

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 768**

51 Int. Cl.:

H02J 3/04 (2006.01)

H02J 3/38 (2006.01)

H02J 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2017 E 17154669 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2019 EP 3203596**

54 Título: **Procedimiento e instalación de producción de electricidad a partir de energías renovables con regulación de la potencia proporcionada**

30 Prioridad:

05.02.2016 FR 1650934

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

04.07.2019

73 Titular/es:

**SOCIETE CIVILE DE BREVETS MATIERE (100.0%)
17, avenue Aristide-Briand
15000 Aurillac, FR**

72 Inventor/es:

MATIERE, MARCEL

74 Agente/Representante:

SALVÀ FERRER, Joan

ES 2 718 768 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 e instalación de producción de electricidad a partir de energías renovables con regulación de la potencia proporcionada

5

[0001] La invención tiene por objeto un procedimiento y una instalación de producción de electricidad a partir de energías renovables con regulación de la potencia proporcionada.

[0002] Todos los países, en particular los industrializados, están equipados con una red pública general que permite distribuir energía eléctrica a todo el territorio nacional. Esta red pública está alimentada por un conjunto de centrales de generación de electricidad de potencia inmensa, tales como centrales térmicas que usan una energía de origen fósil, carbón, lignito o petróleo, o bien energía nuclear, así como centrales hidráulicas que usan energía de una caída de agua en las regiones montañosas, o bien la de un río como el Ródano y el Rin, en las fábricas de filo de agua.

15

[0003] La potencia eléctrica generada de este modo se distribuye en todo el territorio por la red pública de distribución, constituida por un conjunto de líneas conectadas de transporte de corriente con más o menos alta tensión.

[0004] En los últimos años, se ha tomado conciencia de la necesidad, para la protección del medio ambiente, de reducir, en la medida de lo posible, las emisiones de dióxido de carbono que afectan al calentamiento global, o partículas producidas por la combustión de los derivados del petróleo, que tienen efectos adversos para la salud.

[0005] Como el uso de la energía eléctrica no presenta estos inconvenientes, es probable que las necesidades de suministro de energía eléctrica en todo el territorio se incrementen en el futuro, en concreto para la calefacción y para los transportes, como consecuencia del previsible desarrollo de vehículos eléctricos. Para satisfacer estas necesidades, hay que evitar tener que recurrir a las centrales convencionales que presentan los mismos riesgos para el medio ambiente, y por eso las autoridades públicas, en concreto en Francia, han adoptado medidas para favorecer el consumo, en la red pública, de una potencia eléctrica adicional usando, cuando sea posible, energías renovables proporcionadas en concreto por viento, sol o caídas de agua.

30

[0006] Por ende es necesario aumentar, a nivel nacional, la producción de electricidad sin emisión de carbono o partículas. Las centrales hidroeléctricas, usadas desde hace décadas, cumplen a la perfección estos requisitos. No obstante, salvo en algunos países, prácticamente no hay sitios naturales favorables para la construcción de presas de gran altura. Es más, dicha presa provoca la inundación de un valle completo, lo que es difícilmente aceptado por la población.

35

[0007] Por tanto, es más interesante construir instalaciones de pequeña potencia, denominadas micro- o minicentrales hidroeléctricas, que pueden construirse en una gran parte del territorio, en particular en los países de clima templado en el que las precipitaciones son relativamente elevadas.

40

[0008] Este tipo de instalaciones requieren solo una represa de una altura suficientemente pequeña y limitan, por ende, un pantano de pequeñas dimensiones.

[0009] De lo anterior se desprende que, el nivel de agua corriente arriba de la turbina y, por consiguiente, la potencia eléctrica producida por la misma disminuirá durante el vaciado del embalse de agua.

45

[0010] Para superar este inconveniente, el documento FR-A-2983921 describe una instalación de generación de energía que comprende un depósito que desemboca, en su base, en un conducto de alimentación de una turbina de producción de una potencia eléctrica, provisto de medios de ajuste de la sección de paso del agua y, en consecuencia, de la potencia producida. Para evitar la inestabilidad en la producción debido al menor nivel de agua en el embalse, la instalación incluye, además, una bomba que permite hacer refluir el agua de una fuente externa en el embalse a fin de mantener el nivel del agua. Esta bomba es accionada por la energía eléctrica generada a partir de energía renovable, por ejemplo eólica o de paneles fotovoltaicos.

[0011] Además, los medios de ajuste de la sección del conducto de alimentación de la turbina se controlan en función de la potencia producida, a fin de mantener esta última en un valor de consigna correspondiente a las necesidades de la red alimentada por la instalación.

[0012] Tal instalación se proporciona para alimentar una red eléctrica, preferentemente para alimentar una red doméstica y no para producir una potencia complementaria que pueda ser inyectada en una red pública de transporte y distribución, en todo el territorio nacional, de energía producida por un conjunto de centrales de potencia inmensa, a fin de satisfacer un aumento previsible de las necesidades de consumo.

60

[0013] Pero otras energías renovables se pueden usar a tal fin.

65

- 5 **[0014]** Actualmente, por ejemplo, se construyen principalmente centrales eólicas, siendo esta energía adecuadamente distribuida en el territorio pero con el inconveniente de una gran irregularidad. Por ello, para captar vientos más regulares, las hélices deben, en general, ser colocadas a una gran altura, pudiendo sobrepasar 100 metros, lo que no deja de tener consecuencias para el entorno y puede provocar enfrentamientos por parte de los vecinos.
- 10 **[0015]** La energía solar, en cambio, presenta menos inconvenientes para el medio ambiente, ya que permite producir electricidad, por efecto fotoeléctrico, por medio de módulos fotovoltaicos que constituyen los paneles planos de poco espesor y, en consecuencia, de altura reducida.
- 15 **[0016]** En general, una central solar comprende, por ende, un conjunto de módulos fotovoltaicos conectados entre sí y conectados a la red de distribución por medios de transformación que permiten producir una corriente alterna que tiene características adaptadas a las condiciones de explotación de esta red.
- 20 **[0017]** Tales instalaciones pueden tener potencias muy diferentes que dependen del número de módulos y de la superficie cubierta. En este sentido se puede colocar un pequeño número de paneles en el tejado de un edificio o una casa unifamiliar.
- 25 **[0018]** El documento FR 2 941 574, por ejemplo, describe un dispositivo de producción de energía eléctrica por un módulo fotovoltaico, para la alimentación de una vivienda independiente. Para resolver el problema de la irregularidad de la producción fotovoltaica que es de cero por la noche y no corresponde, por ende, al periodo de consumo máximo, se prevé almacenar energía hidráulica en un acumulador alimentado a partir de un embalse a presión atmosférica, por medio de un grupo motobomba que funciona gracias a la energía eléctrica producida por el módulo fotovoltaico.
- 30 Antes, en el documento BE 875 508, se había previsto también asociar una central solar a una central hidroeléctrica. En este caso, la central hidroeléctrica comprende dos cuencas colocadas en niveles diferentes, respectivamente una cuenca inferior retenida por una presa construida en un curso de agua para el accionamiento de un grupo hidroeléctrico, y una presa superior conectada a la presa inferior por una estación de bombeo accionada por energía eléctrica producida por paneles solares colocados alrededor de la presa superior y que permiten aspirar agua de la presa inferior para hacerla refluir en la presa superior a fin de almacenar energía hidráulica.
- 35 En tal disposición, la energía solar se usa para accionar la bomba, como en el documento FR 2 983 921, que requiere solamente una potencia reducida. Tal disposición no permitiría por tanto inyectar en una red pública de distribución, la potencia complementaria necesaria para satisfacer un previsible aumento de las necesidades locales de consumo.
- 40 **[0019]** Para resolver tal problema, es necesario por tanto reunir un gran número de módulos en un espacio importante para una producción más explotable industrialmente debido a que también es posible construir una verdadera central eléctrica cuya potencia depende de la superficie cubierta por los módulos fotovoltaicos y puede ser, por ejemplo, de aproximadamente 10 MW para una superficie de paneles de una veintena de hectáreas. Sin embargo, es posible aumentar la superficie cubierta por los paneles con el fin de producir una potencia muy elevada que pueda ir, en algunos casos, hasta 100 MW.
- 45 **[0020]** De hecho, incluso para tal potencia, los módulos se pueden dividir en varias secciones teniendo en cuenta el relieve del terreno y, debido a la altura bastante reducida de los paneles fotovoltaicos, es posible ocultarlos detrás de una simple cortina de árboles.
- 50 **[0021]** Las centrales solares, incluso de alta potencia, presentan por tanto la ventaja de poder ser repartidas en todo el territorio con un bajo impacto en el entorno, a fin de inyectar en la red pública una potencia complementaria que permita compensar las variaciones de las necesidades de consumo, incluso en las zonas protegidas.
- 55 **[0022]** Sin embargo, este aporte de potencia localizado y ocasional puede alterar el equilibrio de la red de distribución. Por ello, las condiciones en las que dichas instalaciones pueden ser conectadas a la red son reguladas por las autoridades públicas que autorizan la construcción y la conexión de una nueva instalación como parte de un contrato de compra, por el distribuidor, de la energía eléctrica producida por la instalación.
- 60 **[0023]** Estas condiciones de compra dependerán, por supuesto, del valor de la potencia inyectada en la red ya que es interesante, para el distribuidor, absorber una gran potencia correspondiente a las necesidades de un territorio, en lugar de la producida por algunos paneles y que corresponde simplemente a las necesidades de una red doméstica. Pero resulta especialmente importante que la potencia inyectada sea lo suficientemente estable como para evitar perturbaciones en el equilibrio de la red.
- 65 **[0024]** Por esta razón, en el contrato de compra, el operador de la central debe, normalmente comprometerse a mantener la potencia inyectada en la red a un valor sustancialmente estable, reduciéndose el precio de compra si este compromiso no se cumple.
- [0025]** En el caso de una central hidroeléctrica, tal regulación de la potencia generada puede realizarse

ajustando simplemente el caudal de alimentación de agua de la turbina.

[0026] En cambio, la radiación solar, puede, obviamente, ser captada durante el día y depende, además, de la altura del sol. La potencia eléctrica que puede ser generada por una central solar depende, por ende, no solo de las condiciones atmosféricas, sino también de la hora del día y de la estación. Hasta ahora, por consiguiente, debido a esta irregularidad de la potencia suministrada a la red, el uso de centrales solares no se desarrolló como se esperaba, a pesar de las muchas ventajas presentadas por esta técnica, en particular el bajo impacto de una central solar en el entorno, incluso para una gran potencia, así como el gran número de sitios explotables y su distribución en todo el territorio.

[0027] La invención tiene por objeto superar estos inconvenientes gracias a un nuevo procedimiento que permite compensar las variaciones inevitables en el rendimiento energético de una central solar, con el fin de inyectar en la red de distribución una potencia eléctrica relativamente estable, respetando los compromisos asumidos por el operador.

[0028] La invención se refiere por ende, de manera general, a un procedimiento de producción de potencia eléctrica, a partir de energía renovable, en una instalación de alimentación de una red eléctrica que comprende al menos dos dispositivos de transformación de al menos dos energías renovables en una corriente eléctrica con características adaptadas a las de la red, respectivamente un primer dispositivo de transformación de energía de radiación solar y un segundo dispositivo de transformación de energía hidráulica, que incluye un grupo de producción hidroeléctrica alimentado a partir de un embalse de agua por al menos un conducto de flujo de agua provisto de medios de ajuste de la potencia eléctrica proporcionada por dicho segundo dispositivo de transformación.

[0029] Según la invención, la red eléctrica alimentada por la instalación es una red pública general de transporte y de distribución en todo el territorio, de energía eléctrica producida por centrales de potencia inmensa, porque el primer dispositivo de transformación es una central solar que produce una potencia eléctrica complementaria que se inyecta continuamente en la red pública de distribución por una subestación de distribución a la que se conecta la central solar, porque esta potencia complementaria inyectada debe tener un valor estable regulado por un contrato asumido por el operador de la instalación, porque el segundo dispositivo de transformación es una central hidroeléctrica que comprende un grupo de producción conectado a un embalse de agua por al menos un conducto de flujo de medios de ajuste, continuamente, porque esta central hidroeléctrica tiene una potencia nominal del mismo orden que la de la central solar y se conecta, en paralelo, a la misma subestación de distribución que la misma, para la inyección, en la red general, de corriente eléctrica producida, en cada momento, por dicha central hidroeléctrica, y porque los medios de ajuste de la potencia generada por la central hidroeléctrica son controlados por una unidad de control que mide, continuamente, la potencia suministrada por la central solar y calcula, en cada momento, la potencia complementaria a proporcionar por la central hidroeléctrica, a fin de controlar los medios de ajuste de la potencia de modo que la potencia global inyectada por la subestación de distribución en la red general de distribución se mantenga continua con un valor esencialmente constante correspondiente al contrato asumido por el operador, para el suministro a la red general, de la potencia complementaria programada.

[0030] De manera particularmente ventajosa, la central solar es de un tipo que comprende un conjunto de paneles fotovoltaicos que cubren una superficie de al menos una hectárea para proporcionar una potencia nominal de al menos 5 MW.

[0031] En un modo de realización preferida de la invención, el embalse de agua presenta un volumen variable, que permite acumular, durante los periodos de luz solar intensa, una cantidad de agua suficiente para la producción, por el grupo hidroeléctrico, de una potencia capaz de compensar una reducción en la producción de la central solar durante los periodos de menor luz solar o incluso nula, a fin de mantener de manera relativamente estable la potencia eléctrica global inyectada en la red pública de distribución con un valor de compromiso asumido por parte del operador.

[0032] La invención también abarca una instalación para la implementación del procedimiento que comprende al menos dos dispositivos de transformación en potencia eléctrica de al menos dos energías renovables, conectados a la red, respectivamente un primer dispositivo de transformación de energía de radiación solar y un segundo dispositivo de transformación de energía hidráulica que incluye un grupo de producción hidroeléctrica alimentado a partir de un embalse de agua por al menos un conducto de flujo de agua, y medios de ajuste de la potencia eléctrica proporcionada por dicho segundo dispositivo de transformación.

[0033] Según la invención, la red eléctrica alimentada por la instalación es una red pública general de transporte y de distribución, en todo el territorio, de energía eléctrica producida por centrales de potencia inmensa, porque el primer dispositivo de transformación es una central solar que produce una potencia eléctrica complementaria que se inyecta continuamente en la red pública de distribución por una subestación de distribución a la que se conecta la central solar, la potencia complementaria así inyectada debe tener un valor estable regulado por un contrato asumido por el operador de la instalación, porque el segundo dispositivo de transformación es una central hidroeléctrica que comprende un grupo de producción conectado a un embalse de agua por al menos un conducto de flujo provisto de medios de ajuste, continuo, de la potencia producida, porque esta central hidroeléctrica tiene una potencia nominal del

mismo orden que la de la central solar y se conecta, en paralelo, en la misma subestación de distribución, para la inyección al mismo lugar de la red general, las potencias eléctricas producidas, respectivamente, por la central solar y por la central hidroeléctrica, y porque los medios de ajuste de la potencia generada por la central hidroeléctrica son controlados por una unidad de control que recibe una señal de medición, continuamente, de la potencia suministrada por la central solar y que calcula, en cada momento, la potencia a proporcionar por la central hidroeléctrica, a fin de controlar los medios de ajuste del caudal de agua que alimenta la misma, de modo que la potencia global inyectada por la subestación de distribución en la red general de distribución se mantenga continuamente con un valor esencialmente constante correspondiente al contrato asumido por el operador, para el suministro a la red general, de la potencia complementaria programada por contrato. Las de la red general, porque dicha central solar se conecta a una subestación de distribución conectada a la red general para la inyección, continua, en la misma, de dicha corriente adaptada, y el segundo dispositivo de transformación es una central hidroeléctrica que comprende un grupo de producción alimentado por al menos un conducto de flujo a partir de un embalse de agua alimentado, en sí, por al menos un curso de agua y situada por encima del nivel de la central solar, en la vecindad de la misma, dicha central hidroeléctrica está conectada, en paralelo, en la misma subestación de distribución que la central solar, para la inyección, en la red general, de corriente eléctrica producida por dicha central hidroeléctrica, tras la transformación en una corriente alterna con características adaptadas a la red general de distribución, y los medios de ajuste de la potencia eléctrica proporcionada por la central hidroeléctrica son controlados por una unidad de control que incluye medios de medición, continua, de la potencia proporcionada por la central solar y medios de cálculo, en cada momento, de la potencia complementaria a proporcionar por la central hidroeléctrica, con el fin de ajustar a un valor esencialmente constante la potencia global inyectada en la red general de distribución por la subestación de distribución.

[0034] De manera particularmente ventajosa, la central solar es de un tipo que comprende un conjunto de paneles fotovoltaicos capaces de proporcionar una potencia eléctrica de al menos 5 MW.

[0035] En otro modo de realización, la central solar es del tipo termodinámico que permite transformar la energía irradiada por el sol en calor, después en energía mecánica y eléctrica. En particular, los medios de captación de energía solar también pueden estar constituidos por un conjunto de espejos que hacen converger la radiación solar a medios de producción de un gas a presión susceptible de accionar un grupo turbogenerador para la producción de una corriente eléctrica.

[0036] Según otra característica particularmente ventajosa, la central hidroeléctrica se instala a una distancia bastante reducida de la central solar para permitir el transporte de la potencia eléctrica que proporciona hasta la subestación de distribución, sin pérdida significativa de energía.

[0037] En un modo de realización preferida de la invención, la central hidroeléctrica comprende al menos una presa construida en al menos un curso de agua y colocada en un lugar que permita construir un pantano de agua conectado al grupo hidroeléctrico por al menos un conducto de flujo y cuya capacidad pueda variar en función de la potencia a suministrar y del caudal de alimentación por el curso de agua, de modo que el pantano forma un embalse de agua de volumen variable, capaz de liberar o acumular agua según la potencia hidroeléctrica necesaria para compensar las variaciones en la potencia proporcionada por la central solar.

[0038] Según otra característica preferida, la central hidroeléctrica comprende al menos un conducto de flujo de gran sección que se extiende entre una represa de retención construida, en un primer nivel, en un curso de agua, por encima del nivel de la central solar y un grupo hidroeléctrico colocado en un segundo nivel, inferior al primero, y la sección transversal de dicho conducto de flujo se determina, teniendo en cuenta la distancia entre la represa de retención y el grupo hidroeléctrico, para limitar un volumen de agua suficiente para garantizar el funcionamiento de la central hidroeléctrica, cualesquiera que sean las variaciones de la producción demandada, al menos una parte del embalse de agua está constituida así pues por el agua contenida en dicho conducto de flujo.

[0039] En un modo de realización particularmente ventajoso, este conducto de flujo de gran sección se fabrica a partir de elementos prefabricados de hormigón armado o pretensado e incluye, en sección transversal, un elemento de bóveda que descansa sobre dos elementos laterales que forman dos paredes laterales separadas con una parte superior que se conecta al elemento de bóveda y una base plana colocada en el suelo y que se conecta a una losa colada in situ con el fin de amoldarse al perfil del terreno natural.

[0040] En otro modo de realización ventajoso, el conducto de flujo de gran sección comprende una serie de elementos curvados de chapas metálicas soldados uno detrás del otro y con sus extremos soldados a los perfiles que sobresalen incrustados en una base de hormigón colada in situ, para amoldarse al perfil del terreno natural.

[0041] Según otra característica preferida, la instalación incluye un sistema de tampón conectado a la subestación de distribución y que permite acumular energía o redistribuirla a la red de distribución en caso de variación excesiva de la potencia complementaria a proporcionar por la central hidroeléctrica.

[0042] En un primer modo de realización, el sistema de tampón es un volante de inercia.

[0043] En otro modo de realización preferida, el sistema de tampón es una batería de acumulación de al menos una parte de la potencia eléctrica proporcionada de forma global por la central solar y la central hidroeléctrica.

5 **[0044]** Además, cuando las circunstancias lo permitan, puede resultar ventajoso construir la instalación para la aplicación de la invención a lo largo de la costa, la segunda central de energía renovable, es, por lo tanto, de un tipo que explota los movimientos del mar tales como el oleaje, las olas, las corrientes submarinas o las mareas.

10 **[0045]** Otras características ventajosas de la invención aparecerán en la siguiente descripción detallada, de ciertos modos de realización dados a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos.

La figura 1 es una vista esquemática, en alzado, del conjunto de una instalación para la implementación del procedimiento según la invención.

15 La figura 2 muestra las variaciones, en un año, del valor medio de la energía proporcionada, cada mes, por una unidad de producción fotovoltaica con una potencia media.

La figura 3 muestra las variaciones, en un año, del valor medio de la energía proporcionada, cada mes, para una pequeña central hidroeléctrica con una potencia del mismo orden que el de la central solar de la figura 2.

La figura 4 es un diagrama que muestra las variaciones, hora a hora, de la potencia óptima que puede ser proporcionada por una central solar a lo largo de un mismo día.

20 La figura 5 muestra cómo la potencia de una central hidroeléctrica asociada a una central solar, puede ajustarse a fin de compensar las variaciones en la potencia suministrada por la misma.

La figura 6 es un diagrama que muestra un ejemplo de variación, hora a hora, de la potencia suministrada realmente por una central solar.

25 La figura 7 muestra esquemáticamente, en perspectiva, los circuitos de acoplamiento de una central solar y de una central hidroeléctrica.

La figura 8 es una vista esquemática, en alzado, de otro modo de realización de una instalación para la implementación del procedimiento según la invención.

La figura 9 es una vista esquemática, en alzado, del conjunto de una instalación del tipo representado en la figura 7.

30 La figura 10 es una vista en sección transversal de una gran sección utilizable en una instalación del tipo representado en las figuras 7 y 8.

La figura 11 es una vista en sección transversal de otro tipo de conducto de gran sección.

[0046] En la parte izquierda de la figura 1, se ha representado esquemáticamente una instalación 1 de producción de electricidad por energía solar, que incluye, como es habitual, un conjunto de módulos fotovoltaicos interconectados eléctricamente en serie o en paralelo y alineados para formar un determinado número de paneles 11 montados sobre la estructura que descansa en el suelo.

40 **[0047]** Estos paneles 11 están conectados por cables de conexión a cajas de conexiones 12 de los cuales la corriente continua de baja tensión producida por los módulos se transmite a los onduladores colocados en un local técnico 13 con el fin de transformar la corriente continua en una corriente alterna. Esta corriente alterna a baja tensión, por ejemplo 380 V, se transmite a una subestación de transformación 14 que produce una corriente alterna con características adaptadas a la red de distribución, por ejemplo una tensión de 20.000 voltios. La corriente alterna a alta tensión así producida se puede inyectar entonces en la red de distribución 16 por medio de una subestación de distribución 15.

45 **[0048]** Todas estas disposiciones son bien conocidas y no requieren una descripción detallada.

[0049] El conjunto de paneles fotovoltaicos 11 abarca una gran superficie que depende de las posibilidades de implantación y de la producción a suministrar. Se sabe, por ejemplo, que una central fotovoltaica como la de Sainte Tulle, en Francia, que consta de 70.000 módulos y que abarca una superficie de aproximadamente 20 hectáreas, puede proporcionar una potencia de aproximadamente 5 MW_c (megavatios pico). Estos paneles 11 están orientados, normalmente, al sur e inclinados en un ángulo de exposición que puede variar de 25 a 30°, en función de la topografía local. Sin embargo, la capacidad de producción depende naturalmente, por una parte, de la nubosidad y, por otra parte, de la altura del sol y, por consiguiente de la estación y de la hora del día.

55 **[0050]** Por ejemplo, la figura 2 muestra las variaciones en un año, del valor medio, en kWh, de la energía suministrada, cada mes, por una central solar instalada en el centro de Francia. Como era de esperar, se observa que la cantidad de energía suministrada cada mes por esta central es máxima entre junio y septiembre y puede alcanzar 1.500.000 kWh, pero se reduce a menos de 500.000 kWh en invierno.

60 **[0051]** En cambio, la capacidad de producción de una central hidroeléctrica, que depende del caudal de agua que alimenta las turbinas, es, normalmente, más elevada en invierno y, especialmente, en primavera, cuando las precipitaciones son abundantes y este es el caso, en particular, para las pequeñas centrales que a menudo se disponen al filo de agua y, en cualquier caso, no logran un embalse de agua considerable, embalsada por una presa de gran altura.

[0052] La figura 3, por ejemplo, muestra las variaciones, en un año, del valor medio, en kWh, de la potencia suministrada, cada mes, por una pequeña central hidroeléctrica con una potencia instalada de 8 MW y proporcionada para una producción media anual del orden de 14.000.000 kWh, con una altura de caída de 350 m y una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 300.000 m³. Parece ser que la cantidad de energía suministrada cada mes, es máxima entre diciembre y abril y muy reducida entre julio y octubre.

[0053] De este modo, existe una cierta complementariedad entre estos dos tipos de energía que no varían de la misma manera durante el año. Parece, por tanto, que se pueden compensar, al menos parcialmente, las variaciones estacionales de la energía producida por una central solar, asociando a la misma una central hidroeléctrica situada cerca y que ofrece, de este modo, las mismas condiciones meteorológicas, pudiendo, entonces, la red de distribución ser alimentada por las corrientes proporcionadas simultáneamente por las dos centrales.

[0054] Sin embargo, el inventor ha informado, además, que si se interviene un poco en la energía suministrada por la central solar que depende esencialmente de la radiación captada por los paneles fotovoltaicos y no es, por ende, controlable, en cambio, la potencia suministrada por la central hidroeléctrica puede ajustarse continuamente al actuar sobre el caudal del agua admitido en las turbinas. Tuvo por tanto la idea de que este complemento de energía aportada por la central hidroeléctrica podría ajustarse en cualquier momento con el fin de compensar de manera inmediata las variaciones diarias de la energía solar captada por los paneles fotovoltaicos y, así, mantener a un nivel relativamente estable la potencia global inyectada en la red. Tal posibilidad puede ser ilustrada por los diagramas de las figuras 4 y 5.

[0055] En general, se espera que una central solar proporcione una potencia nominal, también denominada "potencia pico" que puede determinarse teniendo en cuenta el sitio en el que se implanta y sus características técnicas, en concreto los rendimientos de los paneles fotovoltaicos y la superficie abarcada, la potencia proporcionada en cada momento que varía, obviamente, en función de la hora del día.

[0056] A modo de ejemplo, la figura 4 es un diagrama que indica la variación, hora a hora, de la potencia óptima que puede ser proporcionada por una central solar prevista para una potencia pico de 8,5 MW_c. Como se muestra en la curva A, que corresponde a una mayor exposición solar, en verano, para una latitud promedio, con un amanecer a las 5 h y un atardecer a las 20 h, la capacidad de producción (a) aumenta progresivamente a partir del alba, alcanzando su valor máximo de 8,5 MW al mediodía (12 h del mediodía), disminuyendo después hasta que desaparece tras la puesta de sol.

[0057] Según la invención, esta central solar está asociada con una central hidroeléctrica cuya potencia se puede modificar ajustando el caudal de agua admitido en las turbinas.

[0058] Como se muestra en la figura 5, gracias a tal ajuste, es posible variar la potencia hidroeléctrica siguiendo una curva B, inversa de la curva A, de modo que, en cualquier momento, la central hidroeléctrica produce una potencia (b) esencialmente igual a la diferencia entre la potencia (a) generada por la central solar y la potencia máxima deseada (c). Así, la potencia total inyectada en la red puede mantenerse, de manera relativamente estable, con este valor máximo (c).

[0059] No obstante, la curva A de la figura 4 corresponde a las condiciones óptimas de funcionamiento y es bien sabido que la potencia generada por la radiación solar depende esencialmente de las condiciones meteorológicas. En realidad, incluso si aumenta hasta el mediodía y después disminuye hasta la puesta de sol, la capacidad de producción fotovoltaica seguirá una trayectoria en dientes de sierra del tipo representado por la curva A' en la figura 6. Pero, según una de las características de la invención, es posible medir continuamente la potencia (a') proporcionada por la central solar y de ajustar, en cada momento, la potencia proporcionada por la central hidroeléctrica a un valor (b') igual a la diferencia entre la potencia solar (a') y la potencia deseada (c'), a fin de mantener la potencia total proporcionada a la red, de manera relativamente estable, con este valor deseado (c').

[0060] Las dos centrales, respectivamente, solar e hidroeléctrica, usadas para la implementación de dicho procedimiento, deben construirse en estrecha proximidad una de la otra, es decir, a una distancia que permita el transporte de corriente sin pérdida relevante de energía. A este respecto, cabe señalar que, incluso para una capacidad de producción media, los paneles fotovoltaicos abarcan una gran superficie, del orden de varias hectáreas. Las centrales solares son por ende implantadas, en general, en zonas poco pobladas, por ejemplo, en colinas soleadas. Sin embargo, en las regiones de zona templada, tales zonas son, por lo general, irrigadas por manantiales, arroyos o torrentes. Por consiguiente debe ser posible encontrar, en las proximidades de una central solar, es decir, a una distancia del orden de unos pocos cientos de metros, un sitio ubicado por encima del nivel de la central solar y que permita construir un embalse de agua embalsada por un dique o una pequeña presa y alimentada por uno o más arroyos, que podrá conectarse por un conducto forzado a una central hidroeléctrica situada a gran proximidad de la central solar.

[0061] El conjunto de las dos centrales forma, así pues, un complejo híbrido representado esquemáticamente

- en la figura 1 y que comprende, cerca de la central solar 1 descrita anteriormente, una central hidroeléctrica 2 que incluye, como es habitual, un grupo de producción hidroeléctrica 21 constituido por una o más turbinas hidráulicas alimentadas por uno o más conductos forzados 22 a partir de al menos un embalse de agua 3 situado en un nivel superior al mismo de las turbinas 21 y embalsada por una presa 23 dispuesta de forma transversal a lo largo de un curso de agua 31 o de un canal de conducción. Las turbinas 21 accionan un generador eléctrico conectado a una subestación de transformación 24 previsto para producir una corriente alterna con las mismas características que la corriente producida por la subestación de transformación 14 de la central solar 1. Esta corriente es, por ende, adaptada a la red general de distribución 16 y puede, así, aplicarse a la misma subestación de distribución 15 que es, por tanto, alimentada en paralelo por la central solar 1 y la central hidroeléctrica 2.
- 5
- 10 **[0062]** Como de costumbre, la central hidroeléctrica 2 está equipada con medios de regulación de la potencia de la corriente eléctrica que puede suministrar, por ejemplo medios de ajuste 25 del caudal de agua inyectado en las turbinas 21 por el conducto forzado 22.
- 15 **[0063]** Por otra parte, la potencia (a') de la corriente eléctrica producida por la subestación de transformación 14 de la central solar 1 se mide continuamente y una señal correspondiente se aplica a una unidad de control 26 que calcula, en cada momento, la potencia (b') a ser proporcionada por la central hidroeléctrica 2 para compensar las variaciones en la potencia (a') y emite una orden correspondiente de control del miembro de ajuste 25 del caudal de agua introducido en las turbinas 21, a fin de obtener esta potencia (b') deseada. Como se muestra en la figura 6, también es posible ajustar a un valor esencialmente constante, la potencia global (c'=a'+b') inyectada en la red 16 por la subestación de distribución 15. Como se ha indicado, este valor de consigna corresponde a los compromisos asumidos por el operador en el contrato de compra, por el distribuidor, de la potencia producida.
- 20
- 25 **[0064]** El conjunto de la instalación que incluye las dos centrales acopladas, solar 1 e hidroeléctrica 2 da, por lo tanto, la capacidad de producir, a partir de energías renovables, una potencia programada relativamente estable.
- [0065]** Como se ha indicado más arriba, haciendo referencia a las figuras 2 y 3, la capacidad de producción de la central hidroeléctrica 2, que depende de las precipitaciones es, normalmente, mayor en las estaciones de otoño e invierno y permite por tanto, en el año, compensar la variación estacional de la capacidad de producción de la central solar 1 que depende de las horas de sol.
- 30
- [0066]** Sin embargo, si uno puede encontrar generalmente cerca de una central solar un sitio lo suficientemente irrigado para construir un embalse de agua, es necesario que la capacidad del mismo permita asegurar la producción eléctrica deseada en todo momento y en todas las circunstancias.
- 35
- [0067]** Por ello, resulta preferible que la presa 23 se coloque en una ubicación que permita la realización de un embalse de agua cuya capacidad puede variar en función de la producción demandada y del caudal de alimentación por el curso del agua 31 pero debe ser siempre suficiente para hacer frente a cualquier situación, por ejemplo un largo periodo de malas condiciones climáticas que reduce la producción fotovoltaica o, por el contrario, un periodo de sequía que reduce indefinidamente el suministro de agua.
- 40
- [0068]** Así, en los periodos de luz solar intensa en los que la potencia suministrada por la central solar 1 es cercana al valor máximo deseado, el caudal de agua que alimenta las turbinas 21 puede ser escaso o inexistente y es entonces posible dejar incrementar el nivel de agua para aumentar la capacidad del embalse 3 que permanece alimentado continuamente por el o los cursos de agua 31 y puede, entonces, ser suficiente, incluso en un periodo de escasas lluvias, para mantener la potencia eléctrica proporcionada al valor deseado durante un periodo determinado, con el fin de respetar los compromisos adquiridos por el operador para el suministro a la red de distribución de una potencia relativamente estable.
- 45
- 50 **[0069]** Cabe señalar, sin embargo, que la energía fotovoltaica tiene una inercia muy baja y una amplitud de variación importante, mientras que la hidroelectricidad es, por el contrario, una energía previsible y ajustable, pero con una mayor inercia. Así, la velocidad de regulación fotovoltaica es del orden de algunos segundos, mientras que una variación de potencia hidroeléctrica requiere varios minutos.
- 55 **[0070]** Con el fin de compensar esta diferencia en la inercia y proporcionar una potencia global relativamente estable, resulta particularmente ventajoso completar la instalación descrita anteriormente de la manera indicada en la figura 7, al conectar en la subestación de distribución 15, un sistema con un papel de almacenamiento-tampón 5 como, por ejemplo, un conjunto de baterías de acumulación de corriente o un volante de inercia que permite almacenar energía o redistribuirla en la red 16, en caso de variación excesiva de la potencia a suministrar.
- 60
- [0071]** La invención permite así compensar con flexibilidad las variaciones diarias o estacionales de la potencia suministrada por la central fotovoltaica con el fin de respetar los compromisos asumidos por el operador de responder a todas las situaciones.
- 65 **[0072]** Pero la invención no se limita a las disposiciones que se van a describir a modo de ejemplo y abarca, al

contrario, todas las variantes que quedan en el ámbito de protección definido por las reivindicaciones y que permiten, en concreto, adaptarse a situaciones particulares.

[0073] Por ejemplo, se ha indicado anteriormente que la potencia adicional suministrada por la central hidroeléctrica puede regularse por un ajuste del caudal de agua admitido en las turbinas pero se podrán, obviamente, usar, a tal fin, todos los medios conocidos para el funcionamiento de dicha central.

[0074] Por otra parte, la distribución de los cursos de agua o el relieve del territorio alrededor de una central solar puede dificultar la construcción de una presa con una capacidad de retención suficiente y colocada por encima de la central hidroeléctrica 2, a una altura que permite el suministro de la misma por un conducto forzado. Así pues, puede resultar interesante adoptar una disposición del tipo representado en las figuras 8 y 9, en la que la central hidroeléctrica 2 se alimenta a partir de una simple represa al filo de agua 32, dispuesta en el curso de agua 31 y conectada a la turbina 21 por un conducto de gran sección 4 que puede, en sí, constituir el embalse de agua.

[0075] En este caso, de hecho, la represa 32 no tiene por objeto formar un pantano de gran capacidad pero debe tener solo una altura suficiente para desviar el agua a la entrada 40 del conducto 4, y la sección transversal del mismo se puede determinar, teniendo en cuenta la distancia entre la represa 32 y la turbina 21, para limitar un volumen de agua suficiente para garantizar el funcionamiento de la central hidroeléctrica 2 independientemente de las variaciones en la producción demandada. El embalse de agua está, entonces, constituido por el agua contenida en el conducto de alimentación 4, de la turbina 21 al nivel (h) por encima del mismo.

[0076] Para obtener la sección transversal deseada, resulta particularmente ventajoso usar una disposición del tipo representado en la figura 10, en la que el conducto 4 se fabrica a partir de elementos prefabricados de hormigón armado o pretensado e incluye, en sección transversal, un elemento de bóveda 41 que descansa en dos elementos laterales que forman paredes laterales separadas 42 con una parte superior curvada en un arco circular que se conecta tangencialmente al elemento de bóveda 4 y una base plana 44 que se sitúa en el suelo y que se conecta a una losa 43.

[0077] Tal disposición, descrita en concreto en el documento EP 0 081402 permite fabricar conductos que tienen una sección transversal de varios metros cuadrados y presenta, además, numerosas ventajas en su aplicación a la presente invención.

[0078] De hecho, para la realización de una cierta longitud de conducto, es suficiente preparar el terreno en el trayecto planificado y configurar dos series separadas de elementos laterales 42 que se mantienen erguidos en su base 44 y en los cuales se sitúan una serie de elementos de bóveda 41. Entonces se puede solidarizar el conjunto con una zapata de hormigón armado 43 colada entre los extremos orientados entre sí en las bases 44 de los elementos laterales que han sido proporcionados con armaduras que sobresalen.

[0079] Tal conducto, constituido por elementos prefabricados adyacentes, colocados a medida que avanza uno tras otro, puede tener cualquier longitud y su entrada 40 puede estar alejada de la central 2.

[0080] Por otra parte, los moldes de prefabricación de los elementos 41, 42 pueden adaptarse a la posición del elemento a lo largo del conducto, al modificar ligeramente la orientación de las zonas laterales. Por tanto es posible variar la orientación, en el sentido horizontal o vertical, de los elementos que están conectados por la base de hormigón 43 colada en su lugar y, de este modo, amoldarse al perfil del terreno natural sin grandes movimientos de tierras, de la manera indicada en la figura 9.

[0081] Además, como se muestra en la figura 8, también se puede realizar una unión 44 entre los conductos procedentes de varios cursos de agua 31, 31' a fin de aumentar el caudal de alimentación de la central hidroeléctrica 2.

[0082] Sin embargo, otros procedimientos pueden usarse para realizar un conducto 4 de enorme sección transversal que descansa sobre una losa de hormigón colada in situ. Por ejemplo, en una disposición particularmente simple representada en la figura 11, el conducto 4 podría estar constituido por elementos curvados 45 de chapa metálica, con sus extremos soldados a los perfiles que sobresalen 46 incrustados en una base de hormigón 47 colada in situ. En este caso, aún es posible adaptar el perfil de los elementos de chapa 45 para realizar las partes curvadas que permiten amoldarse al perfil del terreno natural o las uniones entre varios conductos.

[0083] Es necesario, sin embargo, que el conducto metálico de gran sección, que sirve de depósito resista a las diferencias en la presión interna resultante de las variaciones del nivel del agua. Por ello podrá resultar ventajoso reforzar el conducto con contrafuertes laterales, en la forma descrita, por ejemplo, en el documento EP 0 767 881.

[0084] Además, por los motivos indicados anteriormente, una central hidroeléctrica está particularmente adaptada a la implementación del procedimiento según la invención. No obstante, podrá resultar interesante, en determinados casos, explotar, con el mismo objetivo, otras energías renovables, por ejemplo energías marinas que

usan los movimientos del oleaje, corrientes o mareas.

[0085] Son conocidos, de hecho, diversos dispositivos de energía generada por el oleaje que pueden accionar un generador y que incluyen, por ejemplo, palas, hélices, flotadores u otras piezas mecánicas puestas en movimiento por el desplazamiento de las olas, o bien dispositivos de las corrientes de marea accionados por las corrientes. Tales dispositivos pueden producir, cada uno, una potencia del mismo orden como un aerogenerador pequeño, pero varios pueden distribuirse a lo largo de una costa con el fin de obtener una potencia total apreciable. Sin embargo, el litoral marino es muy amplio, en particular en Francia, y en algunos sitios, soleados, pueden permitir la implantación de una central solar y, cerca de la misma, una central hidráulica que explota la energía marina y cuya potencia se podrá ajustar para compensar las irregularidades de producción fotovoltaica.

[0086] Por otra parte, si la central mareomotriz importante construida en Bretaña presenta un impacto negativo sobre el entorno, pese a ello, numerosos sitios permitirán la construcción de instalaciones bastante menos voluminosas pero útiles, para la implementación de la invención.

[0087] De hecho, aún se pueden ver los restos de molinos de mareas existentes antaño y que incluyen, en un estuario, un embalse de agua colocado en el nivel de mareas más altas y conectado al mar por un sistema de canales de alimentación por ruedas con álabes, provisto de válvulas que permiten la circulación de agua, con marea alta o baja, en el sentido de funcionamiento de las ruedas. Tal sistema podría ser adaptado usando técnicas actuales, a fin de construir una central hidráulica accionada por las mareas y equipadas con hélices de paso variable que funciona en los dos sentidos, según la marea, y que proporcionan una producción ajustable capaz de compensar las irregularidades de producción de una central solar instalada cerca. En este caso, el embalse de agua, lleno con las mareas más fuertes, daría una capacidad de acumulación que permite adaptarse a todas las circunstancias, como se ha descrito anteriormente.

[0088] Del mismo modo, otras energías renovables como, por ejemplo la energía térmica asociada con la diferencia de temperatura entre la superficie del mar y las aguas profundas, o bien la energía geotérmica, también podrían usarse para aportar una potencia adicional capaz de compensar las variaciones diarias o estacionales de una central fotovoltaica con el fin de regular la potencia total inyectada en la red.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de producción de potencia eléctrica, a partir de energía renovable, en una instalación de alimentación de una red eléctrica que comprende al menos dos dispositivos de transformación de al menos dos energías renovables en una corriente eléctrica con características adaptadas a las mismas de la red, respectivamente un primer dispositivo de transformación (1) de energía de radiación solar y un segundo dispositivo de transformación (2) de energía hidráulica, que incluye un grupo de producción hidroeléctrica (21) alimentado a partir de un embalse de agua (3) por al menos un conducto de flujo de agua (22) provisto de medios de ajuste (25) de la potencia eléctrica proporcionada por dicho segundo dispositivo de transformación (2), **caracterizado por el hecho de que** la red alimentada por la instalación es una red pública general (16) de transporte y distribución por todo un territorio, de energía eléctrica producida por centrales de gran potencia, de que el primer dispositivo de transformación es una central solar (1) que produce una potencia eléctrica complementaria que se inyecta continuamente en la red pública de distribución por una subestación de distribución (15) a la que se conecta la central solar (1), de que esta potencia complementaria inyectada debe tener un valor estable regulado por un contrato asumido por el operador de la instalación, de que el segundo dispositivo de transformación es una central hidroeléctrica (2) que comprende un grupo de producción (21) conectado a una reserva de agua (3) por al menos un conducto de flujo (22), provisto de medios de ajuste (25), continuo, de la potencia producida, porque esta central hidroeléctrica (2) tiene una potencia nominal del mismo orden que la de la central solar (1) y se conecta, en paralelo, en la misma subestación de distribución (15) que la última, para la inyección, en la red general (16), de corriente eléctrica producida, en cada momento, por dicha central hidroeléctrica (2), y de que los medios de ajuste (25) de la potencia por la central hidroeléctrica (2) son controlados por una unidad de control (26) que mide continuamente la potencia (a') suministrada por la central solar (1) y calcula, en cada momento, la potencia complementaria (b') a proporcionar por la central hidroeléctrica (2), a fin de controlar los medios de ajuste de la potencia (25) de modo que la potencia global (c'= a'+ b') inyectada por la subestación de distribución (15) en la red general de distribución (16) se mantenga continuamente con un valor esencialmente constante correspondiente al contrato asumido por el operador para el suministro a la red general (16) de la potencia complementaria programada.
2. Procedimiento de producción de potencia eléctrica según la reivindicación 1, **caracterizado por el hecho de que** la central solar (1) es del tipo que comprende un conjunto de paneles fotovoltaicos (11) que abarca una superficie de al menos una hectárea para proporcionar una potencia nominal de al menos 5 MW.
3. Procedimiento de producción de electricidad según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por el hecho de que** el embalse de agua (3) presenta un volumen variable, que permite acumular, durante los periodos de luz solar intensa, una cantidad de agua suficiente para la producción, por medio del grupo hidroeléctrico (21), de una potencia capaz de compensar una reducción en la producción de la central solar (1) durante los periodos de menor o incluso nula luz solar, a fin de mantener de manera relativamente estable la potencia eléctrica global (c') inyectada en la red pública de distribución (16) con un valor de compromiso asumido por parte del operador.
4. Instalación de producción de potencia eléctrica apta para alimentar una red de electricidad, que comprende al menos dos dispositivos de transformación de potencia eléctrica de al menos dos energías renovables, conectados a la red, respectivamente un primer dispositivo de transformación (1) de energía de radiación solar y un segundo dispositivo de transformación (2) de energía hidráulica que incluye un grupo de producción hidroeléctrica (21) alimentado a partir de una reserva de agua (3) por al menos un conducto de flujo de agua (22), y medios de ajuste (25) de la potencia eléctrica proporcionada por dicho segundo dispositivo de transformación (2), **caracterizada por el hecho de que** la red alimentada por la instalación es una red pública general (16) de transporte y distribución, por todo un territorio, de energía eléctrica producida por centrales de gran potencia, de que el primer dispositivo de transformación es una central solar (1) que produce una potencia eléctrica complementaria que se inyecta continuamente en la red pública de distribución por medio de una subestación de distribución (15) a la que se conecta la central solar (1), la potencia complementaria así inyectada debe tener un valor estable regulado por un contrato asumido por el operador de la instalación, de que el segundo dispositivo de transformación es una central hidroeléctrica (2) que comprende un grupo de producción (21) conectado a un embalse de agua (3) por al menos un conducto de flujo (22) provisto de medios de ajuste (25), continuo, de potencia producida, de que esta central hidroeléctrica (2) tiene una potencia nominal del mismo orden que la de la central solar (1) y se conecta, en paralelo, a la misma subestación de distribución (15) para la inyección al mismo lugar de la red general (16), de potencias eléctricas producidas, respectivamente, por la central solar (1) y por la central hidroeléctrica (2), y de que los medios de ajuste (25) de la potencia producida por la central hidroeléctrica (2) son controlados por una unidad de control (26) que recibe una señal de medición, continuamente, de la potencia (a') suministrada por la central solar (1) y que calcula, en cada momento, la potencia (b') a proporcionar por la central hidroeléctrica (2), a fin de controlar los medios de ajuste (25) del caudal de agua que alimenta la misma, de modo que la potencia global (c'= a'+ b') inyectada por la subestación de distribución (15) a la red general de distribución (16) se mantenga continuamente con un valor esencialmente constante correspondiente al contrato asumido por el operador, para el suministro a la red general (16), de la potencia complementaria programada por contrato.
5. Instalación según la reivindicación 4, **caracterizada por el hecho de que** la central solar (1) es del tipo que comprende un conjunto de paneles fotovoltaicos (11) capaces de suministrar una potencia eléctrica de al menos

5 MW.

6. Instalación según una de las reivindicaciones 4 y 5, **caracterizada por el hecho de que** la central hidroeléctrica (2) se instala a una distancia bastante reducida de la central solar (1) para permitir el transporte de la potencia eléctrica (b') que proporciona hasta la subestación de distribución (15), sin una pérdida significativa de energía.
7. Instalación según la reivindicación 6, **caracterizada por el hecho de que** la central hidroeléctrica (2) comprende al menos una presa (23) construida en al menos un curso de agua (31) y colocada en un lugar que permita construir un pantano de agua (3) conectado al grupo hidroeléctrico (21) por al menos un conducto de flujo (22) y cuya capacidad pueda variar en función de la potencia a suministrar y del caudal de alimentación por el curso de agua (31), de modo que el pantano (3) forme un embalse de agua de volumen variable, capaz de liberar o acumular agua según la potencia hidroeléctrica necesaria para compensar las variaciones en la potencia proporcionada por la central solar (1).
8. Instalación según una de las reivindicaciones 4 a 7, **caracterizada por el hecho de que** la central hidroeléctrica (2) comprende al menos un conducto de flujo de gran sección (4) que se extiende entre una represa de retención (41) construida, en un primer nivel, sobre un curso de agua (31), por encima del nivel de la central solar (1) y un grupo hidroeléctrico (21) colocado en un segundo nivel, inferior al primero, y porque la sección transversal de dicho conducto de flujo (4) se determina, teniendo en cuenta la distancia entre la represa de retención (41) y el grupo hidroeléctrico (21), para limitar un volumen de agua suficiente para garantizar el funcionamiento de la central hidroeléctrica (2), cualesquiera que sean las variaciones de la producción (b') demandada, al menos una parte del embalse de agua (3) está constituida así pues por el agua contenida en dicho conducto de flujo (4).
9. Instalación según la reivindicación 8, **caracterizada por el hecho de que** el conducto de flujo de gran sección (4) se fabrica a partir de elementos prefabricados de hormigón armado o pretensado e incluye, en sección transversal, un elemento de bóveda (41) que descansa sobre dos elementos laterales (42) que forman dos paredes laterales separadas con una parte superior que se conecta al elemento de bóveda (41) y una base plana (44) colocada en el suelo y que se conecta a una losa (43) colada in situ con el fin de amoldarse al perfil del terreno natural.
10. Instalación según la reivindicación 8, **caracterizada por el hecho de que** el conducto de flujo de gran sección (4) comprende una serie de elementos curvados (45) de chapas metálicas soldados uno detrás del otro y con sus extremos soldados a los perfiles que sobresalen (46) incrustados en una base de hormigón (47) colada in situ, para amoldarse al perfil del terreno natural.
11. Instalación según una de las reivindicaciones 4 a 10, **caracterizada por el hecho de que** incluye un sistema de tampón (5) conectado a la subestación de distribución (15) y que permite acumular energía o redistribuirla a la red de distribución (16) en caso de variación excesiva de la potencia complementaria (b') a proporcionar por la central hidroeléctrica (2).
12. Instalación según la reivindicación 11, **caracterizada por el hecho de que** el sistema de tampón (5) es un volante de inercia.
13. Instalación según la reivindicación 11, **caracterizada por el hecho de que** el sistema de tampón (5) es una batería de acumulación de al menos una parte de la potencia eléctrica (c') proporcionada generalmente por la central solar (1) y por la central hidroeléctrica (2).

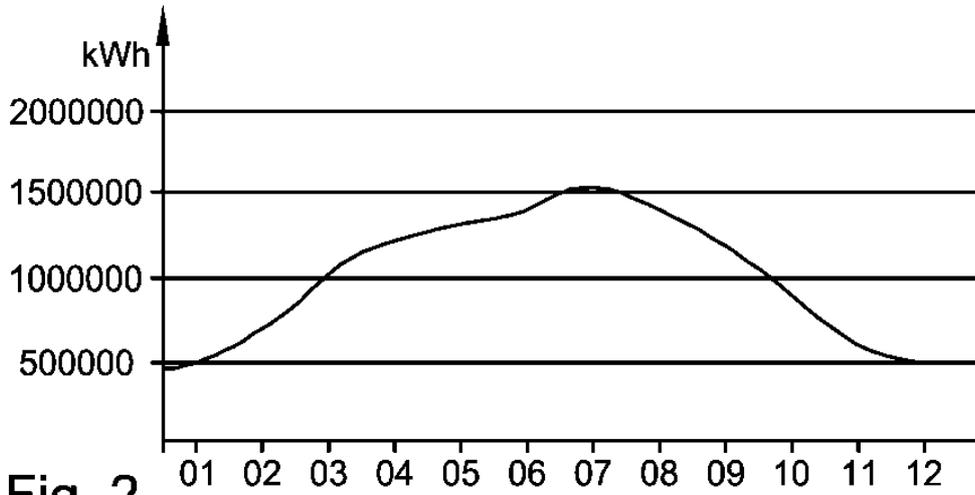


Fig. 2

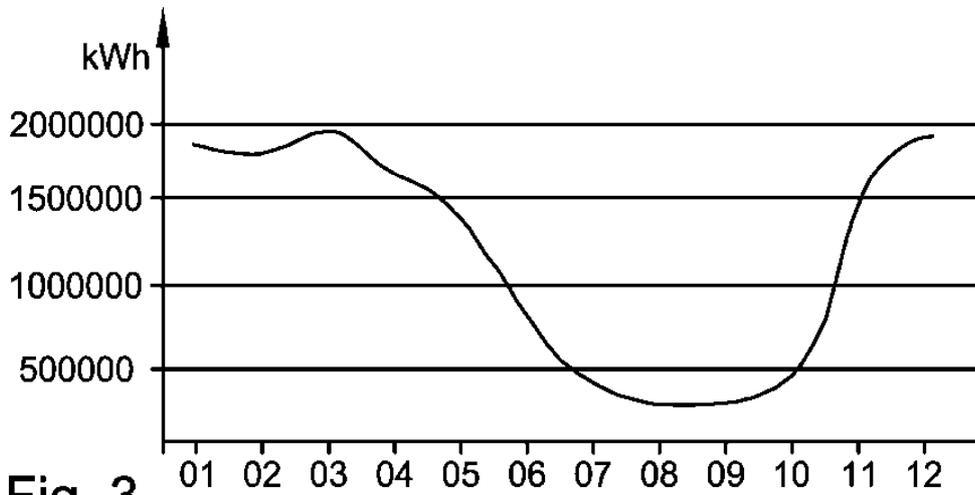


Fig. 3

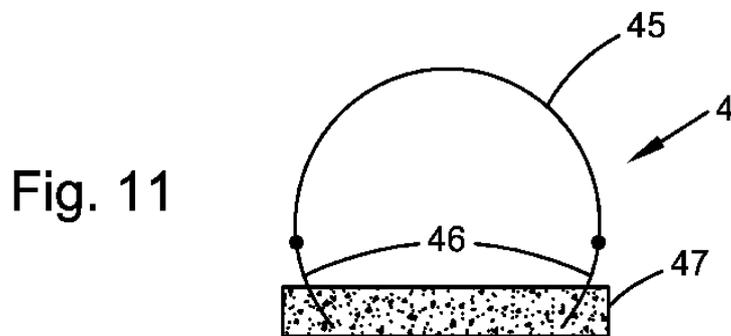


Fig. 11

