debajo del émbolo del depósito principal, alimentado por una derivación de la tubería de retorno del depósito secundario mediante la acción combinada de las válvulas V4, en abierto, y V5, en cerrado, a fin de facilitar la bajada del émbolo con parte del agua del depósito secundario en el momento en que éste se está llenando. El vaciado de este depósito se lleva a cabo por la válvula de paso V6, a través de una tubería que dirige el agua a la bomba de impulsión.

Para conseguir el funcionamiento en continuo del sistema, se instalan dos equipos de bombeo en paralelo, con el objeto de que no se produzcan variaciones de carga en la turbina, en cualquier caso, por tema de mecanizaciones y para conseguir una potencia elevada, es necesario poner varios en paralelo con lo que el sistema permite jugar mejor con los tiempos de cierre y apertura de las distintas válvulas sin que se produzcan tiempos muertos.

Con la presente invención se dispone, por tanto, de un prototipo de minicentral hidroeléctrica reversible, que además de las ventajas inherentes a toda central de estas características, como la de implicar un vertido cero de agua, al conseguirse el turbinado mediante la circulación del agua en circuito cerrado, presenta una serie de importantes ventajas que la hacen no tener competencia actual en el mercado de las pequeñas centrales hidráulicas.

Como ventaja principal se puede citar la alta rentabilidad energética del sistema. Debido a su carácter parcialmente autónomo, en cuanto que la planta recupera mecánicamente más de la mitad del volumen de agua requerida para su funcionamiento sin necesidad de energía exterior, la rentabilidad energética, entendida como el ratio entre la energía producida por la minicentral y la energía necesaria para construir y mantenerla en funcionamiento, es muy elevado, lo que la convierten en una de las centrales de su categoría más rentables en términos energéticos; de hecho se consigue un rendimiento superior al 60% con respecto a una instalación similar tradicional.

Por otro lado es una central cien por cien ecológica. Al ser el volumen de agua que tiene que ser recuperado por bombeo pequeño, en comparación con el recuperado por el proceso mecánico, basta con recurrir a sistemas de energías renovables para llevarlo a cabo, como la energía eólica o fotovoltaica, lo que supone un mínimo impacto ambiental, al no consumirse combustible ni emitirse ningún tipo de residuo ni gas con efecto invernadero.

Dadas sus características, es una minicentral versátil, bastando para su implantación la existencia de un desnivel en el terreno y la disponibilidad de agua. Además, al utilizarse la energía eólica y fotovoltaica para el bombeo de agua, en la ubicación de la planta no influyen las características climáticas del lugar geográfico de instalación.

Por último cabe destacar que la central permite realizar la función de acumulación de energía en horas de baja demanda eléctrica, pudiendo trabajar por cargas con gran facilidad. Debido a que el sistema no requiere un funcionamiento continuo, puede acumular energía potencial hidráulica para descargarla a la red eléctrica sólo cuando lo demande el consumo. Esta posibilidad ya existe actualmente en las llamadas centrales reversibles de bombeo, pero lo que marca una diferencia definitiva con éstas, es que con el presente sistema coordinando los tiempos de generación eléctrica (eólicas, fotovoltaicas o solares-térmicas) y vertido de energía a la red, se puede mantener un flujo continuo de energía procedente de fuentes renovables.

Planos y dibujos

Como complemento de la descripción que se ha realizado de la nueva minicentral hidroeléctrica reversible ecoeficiente, se acompaña como única Figura 1, un esquema global del proceso llevado a cabo en la misma, donde quedan representados todos sus componentes principales: el embalse o depósito superior, la turbina hidráulica de generación de energía, el depósito estático principal, el depósito móvil secundario, el sistema de balancín de palanca desigual que une el émbolo del depósito principal con el depósito secundario, el depósito de contrapeso opcional, la red de tuberías y válvulas, y la bomba de impulsión alimentada por fuentes de energías renovables, placas fotovoltaicas y/o molinos eólicos en este caso.

Modo de ejecución

Para la construcción y puesta en marcha de la minicentral hidroeléctrica reversible en cuestión, al menos a nivel de planta piloto, como banco de pruebas previo a su explotación industrial, son necesarios unos elementos complementarios al equipo básico descrito, empezando por un robusto soporte encargado de sujetar el sistema de balancín con sus rodamientos correspondientes, estructuras de soporte, guías para los depósitos y émbolo, tuberías, válvulas principales y auxiliares, equipos electrónicos de medida y control de funcionamiento del sistema, placas solares fotovoltaicas, molinos eólicos, bombas, generador eléctrico, inclinómetro, medidores de caudal y presión con sus correspondientes visualizadores digitales, medidores de potencia, intensidad y voltaje, etc.

Todos los elementos de la instalación van montados sobre una estructura construida con tubo cuadrado de acero inoxidable AISI 304.

ES 2 334 750 B1

La planta incluye un armario eléctrico donde se encuentran tanto los interruptores de activación, de los distintos elementos por parte del usuario y los elementos de control eléctrico y protecciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas y de los equipos.

5 Se suministra además un paquete de software SCADA que permitirá visualizar y controlar de forma remota la unidad.

El software de control desarrollado por el propio equipo inventor, permite el control remoto y la monitorización del proceso. El paquete de software está diseñado para ejecutarse en un computador compatible PC bajo sistemas operativos Windows XP. El paquete incluye el programa de control y las librerías necesarias para la comunicación entre el computador y la planta.

La comunicación se realiza a través de tarjetas específicas de adquisición de datos, incluidas en el cuadro eléctrico y de control de la planta. El funcionamiento remoto se selecciona mediante un conmutador existente también en el cuadro de control. En el momento en que se selecciona el modo de funcionamiento remoto, el panel de mando de la planta deja de ser operativo, y el control se realiza desde el programa instalado en el PC.

Los cálculos teóricos están basados en el rendimiento del sistema gracias al brazo de palanca, con el que el agua turbinada se va a devolver al embalse superior del sistema.

Para la comprobación de los cálculos reales hay que esperar a la construcción de una planta piloto experimental, en la que poder desarrollar y optimizar el proceso.

Aplicación industrial

La aplicación industrial del sistema de invención es evidente a la vista de todo lo que antecede, al encontrar directa explotación en la industria de las instalaciones hidráulicas, como una nueva gama de minicentrales hidroeléctricas reversibles de autonomía optimizada y nulo impacto ambiental, al hacer uso de los sistemas de energías renovables para el bombeo de la parte de agua que no es recuperada de forma mecánica.

Precisamente por ello, una aplicación idónea de este sistema es como apoyo a las fuentes de energía renovables, al poder acumular energía por almacenamiento hidráulico y lograr así generar energía en momentos de valle de producción en parques eólicos (por falta de viento) y fotovoltaicos (noches). Además, de poder ser un dispositivo de generación hidráulica con ecoeficiencia energética, aplicable también a sistemas de regadíos, sistemas de lucha contra incendios y otros tipos de aplicaciones de aprovechamiento de un recurso natural tan importante como el agua.

Bibliografía citada

- Taylor, S. and Upadhyay, D. (2005). "Sustainable markets for small hydro in developing countries". Hydropower and Dams, no 3, pp. 62-66.

- Punys, P. and Laguna, M. (2005). "Small hydropower has much to offer". Renewable Energy World, pp. 74-79.

- Laguna, M. (2006). "Small hydropower - Overview of the european sector". European Renewable Energy Review, pp. 51-55.

- Taylor, S. and Upadhyay, D. (2005). "Sustainable markets for small hydro in developing countries". Hydropower and Dams, no 3, pp. 62-66.

- Vallarino, E. and Cuesta, D. (2000). Aprovechamientos hidroeléctricos. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Colección Señor

- Sarasúa, J.I (2009) Control De Minicentrales Hidroeléctricas Fluyentes. Modelado y Estabilidad. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Puertos y Canales. Madrid.

- Hermosilla Villalba, Fernando (2001). Central reversible de recarga de agua. Patente de invención ES2201883.

- Echevarría Galera, Anselmo (2001). Procedimiento para el aprovechamiento de energía solar y eólica por transformación en energía hidroeléctrica mediante el dispositivo "circuito cerrado energético" concebido para ello. Patente de invención ES2189629

- Gutiérrez Arechavala, Juan (1949). Sistema de central hidroeléctrica de nivel constante. Patente de invención 190261.

REIVINDICACIONES

1. Minicentral hidroeléctrica reversible, del tipo de minicentral de potencia inferior a 5.000 KW con funcionamiento alternativo bombeo-turbinado de agua entre un embalse o depósito superior y otro inferior, que permite una autoalimentación indefinida sin necesidad de corriente fluvial, **caracterizada** por estar constituida por un depósito elevado (1) que hace las veces de embalse en planta industrial, por una turbina hidráulica (2) en el recorrido de bajada del agua, por dos depósitos inferiores con sistema de cilindro-pistón, uno fijo principal (3), con un émbolo (4) en su interior y sensor de nivel alto, que funciona por emboladas o periodos de admisión-impulsión, y otro móvil secundario (5), que actúa de contrapeso cuando se desplaza verticalmente entre las dos guías paralelas de deslizamiento entre las que se encuentra ubicado, estando el émbolo del depósito principal unido a la base del depósito secundario mediante un balancín con brazo de palanca desigual (6), por un segundo depósito de contrapeso (12) situado por debajo del émbolo (4) del depósito principal (3), y por una red de tres tuberías con su correspondiente sistema de válvulas, una tubería (7) de bajada del agua que alimenta a la turbina controlada por la válvula de paso V1 y que, aguas debajo de la turbina, se bifurca en dos salidas a los depósitos inferiores según la posición de las válvulas de paso V2 y V3, y dos tuberías de retorno del agua al embalse o depósito de alimentación superior, una (8) desde el depósito principal mediante válvula antirretorno (9) a este depósito por acción de las sucesivas emboladas y otra (10) del depósito secundario (5) mediante la válvula de paso V5 por acción de una bomba de impulsión (11), alimentada en su caso por una fuente de energía renovable, presentando esta segunda tubería de retorno (10) una derivación con una válvula V4 al segundo depósito de contrapeso (12), para su alimentación mediante acción combinada de las válvulas V4, en abierto, y V5, en cerrado.

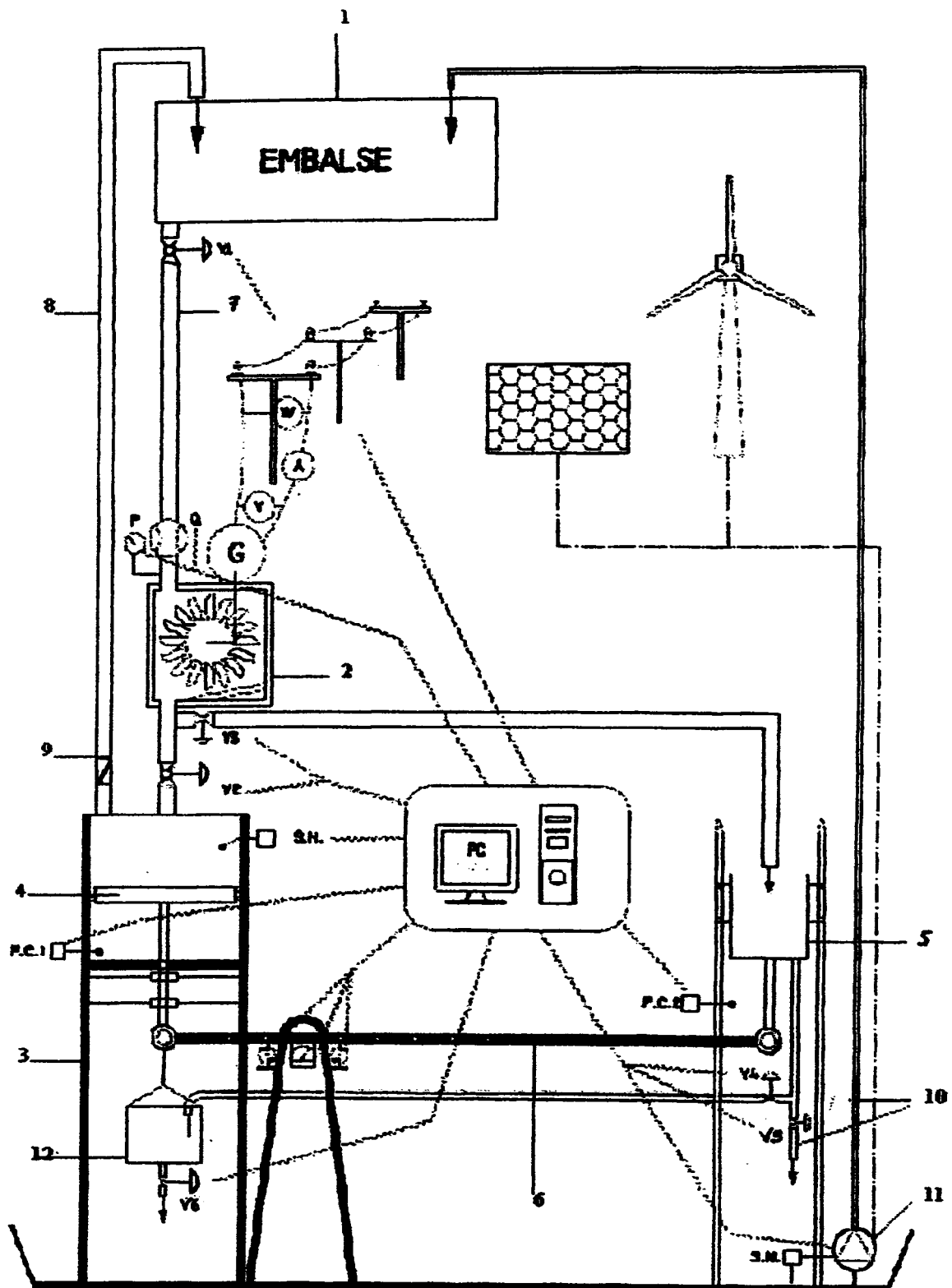
2. Minicentral hidroeléctrica reversible según primera reivindicación, **caracterizada** porque estando en funcionamiento, con la válvula de salida V1 del embalse o depósito superior en estado abierto, se retorna a este nivel superior al menos el 50% del agua que se ha turbinado en cada ciclo sin consumo energético exterior, según un proceso que comprende las siguientes etapas:

- carga del depósito principal (3) con el agua turbinada desde el embalse (1), con el consiguiente descenso del émbolo (4) hasta el nivel marcado por el sensor, a cuya señal se cierra la válvula V2 de descarga a este depósito y se abre la válvula V3 que da paso al depósito secundario (5),

- llenado del depósito secundario (5), con desplazamiento progresivo descendente del brazo largo de la palanca desigual (6) en cuyo extremo se encuentra sujeto a medida que aumenta el peso, con la consiguiente elevación del émbolo (4) del depósito principal (3), y flujo del agua contenida en este depósito por apertura de la válvula antirretorno (9) al depósito elevado o embalse (1),

- vaciado del depósito secundario (5) por apertura de la válvula V5, y flujo del agua al depósito elevado o embalse (1) por acción de la bomba de impulsión (11), con desplazamiento ascendente del brazo largo de la palanca desigual (6) en cuyo extremo se encuentra sujeto a medida que disminuye el peso, con el consiguiente descenso del émbolo (4) del depósito principal por llenado con el agua turbinada que descarga del embalse (1) por apertura simultánea de la válvula V2 y cierre de la válvula V3, facilitándose dicho descenso con parte del agua del depósito secundario (5) desviada al segundo depósito de contrapeso (12) por apertura de la válvula V4 y cierre simultáneo de la válvula V5, iniciándose de nuevo el ciclo.

3. Minicentral hidroeléctrica reversible según reivindicaciones 1 y 2, **caracterizada** porque la bomba de impulsión (11) del agua de vaciado del depósito secundario al embalse o depósito superior se alimenta por una fuente de energía renovable del tipo eólico generada por molinos eólicos.





OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

⑪ ES 2 334 750

⑫ Nº de solicitud: 200901542

⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 06.07.2009

⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.: **F03B 13/06** (2006.01)
F03B 17/00 (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	⑯ Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
Y	WO 2006052107 A2 (KIM SANG KYOUM) 18.05.2006, párrafos [22-23]; figuras 1-3,5,7,12.	1-3
Y	US 6051892 A (TOAL SR.) 18.04.2000, columna 5, línea 43 - columna 6, línea 32; columna 7, líneas 9-20; figuras.	1-3
A	DE 19624750 A1 (SCHWARZ DIETER; PINZ MARKUS) 02.01.1998, todo el documento.	1-3
A	ES 8505036 A1 (HOTZ PAUL; ANDREOLI MARCEL) 16.07.1985, todo el documento.	1
A	US 4166222 A (HANLEY) 28.08.1979, resumen; figuras.	1,3

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
29.01.2010

Examinador
J. Galán Mas

Página
1/4

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

F03B

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

INVENES, EPODOC, WPI

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 29.01.2010

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	1-4	SÍ
	Reivindicaciones		NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones	4	SÍ
	Reivindicaciones	1-3	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de **aplicación industrial**. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión:

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como ha sido publicada.

1. Documentos considerados:

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2006052107 A2	18-05-2006
D02	US 6051892 A	18-04-2000

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

El documento D01 describe un sistema para generar energía con funcionamiento alternativo bombeo-turbinado de agua entre un depósito superior y uno inferior, que comprende un depósito elevado (110); una turbina hidráulica (130) en el recorrido de bajada; dos depósitos inferiores, uno fijo (240), con un émbolo (241) en su interior, que funciona por emboladas o periodos de admisión -impulsión, y otro móvil (220) que actúa de contrapeso, estando el émbolo (241) del primer depósito (240) unido a la base del segundo depósito (220) a través del brazo de una palanca de un balancín, a distinta distancia del eje de giro, y estando conectados los depósitos hidráulicamente por una tubería (251); una tubería (260) de retorno del agua al depósito superior (110) que cuenta con una válvula antirretorno (243); y comprendiendo además válvulas y sensores de llenado que regulan el funcionamiento del sistema.

En consecuencia, al diferir el documento D01, considerado el más representativo del estado de la técnica, del objeto reivindicado, la reivindicación 1 es nueva según el artículo 6 de la LP 11/1986, e igualmente las reivindicaciones dependientes 2 a 4.

Sin embargo, se puede apreciar de este documento que los principales elementos de la invención reivindicada, depósito superior, turbina hidráulica, cilindro de bombeo y depósito secundario unidos al brazo de una palanca, y tubería de retorno, son ya conocidos. Las principales diferencias entre el objeto de la invención reivindicado y el sistema descrito en el documento D01 son, por un lado, la disposición de las tuberías a la salida de la turbina hidráulica y, por otro, la previsión de una tubería de retorno de agua desde el depósito secundario al depósito superior mediante la acción de una bomba de impulsión. Se considera que la primera característica, disposición de tuberías a la salida de la turbina, es una mera opción de diseño que no supone una diferencia técnica sustancial en el funcionamiento general respecto al sistema descrito en D01, llenado y vaciado alternativo de depósitos fijo (240) y secundario (220), mientras que la segunda característica se considera como una opción obvia que el experto en la materia elegiría para completar el retorno del agua turbinada cuando se llevara la invención descrita a la práctica y no se consiguiese elevar el 100% del agua, como se puede ver, por ejemplo, en el documento D02 para un sistema de circuito hidráulico cerrado y bomba movida por energía solar.

Además, la reivindicación 2 es una descripción de las etapas de funcionamiento del sistema objeto de la invención, por lo que se considera que las coincidencias y diferencias entre el funcionamiento del sistema descrito en el documento D01 y el objeto de la reivindicación 2 son consecuencia directa de las coincidencias y diferencias ya descritas para la reivindicación 1, y por tanto, valen los mismos argumentos al estudiar la actividad inventiva.

Por tanto, se considera que el objeto de las reivindicaciones 1 a 3 no implica actividad inventiva de acuerdo al artículo 8 de la LP 11/1986.

Por otro lado, los documentos citados no muestran las características definidas en la reivindicación 4, ni se considera que haya información en estos que llevara al experto en la materia a deducir dichas características, por lo que dicha reivindicación 4 sí se considera que cumple con el requisito de actividad inventiva del artículo 8 de la LP 11/1986.