



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 333 853**

(51) Int. Cl.:
F03B 15/14 (2006.01)
E02B 7/20 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **02805290 .0**
(96) Fecha de presentación : **26.11.2002**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1456533**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **15.09.2004**

(54) Título: **Procedimiento e instalación para la regulación del nivel del agua de una instalación de contención.**

(30) Prioridad: **20.12.2001 AT A 2001/2001**

(73) Titular/es: **Andritz Hydro GmbH**
Penzinger Strasse 76
1141 Wien, AT

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
02.03.2010

(72) Inventor/es: **Hess, Günther y**
Panholzer, Heinz

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
02.03.2010

(74) Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 333 853 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 para la regulación del nivel del agua de una instalación de contención.

5 La invención se refiere a un procedimiento para la regulación del nivel del agua de una instalación de contención, de preferencia, de un muro de contención o de una presa, estando dispuestas en la instalación de contención para la producción de energía eléctrica, un número de unidades turbina - generador, de preferencia con potencias entre 100 kW y 1000 kW cada una, que al menos por sectores, están dispuestas unas sobre otras y/o unas junto a otras, y unidas
10 unas junto a otras, en uno o varios módulos turbina - generador, así como a una instalación para la regulación del nivel del agua de una instalación de contención con una multitud de unidades turbina - generador que están dispuestas unas sobre otras y/o unas junto a otras, y unidas unas con otras en uno o varios módulos turbina - generador, así como a una
15 instalación para la regulación del nivel del agua de una instalación de contención con una multitud de unidades turbina - generador que están dispuestas unas sobre otras y/o unas junto a otras, unidas unas con otras en uno o varios módulos turbina - generador, y en ciertos casos, un determinado número de módulos turbina generador están dispuestos unos
15 junto a otros, y están apoyados en la instalación de contención.

Equipos para la producción de energía eléctrica, en los que varias unidades turbina - generador más pequeñas están
dispuestas en filas y columnas, unas junto a otras y unas sobre otras, en un bastidor o en una construcción reforzada, se
conocen, por ejemplo, por el documento WO98/11343, el US 6,281,597 B1 ó el US 4,804,855 A. Tales equipos, a causa
20 de su forma constructiva especialmente corta, y de su gran superficie de flujo, se utilizan de preferencia en instalaciones de contención, como esclusas, presas, muros de contención o similares, para aprovechar la cantidad de agua que ordinariamente circula sin aprovechamiento, para la producción de energía eléctrica. No obstante en tales instalaciones de contención se tiene que regular el nivel del agua, para poder cumplir la función de la instalación de contención, exigida en cada caso según la aplicación. Por ejemplo, si el tráfico de barcos en un río necesita un determinado nivel
25 del agua, o un dique de irrigación tiene que presentar un nivel mínimo del agua, para poder garantizar el riego. Para ello, hasta ahora se abría la presa total o parcialmente.

Del mismo modo se conocen ya regulaciones de instalaciones hidroeléctricas, pretendiendo estas regulaciones la maximización o la optimización de la energía producida. Para ello, las turbinas de tales instalaciones hidroeléctricas
30 están equipadas con dispositivos reguladores de ajuste continuo, como por ejemplo, álabes directores, para poder regular de forma continua, el caudal volumétrico a través de la turbina y, por tanto, la potencia producida.

El documento US 4,683,718 A muestra una regulación semejante para una instalación con un número de turbinas, existiendo un número de turbinas sin dispositivo regulador, y un número con dispositivo regulador, para poder
35 aprovechar óptimamente la cantidad disponible de agua. Aquí la regulación está orientada hacia la optimización de la potencia eléctrica, y no, hacia el mantenimiento de un nivel predeterminado del agua. El documento US 4,109,160 A muestra ciertamente una regulación de un nivel del agua de una cisterna intermedia de agua de una central de acumulación por bombeo, no obstante, la regulación se lleva a cabo de nuevo exclusivamente en forma continua, mediante los correspondientes álabes directores de las turbinas que participan.

40 La invención se ha impuesto ahora la misión de presentar un procedimiento para la regulación del nivel del agua de una instalación de contención, de manera que aproveche lo más ampliamente posible las posibilidades existentes y las circunstancias constructivas, asegure el funcionamiento de la instalación de contención y permita una regulación sencilla y exacta.

45 Esta misión se resuelve según la invención, haciendo que el nivel del agua se regule al menos parcialmente mediante la conexión o desconexión de unidades turbina - generador separadas o de varias de ellas, o de módulos turbina generador, a un valor teórico que se puede predeterminar, ajustándose un caudal circulante a través de la instalación de contención, en pasos discretos, y correspondiendo un paso discreto al caudal circulante que puede fluir a través de
50 una o varias unidades turbina - generador.

Estas unidades turbina - generador o módulos turbina - generador, tienen una circulación conocida exactamente, mediante la cual se puede determinar exactamente el caudal circulante que desagua. Por consiguiente, el caudal circulante que desagua y, en consecuencia, también el nivel del agua de la instalación de contención se puede regular
55 con mucha facilidad y exactitud, mediante las unidades individuales de turbinas, en pequeños pasos discretos. Con ello, solamente en situaciones excepcionales es necesario abrir o cerrar, las presas por lo regular muy grandes, difícil y malamente regulables.

La regulación se hace de este modo más flexible, puesto que de este modo se permite la regulación en pequeños
60 pasos y, además, permite una reacción rápida a condiciones que varían en la instalación de contención. Además, de este modo se puede optimizar el nivel del agua de forma muy sencilla, con respecto a criterios determinados.

Las unidades turbina - generador o módulos turbina - generador, utilizados para la regulación del nivel del agua, se pueden realizar constructivamente de forma muy sencilla, cuando estas unidades o módulos funcionan con caudal
65 circulante en lo esencial constante o con potencia constante, puesto que entonces no se tiene que prever ningún dispositivo para la regulación del caudal circulante o de la potencia. Así pues las unidades o turbinas sólo tienen dos puntos de funcionamiento, a saber, en servicio o fuera de servicio, lo cual también simplifica la regulación notablemente.

ES 2 333 853 T3

Cuando el nivel del agua se regula al menos parcialmente, mediante la apertura o cierre de al menos una presa, en ciertas situaciones se puede elevar rápidamente el caudal circulante que desagua. Esto es lógico sobre todo como medida de seguridad, en situaciones en las que la circulación a través de las unidades de turbinas no es suficiente más para agotar de nuevo los caudales que afluyen, o en las que el desagüe de la instalación de contención, tiene que reducirse rápidamente.

Es especialmente ventajoso fijar un nivel superior de conexión de las turbinas o nivel de alarma, al alcanzar el cual se conectan unidades turbina - generador o módulos turbina - generador, y/o se abren presas.

Igualmente es ventajoso, al alcanzar un nivel inferior predeterminado de conexión de las turbinas o un nivel de alarma, desconectar unidades turbina - generador o módulos turbina - generador, y/o cerrar presas.

De este modo se asegura el mantenimiento de los valores límite exigidos para el nivel y, al mismo tiempo, se reduce el número de maniobras de conexión de las unidades de turbinas.

La producción de energía eléctrica mediante las unidades de turbinas, se puede maximizar, cuando primero se conectan todas las unidades turbina - generador o módulos turbina - generador, y sólo después se abren presas. Asimismo se consigue una maximización de la producción de energía eléctrica, cuando primero se abren todas las presas, y sólo después se desconectan unidades turbina - generador o módulos turbina - generador. Gracias a estas medidas se maximiza la circulación a través de las unidades de turbinas, lo cual repercute directamente en forma positiva sobre la cantidad de energía producida.

Es en especial muy ventajoso, cuando al alcanzar un nivel predeterminado de conexión de las turbinas y/o un nivel de alarma, se produce y/o se indica una señal de alarma, ya que entonces se puede reaccionar directamente y sin retraso temporal, a la situación crítica actual. Estas señales de alarma pueden ser, por ejemplo, de naturaleza acústica y/u óptica.

Cuando mediante el disparo de una alarma, se introducen maniobras automáticas para la conexión o desconexión de unidades turbina - generador o módulos turbina - generador, y/o mediante la apertura o cierre de presas, la regulación del nivel del agua se puede llevar a cabo muy ampliamente en forma automática, *in situ*, sin personal necesario de servicio.

Mediante la preparación de pronósticos sobre niveles de agua a esperar en el futuro, y sobre la apertura y cierre de unidades turbina - generador o de módulos turbina - generador, y/o de presas, que los acompañan, de la mano de estos pronósticos, se puede ya reaccionar previsoramente a grandes variaciones de nivel a esperar, con lo que se puede reducir la frecuencia de maniobra de las presas.

Cuando las regulaciones de los niveles de agua de varias instalaciones de contención sucesivas unas detrás de otras, se acoplan unas con otras, y las instalaciones de contención individuales se regulan por una regulación de orden superior, de manera que los niveles de agua de estas instalaciones de contención se optimicen bajo consideraciones recíprocas, se puede conseguir un nivel de agua óptimo a lo largo de un tramo extenso del curso de agua, mucho más amplio que una única instalación de contención. De este modo se reduce la frecuencia de conexión o desconexión de unidades de turbinas y, al mismo tiempo, se puede conseguir una producción de energía más uniforme durante un espacio mayor de tiempo.

Se puede obtener otra ampliación ventajosa del concepto de regulación, cuando se determina de antemano el número de las unidades turbina - generador o de módulos turbina - generador, a conectar o desconectar y, se conectan o desconectan al mismo tiempo, puesto que entonces las maniobras necesarias de conexión para la corrección del nivel del agua, se pueden realizar de una vez.

Es favorable determinar el número de las unidades turbina - generador o módulos turbina - generador, a conectar o desconectar, de la mano de las necesidades actuales de energía y eventualmente también, de la mano de un nivel de agua a esperar en el futuro, con lo que se consigue una utilización óptima de las unidades o módulos, con respecto a las necesidades de energía.

Es especialmente ventajoso optimizar las regulaciones de los niveles de agua con respecto a la producción de energía. La optimización se realiza muy ventajosamente con ayuda de un modelo matemático que para la mejora de los resultados de la optimización, tenga en cuenta determinados estados y condiciones límite, como por ejemplo, la apertura o cierre precedentes de presas, diques, esclusas y en ciertos casos, la elevación de unidades turbina - generador o de módulos turbina - generador, entradas del personal de servicio, valores experimentales acumulados, normas físicas generales, como por ejemplo, el caudal que se evapora o es absorbido por el suelo, etc., y datos meteorológicos actuales o previsibles, como por ejemplo, precipitaciones esperadas, predicción de temperatura, etc. Además, de la mano del modelo matemático, teniendo en cuenta la afluencia o desagüe actual y/o que se espera, y las necesidades de energía actuales y/o que se esperan, se puede determinar el número óptimo de las unidades turbina - generador o módulos turbina - generador, a conectar o desconectar.

Como valor teórico para la regulación se establece en forma ventajosa el nivel del agua durante un espacio predeterminado de tiempo, como por ejemplo, un año.

ES 2 333 853 T3

La energía a producir se puede predeterminar a lo largo de un determinado dominio de tiempo, de preferencia, de un día, y el nivel de agua se regula de manera que se pueda mantener lo más exactamente posible el curso predeterminado de producción de energía. De este modo, garantizando la función propiamente dicha de la instalación de contención, se consigue un aprovechamiento óptimo de la obtención de energía. Al mismo tiempo se asegura de este modo que los recursos de la instalación de contención se aprovechen muy ampliamente.

Cuando los niveles de agua de una o varias instalaciones de contención se regulan desde un puesto centralizado de control, se pueden ahorrar en el lugar, dispositivos adicionales de vigilancia y control, lo cual repercute muy positivamente sobre los costes.

Si el valor teórico para el nivel del agua se predetermina para un objetivo que no sirve a la obtención de energía, por ejemplo, para tráfico de barcos, irrigación, etc., no se menoscaba el funcionamiento inicialmente pensado de la instalación de contención. La obtención de energía es entonces una ventaja adicional, que se puede conseguir sin limitaciones del funcionamiento.

En la práctica se demuestra como ventajoso, cuando en una instalación de contención, se emplean al menos 10, de preferencia de 20 a 500, unidades turbina - generador que se pueden conectar o desconectar.

Es además muy ventajoso cuando la instalación de contención presenta una multitud de pilares entre los cuales puede circular el medio, estando dispuestas entre dos pilares contiguos y apoyadas en los pilares, un número predeterminado de unidades turbina - generador o módulos turbina - generador. De este modo se pueden utilizar estructuras ya existentes de la instalación de contención, directamente para un reequipamiento, y no son necesarios costosos trabajos ningunos de reforma.

Se obtiene una variante muy compacta de realización, integrándose el dispositivo para la conexión o desconexión de las unidades turbina - generador o módulos turbina - generador, en las unidades o en los módulos, y apoyándose en los pilares mediante la unidad o el módulo. De este modo se minimizan también las medidas constructivas necesarias en la instalación de contención. Otra variante prevé que el dispositivo para la conexión o desconexión de unidades turbina - generador o de módulos turbina - generador, esté apoyado directamente en los pilares.

Las unidades turbina - generador o módulos turbina - generador, se pueden retirar muy fácilmente de su posición de trabajo, por ejemplo, para trabajos de mantenimiento o para dejar libre la sección de flujo en ciertas situaciones, cuando estas están dispuestas pudiendo subir y bajar.

La regulación según la invención del nivel del agua de una instalación de contención, encuentra una aplicación especialmente ventajosa en el caso de un depósito de agua potable, de una presa de irrigación, de un depósito de retención de avenidas, de una presa para la regulación de una ruta navegable, o de una represa de una central eléctrica fluvial.

La presente invención se describe de la mano de las figuras 1 y 2 ejemplares, simplificadas y no restrictivas. Aquí se muestran

Figura 1 Una vista anterior de una instalación de contención con unidades turbina - generador.

Figura 2 El principio fundamental de la regulación según la invención, y

Figura 3 Un concepto ampliado de la regulación.

La figura 1 muestra esquemática y simplificada, una instalación 1 de contención, por ejemplo, una presa, para embalsar un líquido, de preferencia agua, en el curso de un río, en este ejemplo de realización con dos pilares 4 entre los que están dispuestas un número de unidades 2 turbina - generador, aquí diez. Estas unidades 2 turbina - generador, se apoyan y sujetan aquí por los pilares 4. Las unidades 2 turbina - generador están agrupadas en un módulo 3 turbina - generador y, en caso necesario, se pueden elevar y sacar de la instalación de contención, como un módulo, con un dispositivo elevador no representado. Además la instalación 1 de contención puede comprender una presa no representada, con la que se puede liberar o impedir parcial o totalmente el desagüe del medio, de la instalación 1 de contención.

Las unidades 2 turbina - generador se pueden cerrar en forma conocida en sí misma desde hace largo tiempo, por ejemplo, mediante un cierre de tubos de aspiración, como una mampara o un diafragma, aisladamente o en grupos, como por ejemplo, la totalidad del módulo 3 turbina - generador, de manera que no pueda fluir agua ninguna por las unidades 2 turbina - generador y, en consecuencia, no se produzca corriente eléctrica ninguna por estas unidades.

Es natural que una instalación de contención semejante pueda comprender también más de dos pilares, y que entre dos pilares se puedan disponer más unidades 2 turbina - generador que las representadas en la figura 1. En la práctica cabe imaginar de todas formas, integrar en una instalación de contención, un número cualquiera de tales unidades 2 turbina - generador, de preferencia, de 20 a 500.

ES 2 333 853 T3

Tales unidades 2 turbina - generador se pueden utilizar también naturalmente en cualesquiera otras instalaciones de contención descritas en la figura 1, como depósitos de agua potable, presas de irrigación, depósitos de retención de avenidas, etc., pudiendo aplicarse, no obstante, de igual manera, el concepto de regulación descrito a continuación para el nivel del agua.

A continuación, de la mano de la figura 2, se discute el principio básico del concepto de regulación según la invención, del nivel del agua de una instalación de contención cualquiera con unidades 2 integradas de turbina - generador. En la figura 2 están representados dos diagramas, el primero muestra el nivel P de agua en función del tiempo t, y el segundo, el caudal Q_A circulante que desagua de la instalación de contención, en función del tiempo t. Para la instalación de contención se predetermina, por ejemplo, por el explotador, un nivel ZP de destino. El nivel P actual puede variar ahora dentro de niveles TsP_O , TsP_U superior e inferior asimismo predeterminados, de conexión de turbinas. Estos niveles se deducen de las exigencias en la instalación de contención, por ejemplo, el tráfico de barcos necesita en un río, determinados niveles, mínimo y máximo, de agua. Además, para la instalación de contención se fijan niveles MP_O , MP_U máximos, superior e inferior, que no se pueden rebasar ni quedar por debajo. Si a pesar de todo se rebasaran o quedasen por debajo de estos niveles máximos, en cada caso según la instalación de contención, se pueden introducir ciertas medidas de emergencia, por ejemplo, el corte o apertura de otras instalaciones de contención situadas aguas arriba, la apertura de esclusas existentes de emergencia, la elevación y extracción de las unidades 2 turbina - generador o de los módulos 3 turbina - generador, etc.

Punto de partida de la descripción del procedimiento regulador es un estado en el que los caudales que afluyen y los que desaguan, son iguales de grandes, y no varía el nivel P. En este estado están ya abiertas un número cualquiera de unidades 2 turbina - generador o de módulos 3 turbina - generador, de manera que a través de estas unidades desagua un cierto caudal Q_A y se produce energía eléctrica.

En el instante t_0 sube ahora el nivel P de la instalación de contención, por ejemplo, a causa de precipitaciones, partiendo del nivel ZP de destino, y alcanza en el instante t_{s1} el nivel TsP_O superior de conexión de turbinas. Lo más tarde en este instante t_{s1} se conecta automáticamente o mediante el personal de servicio, una u otras varias unidades 2 individuales turbina - generador o módulos 3 turbina - generador, para elevar el caudal Q_A circulante que desagua. Al mismo tiempo, de este modo, por así decirlo como efecto secundario, se produce más energía eléctrica. Este aumento del caudal de desagüe es un crecimiento ΔQ_{TE} discreto, o un múltiplo de él, y corresponde exactamente a aquel caudal que puede fluir por las unidades turbina - generador o módulos turbina - generador. Puesto que el nivel P crece más, en los instantes t_{s2} y t_{s3} se conectan otras unidades 2 turbina - generador o por los módulos 3 turbina - generador, con lo que el caudal Q_A circulante que desagua, se aumenta más cada vez en forma discreta, en ΔQ_{TE} , o en un múltiplo de él. Esto se repite hasta que se descienda de nuevo del nivel TsP_O superior de conexión de turbinas.

Si todas las unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador hubieron ya de conectarse, y el nivel P sube más, todavía se pueden abrir eventuales presas existentes, con lo que se aumenta más el caudal Q_A circulante que desagua. Las presas no se deben de abrir en principio hasta que se hayan conectado ya todas las unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador, puesto que entonces se puede maximizar naturalmente la producción de energía eléctrica. Pero por supuesto cabe imaginar también, a partir de determinados fundamentos, abrir las presas ya en un instante anterior. Como se puede deducir, además, de la figura 2, el nivel P ahora descendente alcanza en el instante t_{s4} , el nivel TsP_U inferior de conexión de turbinas, con lo que comienza el proceso inverso. Sucesivamente se desconectan automáticamente o por el personal de servicio, unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador, hasta que el nivel P se encuentre de nuevo dentro de los dos valores límite, de los niveles TsP_O , TsP_U superior e inferior de conexión de turbinas.

Naturalmente también cabe imaginar, de la mano del crecimiento del nivel o del descenso del nivel, mediante valores experimentales o mediante modelos matemáticos o de simulación, determinar el número necesario de las unidades 2 turbina - generador o de los módulos 3 turbina - generador, a conectar o desconectar, y al mismo tiempo abrir o cerrar estas.

Mientras el nivel P se encuentre dentro de los dos valores límite, no se efectúan por lo regular, maniobras ningunas de conexión, de manera que el caudal Q_A circulante que desagua, permanece en lo esencial constante, en este espacio de tiempo.

En este ejemplo de realización se conectan simplícidamente sólo tres unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador. No obstante, en la práctica, en una instalación de contención están integradas 20 y más unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador, que se pueden conectar individualmente, con lo que se puede conseguir una regulación muy fina del nivel P del agua de la instalación de contención.

Al alcanzar el nivel TsP_O , TsP_U superior e inferior de conexión de turbinas, se puede disparar también, además, una alarma que, por ejemplo, se indica en un centro de control o mediante una señal acústica, y llama la atención al personal de servicio, de la situación presente, o dispara una maniobra automática de conexión.

La figura 3 muestra ahora un concepto ampliado de la regulación. Adicionalmente a los niveles límite conocidos ya por la figura 2, se predeterminan ahora todavía, un nivel AP_O , AP_U superior e inferior de alarma. Estos niveles están situados en la práctica muy cerca, por ejemplo 5 cm, por debajo o por encima de los niveles MP_O , MP_U máximos superior e inferior. Como ya se ha descrito en la figura 2, el nivel P asciende a partir del instante t_{s0} y llega en el instante

ES 2 333 853 T3

t_{s3} , después de dos maniobras de conexión en los instantes t_{s1} y t_{s2} , al nivel AP_O superior de alarma. La instalación de contención está diseñada en forma ideal de manera que en este instante t_{s3} , estén conectadas ya todas las unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador, de manera que se haya alcanzado el flujo circulante máximo a través de las turbinas y, por tanto, también la producción máxima de energía. En este instante t_{s3} se produce en este ejemplo, una alarma acústica, para llamar la atención, por ejemplo, del personal de servicio, sobre el nivel P crítico. Naturalmente esta alarma acústica puede estar acoplada también con una maniobra automática de conexión. Ahora se abren presas todavía existentes eventualmente, con lo que se aumenta el caudal Q_A circulante que desagua, en ΔQ_W , en la presa, y el nivel P comienza a descender de nuevo. Como otra medida para el descenso del nivel P, se puede prever también la elevación y extracción de todas las unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador.

El nivel P ahora descendente alcanza en el instante t_{s4} , el nivel TsP_U inferior de conexión de turbinas. En caso de que en este instante, todavía estén abiertas presas, o todavía no se hayan descendido a su posición de trabajo, todas las unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador eventualmente extraídas, primeramente se deberían de cerrar o descender estas, antes de que se desconecten unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador, para maximizar la producción de energía. En este ejemplo, en el instante t_{s4} se desconecta primero una presa y en la secuencia ulterior, en el instante t_{s5} , se desconecta una unidad 2 turbina - generador o un módulo 3 turbina - generador. En el instante t_{s6} se alcanza ahora el nivel AP_U inferior de alarma, una vez más se dispara una alarma acústica y se desconecta al menos otra unidad 2 turbina - generador u otro módulo 3 turbina - generador, de manera que el nivel P muestra de nuevo una tendencia ascendente. Naturalmente en el instante t_{s6} se podría desconectar también, si fuese necesario, al mismo tiempo varias o incluso todas las unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador, todavía activos.

Los ejemplos arriba descritos se basan cada uno en mediciones actuales del nivel del agua o de la variación del nivel del agua. No obstante, también cabe imaginar emitir pronósticos sobre niveles futuros del agua, teniéndose en cuenta, por ejemplo, niveles del agua de instalaciones de contención situadas aguas arriba, situación meteorológica, valores experimentales, etc., y de la mano de estos pronósticos regular previsoramente el caudal Q_A circulante que desagua, mediante la conexión o desconexión de unidades 2 individuales turbina - generador o módulos 3 turbina - generador, de manera que el nivel P esté situado lo más posible dentro del nivel TsP_O , TsP_U superior e inferior de conexión de turbinas y, si es posible, no rebase o descienda por debajo de este.

Las necesidades de energía varían muy fuertemente durante un cierto espacio de tiempo. Por ejemplo, se consume más energía durante el día que por la noche, o en invierno se consume más energía que en verano. Ahora se puede aplicar el procedimiento de forma especialmente ventajosa, cuando el nivel P se optimiza también con respecto a las diferentes exigencias en la producción de energía, durante un espacio de tiempo. Por ejemplo, por la noche se pueden desconectar todas las unidades 2 innecesarias turbina - generador o módulos 3 turbina - generador. De este modo por la noche sube el nivel P que después a continuación de las horas de necesidades punta de energía del día, se puede reducir de nuevo mediante las unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador, para la producción de energía.

Igualmente se podría mantener el nivel P en invierno en, en un nivel alto, para poder apoyar el cubrimiento de las puntas de consumo de energía.

Igualmente se podría mantener también en general el nivel P siempre en el nivel más alto, para que la producción de energía sea siempre la mayor posible.

La optimización se lleva a cabo mediante un modelo matemático de la instalación 1 de contención, en el que en caso necesario, también se pueden incluir otras determinadas condiciones límite, como por ejemplo, la apertura o cierre precedentes de presas adicionales, entradas del personal de servicio o datos meteorológicos. Al mismo tiempo, con el modelo matemático, en caso necesario, se pueden determinar también determinados parámetros, como por ejemplo, el número óptimo de las unidades 2 turbina - generador o de los módulos 3 turbina - generador y/o presas a abrir o a cerrar.

En forma lógica los niveles P de una o varias instalaciones 1 de contención, se regulan desde un puesto central de control. Para ello los datos necesarios relativos a los niveles P del agua, se transmiten al puesto de control, por ejemplo, mediante un módem o por radio, y se alimentan a un algoritmo de regulación que, de preferencia, está implementado en un ordenador. Las señales necesarias de mando, principalmente órdenes para abrir o cerrar unidades 2 turbina - generador o módulos 3 turbina - generador, se devuelven desde el puesto de control a la instalación de contención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la regulación del nivel (P) del agua de una instalación (1) de contención, de preferencia, de un muro de contención o una presa, estando dispuestas en la instalación (1) de contención para la producción de energía eléctrica, un número de unidades (2) turbina - generador, de preferencia con potencias entre 100 kW y 1000 kW cada una, que al menos por sectores, están dispuestas unas sobre otras y/o unas junto a otras, y unidas unas con otras, en uno o varios módulos (3) turbina - generador, y regulándose el nivel (P) del agua mediante la conexión o desconexión de unidades (2) turbina - generador separadas o de varias de ellas, de un módulo (3) turbina generador y/o de módulos (3) turbina - generador, a un valor teórico que se puede predeterminar, ajustándose un caudal circulante a través de la instalación de contención, en pasos discretos, y correspondiendo un paso discreto al caudal circulante que puede fluir a través de una o varias unidades (2) turbina - generador.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque las unidades (2) turbina - generador conectadas, funcionan con caudal circulante en lo esencial constante, o con potencia constante.
3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque el nivel (P) del agua se regula al menos parcialmente, mediante la apertura o cierre de al menos una presa adicional.
4. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque al alcanzar un nivel (TsP_O) superior predeterminado de conexión de las turbinas, se conectan unidades (2) turbina - generador o módulos (3) turbina - generador, y/o se abren presas.
5. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque al alcanzar un nivel (AP_O) superior predeterminado de alarma, se abre una presa, y/o se conectan unidades (2) turbina - generador o módulos (3) turbina - generador.
6. Procedimiento según la reivindicación 4 ó 5, **caracterizado** porque primero se conectan todas las unidades (2) turbina - generador o módulos (3) turbina - generador, y sólo después se abren presas.
7. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque al alcanzar un nivel (TsP_U) inferior predeterminado de conexión de las turbinas, se desconectan unidades (2) turbina - generador o módulos (3) turbina - generador, y/o se cierran presas.
8. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque al alcanzar un nivel (AP_U) inferior predeterminado de alarma, se cierran presas y/o se desconectan unidades (2) turbina - generador o módulos (3) turbina - generador.
9. Procedimiento según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado** porque primero se cierran todas las presas, y sólo después se desconectan unidades (2) turbina - generador o módulos (3) turbina - generador.
10. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 4 a 9, **caracterizado** porque al alcanzar un nivel (TsP_O , TsP_U) predeterminado de conexión de las turbinas y/o un nivel (AP_O , AP_U) de alarma, se produce y/o se indica una señal de alarma, de preferencia acústica u óptica.
11. Procedimiento según la reivindicación 10, **caracterizado** porque mediante el disparo de una alarma, se introducen maniobras automáticas para la conexión o desconexión de unidades (2) turbina - generador o módulos (3) turbina - generador, y/o apertura o cierre de presas.
12. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado** porque, se prepara un pronóstico sobre un nivel (P) del agua a esperar en el futuro, y porque en función de este pronóstico, se conectan o desconectan unidades (2) turbina - generador o módulos (3) turbina - generador, y/o se abren o cierran presas.
13. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque las regulaciones de los niveles (P) del agua de varias instalaciones (1) de contención sucesivas unas detrás de otras, se acoplan unas con otras, y se regulan por una regulación de orden superior, de manera que los niveles (P) del agua de estas instalaciones de contención se optimizan bajo consideración recíproca.
14. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque se determina de antemano el número de las unidades (2) turbina - generador o de los módulos (3) turbina - generador, a conectar o desconectar y, en lo esencial, se conectan o desconectan al mismo tiempo.
15. Procedimiento según la reivindicación 14, **caracterizado** porque el número de las unidades (2) turbina - generador o de los módulos (3) turbina - generador, a conectar o desconectar, se determina de la mano de las necesidades actuales de energía.
16. Procedimiento según la reivindicación 12 y la reivindicación 14, **caracterizado** porque el número de las unidades turbina - generador o de los módulos turbina - generador, a conectar o desconectar, se determina de la mano de un nivel (P) del agua a esperar en el futuro, y de unas necesidades de energía a esperar en el futuro.

ES 2 333 853 T3

17. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado** porque las regulaciones del nivel (P) de agua, se optimizan con respecto a la producción de energía.

18. Procedimiento según la reivindicación 17, **caracterizado** porque la optimización de la producción de energía, se realiza con ayuda de un modelo matemático.

19. Procedimiento según la reivindicación 18, **caracterizado** porque de la mano del modelo matemático, teniendo en cuenta la afluencia o desagüe actual y/o que se espera, y las necesidades de energía actuales y/o que se esperan, se determina el número óptimo de las unidades (2) turbina - generador o de los módulos (3) turbina - generador, a conectar o desconectar.

20. Procedimiento según la reivindicación 19, **caracterizado** porque de la mano del modelo matemático, se determina o tiene en cuenta la apertura o cierre precedentes de presas, diques, esclusas y en ciertos casos, la elevación de unidades (2) turbina - generador o de módulos (3) turbina - generador.

21. Procedimiento según la reivindicación 19 ó 20, **caracterizado** porque en el modelo matemático se tienen en cuenta adicionalmente, entradas del personal de servicio, valores experimentales acumulados, normas físicas generales, como por ejemplo, el caudal que se evapora o es absorbido por el suelo, etc., y datos meteorológicos actuales o previsibles, como por ejemplo, precipitaciones esperadas, predicción de temperatura, etc.

22. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizado** porque el nivel (P) del agua de la instalación (1) de contención se recaba durante un espacio de tiempo predeterminado, como por ejemplo, un año, y esta especificación se establece en especial como valor teórico para la regulación.

23. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 22, **caracterizado** porque la energía a producir se predetermina a lo largo de un determinado dominio de tiempo, de preferencia, de un día, y el nivel (P) de agua se regula de manera que se mantenga lo más exactamente posible el curso predeterminado de producción de energía.

24. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 23, **caracterizado** porque las unidades (2) turbina - generador o los módulos (3) turbina - generador, se levantan para dejar libre la sección de flujo.

25. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 24, **caracterizado** porque los niveles de agua de una o varias instalaciones de contención, se regulan desde un puesto centralizado de control.

26. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 25, **caracterizado** porque el valor teórico para el nivel (P) del agua se predetermina para un objetivo que no sirve para la obtención de energía, por ejemplo, para tráfico de barcos, irrigación, etc.

27. Procedimiento según alguna de las reivindicaciones 1 a 26, **caracterizado** porque en una instalación de contención, se emplean al menos 10, de preferencia de 20 a 500, unidades (2) turbina - generador que se pueden conectar o desconectar.

28. Instalación para la regulación del nivel (P) del agua de una instalación (1) de contención, de preferencia un muro de contención o una presa, con una multitud de unidades (2) turbina - generador que están dispuestas unas sobre otras y/o unas junto a otras, y unidas unas con otras, en uno o varios módulos (3) turbina - generador, y en ciertos casos, un determinado número de módulos (3) turbina generador están dispuestos unos junto a otros, y están apoyados en la instalación (1) de contención, estando previsto un dispositivo para la conexión o desconexión de unidades (2) turbina - generador separadas o de varias de ellas, o de módulos (3) turbina - generador, mediante el cual se puede regular al menos parcialmente el nivel (P) del agua de la instalación (1) de contención, y pudiendo ajustarse mediante la conexión o desconexión, el caudal circulante que fluye a través de la instalación de contención, en pasos discretos que corresponden al caudal circulante que puede fluir a través de una o varias unidades (2) turbina - generador.

29. Dispositivo según la reivindicación 28, **caracterizado** porque las unidades (2) turbina - generador que se pueden conectar, están diseñadas para un funcionamiento con caudal circulante en lo esencial constante, o con potencia constante.

30. Instalación según la reivindicación 28 ó 29, **caracterizada** porque el nivel (P) del agua se puede regular al menos parcialmente, mediante un dispositivo para la apertura o cierre de al menos una presa.

31. Instalación según alguna de las reivindicaciones 28 a 30, **caracterizada** porque la instalación (1) de contención presenta una multitud de pilares (4) entre los cuales puede circular el medio, estando dispuestas entre dos pilares (4) contiguos y apoyadas en los pilares (4), un número predeterminado de unidades (2) turbina - generador o de módulos (3) turbina - generador.

32. Instalación según la reivindicación 31, **caracterizada** porque el dispositivo para la conexión o desconexión de unidades (2) turbina - generador o de módulos (3) turbina - generador, está dispuesto integrado en las unidades o en los módulos, y está apoyado en los pilares mediante la unidad o el módulo.

ES 2 333 853 T3

33. Instalación según la reivindicación 32, **caracterizada** porque el dispositivo para la conexión o desconexión de unidades (2) turbina - generador o de módulos (3) turbina - generador, está apoyado directamente en los pilares.

5 34. Instalación según alguna de las reivindicaciones 28 a 33, **caracterizada** porque las unidades (2) turbina - generador y/o los módulos (3) turbina - generador, están dispuestos pudiendo subir y bajar.

35. Instalación según alguna de las reivindicaciones 28 a 34, **caracterizada** porque está previsto un puesto central de control desde el que se puede regular el nivel (P) del agua de una o varias instalaciones (1) de contención.

10 36. Instalación según alguna de las reivindicaciones 28 a 35, **caracterizada** porque la instalación (1) de contención es una presa para la regulación de una ruta navegable.

15 37. Instalación según alguna de las reivindicaciones 28 a 35, **caracterizada** porque la instalación (1) de contención es un depósito de agua potable.

38. Instalación según alguna de las reivindicaciones 28 a 35, **caracterizada** porque la instalación (1) de contención es una presa de irrigación.

20 39. Instalación según alguna de las reivindicaciones 28 a 35, **caracterizada** porque la instalación (1) de contención es un depósito de retención de avenidas.

40. Instalación según alguna de las reivindicaciones 28 a 35, **caracterizada** porque la instalación (1) de contención es una represa de una central eléctrica fluvial.

25

30

35

40

45

50

55

60

65

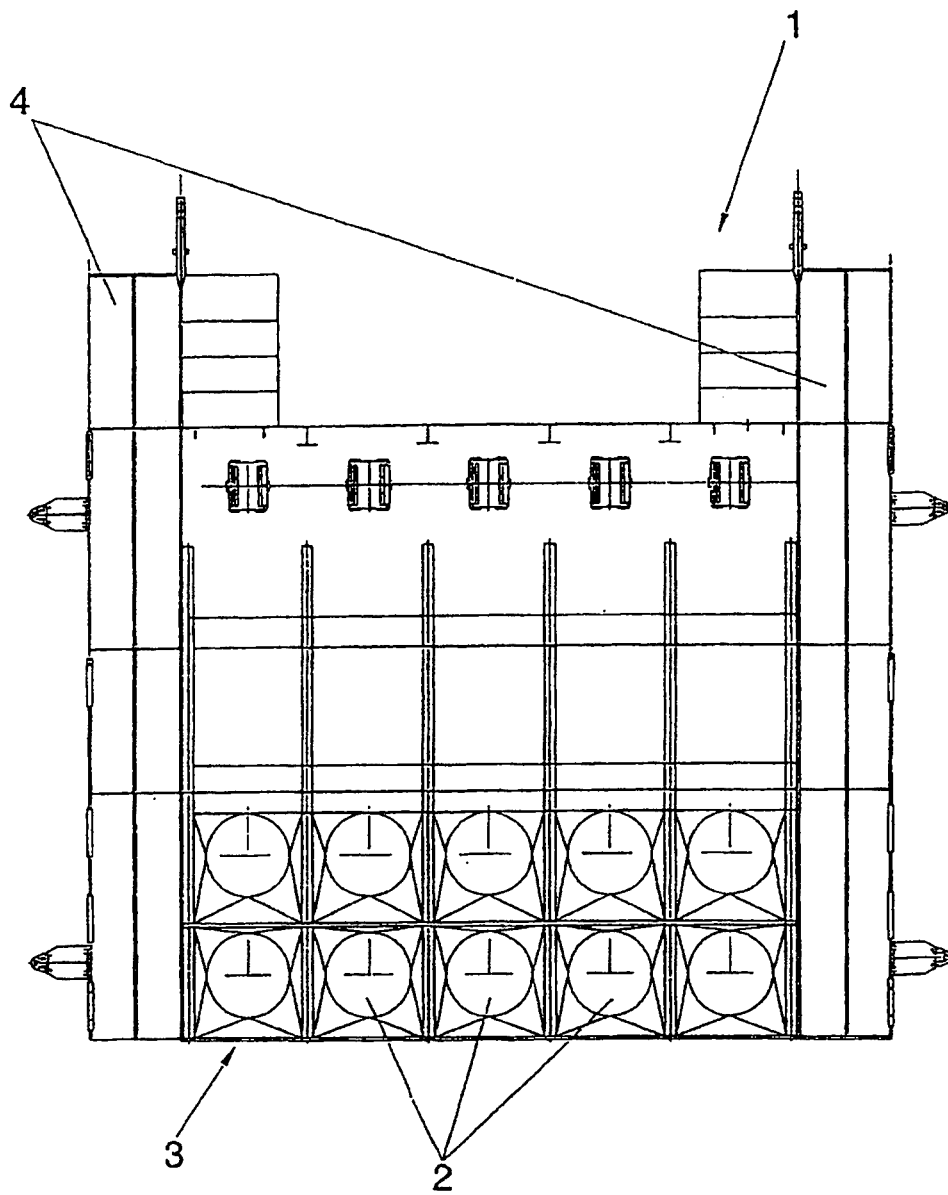


Fig. 1

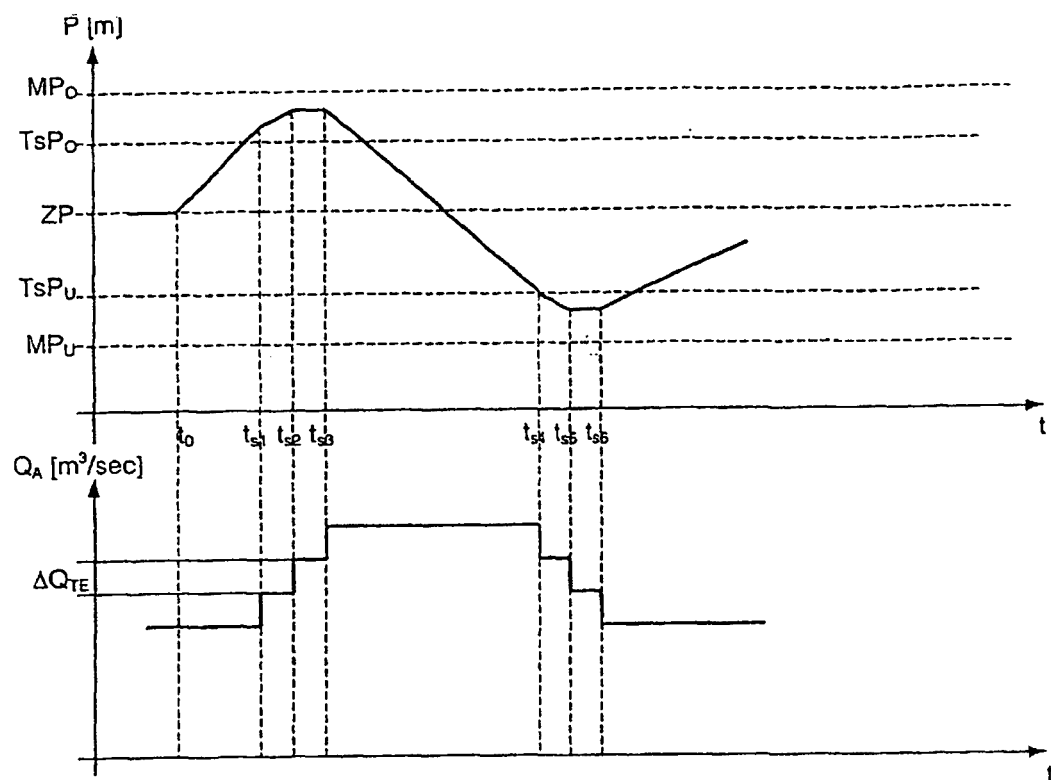


Fig. 2

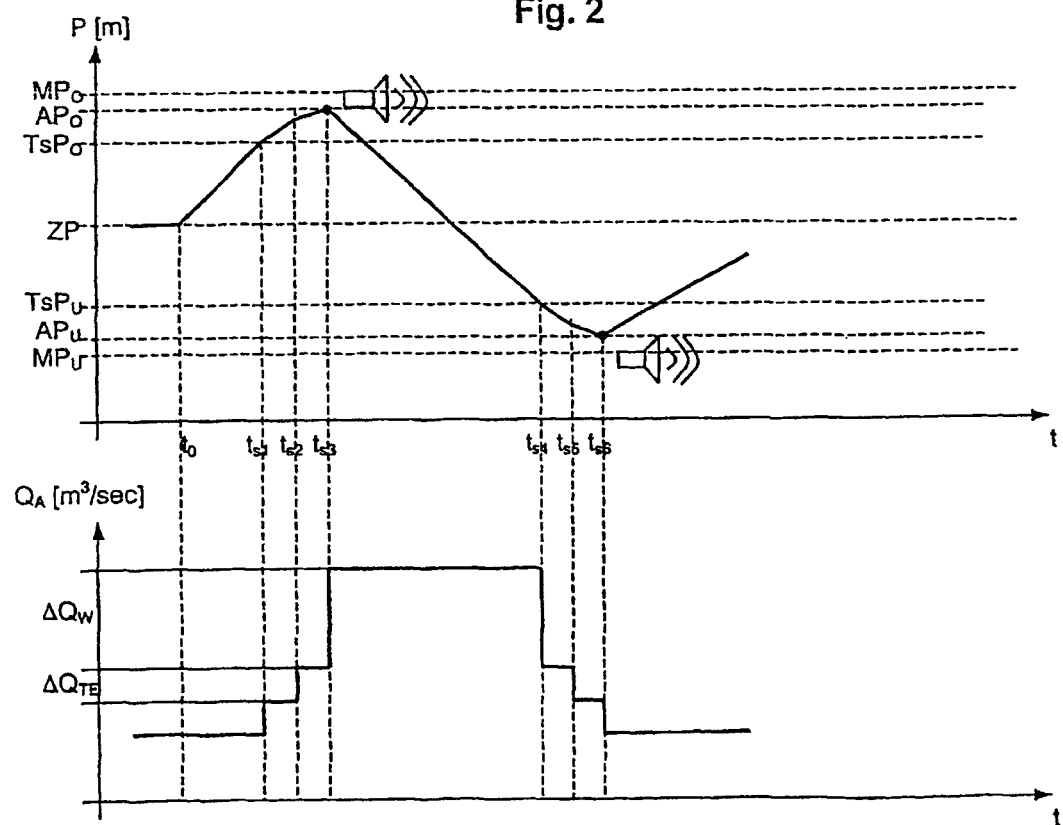


Fig. 3