



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 357 174**

51 Int. Cl.:
F03B 13/08 (2006.01) **E02C 1/00** (2006.01)
F03B 7/00 (2006.01) **F03B 15/08** (2006.01)
F03B 15/16 (2006.01) **F03B 3/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08447019 .4**
96 Fecha de presentación : **27.03.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **1975404**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.10.2008**

54 Título: **Sistema de recuperación de energía hidráulica.**

30 Prioridad: **27.03.2007 BE 2007/0152**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.04.2011

73 Titular/es: **Baldwin de Jonghe d'Ardoye**
Grand Plantis, 2
5500 Drehance, BE

72 Inventor/es: **De Jonghe d'Ardoye, Baldwin**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 357 174 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

El presente invento se refiere a un sistema de recuperación de energía hidráulica de al menos una parte de un caudal de agua que atraviesa una presa de regulación del nivel de agua de un canal aguas arriba de una esclusa.

De antiguo se conoce la utilización de la energía ligada a las diferencias entre niveles de agua, bien mediante presas o retenciones artificiales. Esta energía ha sido primeramente explotada en molinos de agua que tienen ruedas de álabes, y más tarde en las presas hidroeléctricas que tienen turbinas. Tales presas hidroeléctricas, que permiten la generación de energía eléctrica explotando una energía eminentemente renovable, suministran hoy día una proporción considerable de la energía eléctrica consumida en el mundo. No obstante, también tienen grandes inconvenientes. Con objeto de generar la energía eficazmente estas presas hidroeléctricas dependen por una parte de la existencia de un curso de agua con desniveles considerables, y por otra parte de obras importantes, y por lo tanto caras y que tienen un gran impacto medioambiental, con grandes superficies inundadas, bloqueo de las migraciones de peces, generación de metano por descomposición de la materia orgánica en los lagos formados por las presas, etc. Incluso a pequeña escala, las centrales hidroeléctricas están por tanto limitadas generalmente a regiones relativamente accidentadas y tienen costes tanto económica como ecológicamente no despreciables.

Por el contrario, en las regiones menos accidentadas los ríos y riachuelos son más bien utilizados como medios de transporte. En efecto, el transporte fluvial, aunque más lento que el transporte por carretera o por ferrocarril, permite el transporte de grandes masas y volúmenes de materiales con un coste comparativamente bajo y con un mucho menor consumo de energía. Sin embargo, incluso en las regiones poco accidentadas, la navegabilidad de los ríos y riachuelos debe a menudo estar asegurada con esclusas. Estas esclusas están implantadas a la derecha de una presa que crea un plano de agua o canal aguas arriba. Estas presas generalmente tienen medios móviles de contención, tales como compuertas de esclusa, para regular el nivel del agua.

También se utilizan esclusas para permitir a los navíos franquear las presas hidroeléctricas, como se ha explicado por ejemplo en la solicitud de patente británica GB 2.186.917A. No obstante, en tales sistemas la esclusa se ha instalado al mismo tiempo que, o después de, la presa hidroeléctrica. No permiten por tanto la utilización hidroeléctrica de las presas existentes que sirven para regular el nivel de agua de los canales aguas arriba de las esclusas.

Uno de los sistemas de recuperación de energía hidráulica según la técnica anterior es conocido por el documento ES 2.226.522. En la solicitud de patente estadounidense US 2004/0108731, se ha propuesto un procedimiento para la utilización de la energía eléctrica de un riachuelo o río navegable con al menos un sistema de salto del desnivel que tiene al menos una esclusa. Este procedimiento del estado de la técnica permite explotar el desplazamiento del agua durante el llenado y el vaciado de las esclusas instalando turbinas en los conductos de llenado y de vaciado de las esclusas. Sin embargo, tal procedimiento es difícilmente aplicable a las esclusas ya existentes sin efectuar trabajos caros y para lo que se precisa la puesta fuera de servicio temporal de las esclusas. Además, no explota más que el caudal de agua entre los canales aguas arriba y aguas abajo a través de la esclusa despreciando el caudal mucho más regular y considerable a través de la presa paralela a la esclusa en un río o riachuelo. Otras explicaciones tales como la contenida en la solicitud de patente británica GB 2412409 A, o en la solicitud de patente internacional WO 03/054385 A1 que propone la instalación de turbinas en partes de canales tales como los de una esclusa. Aunque más fáciles de poner en orden estas instalaciones tienen también el inconveniente de no servir más que para explotar el caudal de agua limitado e intermitente a través de la esclusa. En la patente estadounidense US 4.345.159 se explicó un sistema que tiene turbinas en la presa de regulación de nivel del canal aguas arriba de una esclusa con objeto de explotar el caudal de agua que atraviesa la presa. No obstante, el diámetro de las turbinas está limitado por la poca profundidad aguas abajo de la presa.

Este inconveniente fue tratado en la patente británica GB 171.773 por un sistema de recuperación de la energía hidráulica de al menos una parte de un caudal de agua que atraviesa una presa de regulación del nivel de agua de un canal aguas arriba de una esclusa, que tiene al menos una rueda de álabes y al menos un generador eléctrico. Aunque las ruedas de álabes tienen ventajas considerables para explotar tal caudal de agua de poca profundidad, la transmisión mecánica entre las ruedas de álabes y los generadores eléctricos tiene varios inconvenientes, siendo el primero el de las grandes dimensiones de los engranajes, correas o cadenas necesarios para transmitir la potencia generada por las ruedas de álabes. En particular, cuando este sistema de recuperación de la energía hidráulica va a ser instalado en una presa ya existente las dimensiones de las transmisiones van a limitar la anchura de las ruedas de álabes y por tanto a limitar la energía hidráulica que puede ser recuperada. Otro inconveniente importante es la relación de transmisión fija de tal transmisión mecánica. Dado que la velocidad de rotación de la rueda de álabes puede ampliamente variar según el caudal del curso de agua, tal relación de transmisión fija tendrá como consecuencia las mismas variaciones en la velocidad de los generadores eléctricos, lo que, por ejemplo, complica la conexión a la red.

El problema al que se refiere el invento es por tanto el de estudiar más específicamente la energía hidráulica de un riachuelo o río navegable que atraviesa una presa de esclusa, y esto sin tener que efectuar obras mayores tales como nuevas presas o desviaciones del curso de agua. Este problema está resuelto por una transmisión hidráulica que al menos tiene una bomba hidráulica acoplada a dicha rueda de álabes, al menos un motor hidráulico acoplado a dicha rueda de álabes, al menos un motor hidráulico acoplado a dicho generador eléctrico, un circuito hidráulico que une la bomba y el motor hidráulicos antes mencionados, y medios de regulación de la velocidad,

preferiblemente electrónicos, de dicho motor hidráulico, que permiten mantener una velocidad constante de dicho motor hidráulico con velocidades variables de la rueda de álabes. Gracias al menor volumen que ocupa esta transmisión hidráulica es posible utilizar una parte bastante mayor de la energía cinética y/o potencial del caudal de agua normalmente vertido por la presa de regulación en paralelo a la esclusa sin realizar obras de envergadura que necesitan, por ejemplo, el secado del lecho del río. La colocación del sistema de recuperación de energía puede efectuarse, por ejemplo, mediante una gabarra y grúas sin ser necesario cerrar o desviar el curso del río.

Además, una velocidad de salida constante, independiente de la velocidad de rotación de la rueda de álabes puede tener ventajas para la generación de energía eléctrica.

Una velocidad constante del motor hidráulico es particularmente ventajosa cuando el generador debe estar unido a una red de corriente alterna. Es posible generar directamente una corriente alterna con un alternador. No obstante, la frecuencia de una corriente alterna producida por tal alternador normalmente va a ser proporcional a la velocidad de rotación del motor hidráulico. Si esta velocidad es variable serán necesarios circuitos eléctricos complejos para convertir esta corriente de frecuencia variable en una corriente con la frecuencia de la red. Ventajosamente dicho generador puede por tanto ser un alternador, preferiblemente síncrono, y dicha velocidad constante puede corresponder a la frecuencia de una red eléctrica de corriente alterna a la que dicho alternador podría estar conectado.

La potencia de la rueda de álabes puede fácilmente ser superior a la de las bombas hidráulicas disponibles en el mercado. Con objeto de poder por tanto transmitir esta potencia sin recurrir a bombas especiales dicha transmisión hidráulica puede por tanto tener una pluralidad de bombas hidráulicas instaladas en paralelo en dicho circuito hidráulico y acopladas a dicha rueda de álabes. Una ventaja adicional de esta disposición es una mayor fiabilidad del sistema, ya que el fallo de una sola bomba hidráulica no significará el fallo de toda la transmisión hidráulica. Preferiblemente, la rueda de álabes puede estar acoplada a cada bomba hidráulica a través de un engranaje entre una corona dentada fijada en dicha rueda de álabes y un piñón fijado en el eje de accionamiento de cada una de dicha pluralidad de bombas hidráulicas. Esta solución permite la disposición de un gran número de bombas hidráulicas en una sola corona dentada. La corona podría estar dentada en el interior y/o en el exterior. También sería posible instalar una corona dentada a cada lado de la rueda de álabes.

Ventajosamente, un eje de dicha rueda de álabes está montado en al menos un brazo pivotante. Esto permite por tanto adaptar la altura de la rueda de álabes al nivel del agua con objeto de obtener un mejor rendimiento así como para poder sacar la rueda de álabes del agua para las operaciones de mantenimiento y también para dejar pasar los objetos arrastrados por el caudal de agua que podrían de otro modo bloquear la rueda de álabes. Para esto podría ser particularmente ventajoso si dicho brazo pivotante tuviera un gato, preferiblemente un gato hidráulico para levantar y/o descender dicha rueda de álabes.

El presente invento se refiere también a un sistema de salto del desnivel de un riachuelo o río navegable con al menos una esclusa, una presa de regulación del nivel del agua de un canal aguas arriba de la esclusa, y un sistema de recuperación de energía según el invento, en el que dicha presa tiene para la regulación del caudal de agua un conjunto de medios móviles de contención tales como compuertas de esclusa. Además de la regulación del nivel de agua del canal aguas arriba tales medios móviles de contención pueden también contribuir a la regulación de la recuperación de energía.

Ventajosamente uno de dichos medios móviles de contención está montado entre dos pilas de soporte, y dicho sistema de recuperación de energía está instalado de forma que esté soportado por al menos una de dichas pilas de soporte. De esta forma estas pilas ya existentes se utilizan para sostener el sistema de recuperación de energía y se puede evitar la construcción de nuevas cimentaciones para sostener las instalaciones del sistema de recuperación de energía.

Alternativa o complementariamente, al menos uno de dichos medios móviles de contención está formado por una cubierta de protección montada basculante sobre dicha rueda de álabes. Esto permite regular más fácilmente de forma conjunta el nivel del agua del canal aguas arriba y la recuperación de energía protegiendo al menos parcialmente la rueda de álabes.

El invento se refiere también a un procedimiento de regulación de tal sistema, en el que el sistema de recuperación de energía y la posición del conjunto de medios móviles de contención se regulan conjuntamente en función al menos del nivel de agua del canal aguas arriba. Esto permite maximizar el rendimiento del sistema de recuperación de energía haciéndole contribuir a la regulación del nivel del agua del canal aguas arriba.

A continuación se describen detalles relativos al invento de forma ilustrativa pero no restrictiva haciendo referencia a los dibujos.

La figura 1 ilustra una vista en planta de un sistema de salto del desnivel de un río navegable según un modo de realización del invento;

la figura 2 ilustra una vista de frente del mismo sistema de salto del desnivel;

la figura 3 ilustra una vista en sección en el sentido de circulación del agua del mismo sistema de salto del desnivel;

la figura 4 ilustra una vista en sección en el sentido de circulación del agua de un modo de realización alternativo;

5 la figura 5 ilustra una vista en sección en el sentido de circulación del agua de otro modo de realización alternativo; y

las figuras 6 y 7 ilustran la disposición de las bombas hidráulicas de la transmisión hidráulica en una corona dentada fijada sobre una rueda de álabes; y

10 las figuras 8 y 9 ilustran respectivamente una vista en sección y una vista superior de un engranaje con vástagos de madera acanalados tal que puede ser empleado en un modo de realización del invento.

En la figura 1 está ilustrado un río navegable con un sistema de salto 2 del desnivel entre un canal aguas arriba 3 y un canal aguas abajo 4. El sistema de salto 2 del desnivel tiene una esclusa 5 con una compuerta aguas arriba 6 y una compuerta aguas abajo 7 así como una presa 8 para la regulación del nivel de agua del canal aguas arriba 3.

15 Volviendo ahora a la figura 3, dicha presa 8 está formada por medios móviles de contención, en el caso particular de las compuertas de esclusa 9, instaladas entre las pilas de soporte 10. Las compuertas de esclusa 9 están fijadas de forma pivotante en estas pilas de soporte 10, de forma que pueden ser accionadas por los gatos 11 también soportados por las pilas de soporte 10.

20 La posición de las compuertas de esclusa 9 puede así ser regulada de forma que se mantenga un nivel de agua estable en el canal aguas arriba 3 y de esta forma asegurar su navegabilidad. Una embarcación que llega por el río navegable 1 al sistema de salto 2 del desnivel podrá así franquear el desnivel entre el canal aguas arriba 3 y el canal aguas abajo 4 en uno u otro sentido pasando por la esclusa 5.

Con objeto de utilizar la energía hidráulica del río se ha instalado un sistema de recuperación de energía en la presa 8 según un modo de realización del procedimiento del invento.

25 Entre cada par de pilas 10 se ha instalado una rueda de álabes 12 que ocupa el espacio entre las pilas 10 en prácticamente toda su anchura. Para esto es particularmente ventajoso fabricar las ruedas de los álabes 12 a partir de unos módulos 13 con una anchura determinada, como por ejemplo 1 metro. Así, a partir de módulos de una sola anchura, posiblemente fabricados en serie, se podrán fabricar ruedas de álabes 12 adaptadas a anchuras diferentes entre las pilas 10. Cada rueda de álabes 12 tiene un eje 14 montado rotatorio entre dos brazos pivotantes 15 que pueden ser accionados por gatos 16. Gracias a estos brazos pivotantes 15 la posición de la rueda de álabes 12 puede ajustarse en altura, de forma a adaptarla al nivel de agua o bien para dejar pasar cualquier objeto arrastrado por el río que pudiera perturbar la rotación de la rueda de álabes 12. Los gatos 16 pueden, por ejemplo, ser mandados para levantar automáticamente la rueda de álabes 12 en caso de disminución brusca de la rotación y descenderla una vez liberada del objeto inoportuno. La rueda de álabes 12 puede también ser levantada para trabajos de mantenimiento, como por ejemplo la reparación o sustitución de álabes dañados o en períodos de fuertes crecidas.

En los modos de realización ilustrados las ruedas de álabes 12 tienen también cubiertas de protección 17 para evitar las proyecciones de agua y la caída de objetos, animales o personas en ellas. Unas transmisiones hidráulicas permiten transmitir la rotación de las ruedas 12 hacia unos generadores eléctricos 18.

40 En el modo de realización ilustrado en las figuras 1, 2 y 3 los pivotes 19 de los brazos pivotantes 15 están situados aguas arriba de las ruedas de álabes 12, lo que permite situar éstas muy próximas a las compuertas de esclusa 9 y por tanto aprovechar la mayor velocidad de circulación del agua en esta posición. Sin embargo, es posible que las pilas 10 sean demasiado cortas para esta configuración. En este caso puede adoptarse una configuración invertida, tal como la ilustrada en las figuras 4 y 5, en la que las ruedas de álabes 12 están situadas aguas arriba de los pivotes 19 de los brazos pivotantes 15.

45 En el modo de realización ilustrado en la figura 5 la cubierta de protección 17 está montada basculante sobre el eje 14 de la rueda de álabes 12 y accionada por los gatos 21 de forma que pueda servir simultáneamente como medio móvil de contención del agua, sirviendo para regular el caudal de agua del canal aguas arriba 3. Si tal sistema de recuperación de energía hidráulica se instala en una presa 8 existente, con compuertas de esclusa 9, estas compuertas de esclusa 9 pueden bien ser desactivadas para regular el caudal de agua únicamente con las cubiertas de protección 17 basculantes o bien ser controladas conjuntamente con las cubiertas de protección 17 basculantes.

55 Un ejemplo de realización de la transmisión hidráulica del sistema según el invento está ilustrado en las figuras 6 y 7. Con objeto de permitir acoplar a la rueda de álabes 12 un número considerable de bombas hidráulicas 22 de impulsión rápida, ésta lleva a cada lado una corona dentada 23 que engrana unos piñones 24 fijados en los ejes de impulsión 25 de las bombas hidráulicas 22. Esta corona dentada 23 puede estar dentada hacia el interior y/o hacia el exterior. Alternativamente los dientes de la corona dentada 23 pueden estar formados por vástagos de

madera acanalados 26 que pueden estar engranados tanto en el lado interior como en el lado exterior de la corona dentada 23, como se ha ilustrado en las figuras 8 y 9.

Unas bombas hidráulicas 22 de impulsión rápida, como las ilustradas en las figuras 6 y 7, tienen su mejor rendimiento a aproximadamente 1.500 vueltas por minuto. La relación de multiplicación entre la rueda de álabes 12 y los ejes de impulsión 25 de las bombas hidráulicas 22 preferiblemente se escoge en función del diámetro de la rueda de álabes 12 y la profundidad y el caudal medios del curso de agua con el fin de obtener esta velocidad.

Por ejemplo, con una corona dentada 23 con 714 dientes y con los piñones 24 de 8 dientes cada uno se obtiene una relación de multiplicación de 89,25, lo que multiplicado por una velocidad de rotación típica de la rueda de álabes 12 de 18 vueltas por minuto resulta una velocidad de rotación de los ejes de impulsión 25 de las bombas hidráulicas 22 de 1.606 vueltas por minuto.

Puede haber más de 15 bombas hidráulicas 22 a cada lado de la rueda de álabes 12. Por ejemplo, en el modo de realización ilustrado en la figura 6, 20 bombas hidráulicas 22 son impulsadas por una corona dentada 23 de cada lado de la rueda de álabes 12. Estas bombas hidráulicas 22 están conectadas en paralelo en un circuito hidráulico 26 para accionar un motor hidráulico 27 conectado al mismo circuito hidráulico 26. La transmisión hidráulica dispone de medios de regulación de la velocidad de dicho motor hidráulico 27 que permiten mantener una velocidad constante del motor hidráulico 27 a velocidades variables de las bombas 22. Por ejemplo, el motor hidráulico 27 puede tener palas con ángulo variable y un controlador, por ejemplo electrónico, que permite variar el ángulo de estas palas con objeto de mantener una velocidad constante del eje de salida 28 del motor 27. Este eje de salida 28 puede ser acoplado o desacoplado a un eje de impulsión 29 del generador eléctrico 18 a través de un embrague 30.

El generador eléctrico 18 puede ser un alternador, preferiblemente un simple alternador síncrono. Como la velocidad del motor hidráulico 27 puede mantenerse constante, la frecuencia de la corriente alterna generada por tal alternador, puede también ser mantenida constante. Si esta frecuencia constante es la de la red eléctrica alimentada por el generador 18, por ejemplo una frecuencia de 50 Hz, será posible conectar el generador eléctrico 18 directamente a esta red sin tener que recurrir a circuitos complejos que de otro modo serían necesarios para adaptar la frecuencia de la corriente generada a la de la red.

Las posiciones de los brazos pivotantes 15, de las compuertas de esclusa 9 y/o de las cubiertas de protección 17 pueden también ser controladas por una primera regulación de la velocidad de rotación de las ruedas de álabes 12.

El sistema de salto 2 del desnivel puede tener además una escala para peces 20, como está ilustrado en la figura 1.

Como el sistema de recuperación de energía está sostenido por las pilas 10, puede instalarse fácilmente en una presa ya existente mediante una gabarra y grúas y sin necesidad de otras cimentaciones. El sistema de recuperación de energía puede también contribuir a regular el caudal de agua y por tanto al nivel del canal aguas arriba 3, y es por tanto ventajoso regularlo conjuntamente con la posición de las compuertas de esclusa 9. Entre los parámetros de funcionamiento del sistema de recuperación de energía que pueden regularse son, por ejemplo, la velocidad de rotación de las ruedas de álabes 12, su par de rotación, la potencia transmitida o la posición de los brazos pivotantes 15.

Aunque el presente invento ha sido descrito en referencia a ejemplos de realización específicos es evidente que se pueden efectuar diferentes modificaciones y cambios en estos ejemplos sin salirse del alcance general del invento tal como está definido por las reivindicaciones. En consecuencia, la descripción y los dibujos deben considerarse en un sentido ilustrativo más que restrictivo.

REFERENCIAS DE LAS FIGURAS

1. Riachuelo o río navegable
2. Sistema de salto del desnivel
3. Canal aguas arriba
4. Canal aguas abajo
5. Exclusa
6. Compuerta aguas arriba
7. Compuerta aguas abajo
8. Presa de regulación del nivel de agua del canal aguas arriba
9. Compuertas de esclusa
10. Pilas de soporte

	11.	Gatos
	12.	Ruedas de álabes
	13.	Módulos
	14.	Eje
5	15.	Brazos pivotantes
	16.	Gatos
	17.	Cubierta de protección
	18.	Generadores eléctricos
	19.	Pivotes
10	20.	Escala para peces
	21.	Gatos
	22.	Bombas hidráulicas
	23.	Corona dentada
	24.	Piñones
15	25.	Eje de impulsión
	26.	Circuito hidráulico
	27.	Motor hidráulico
	28.	Eje de salida
	29.	Eje de impulsión
20	30.	Embrague

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de recuperación de energía hidráulica de al menos una parte de un caudal de agua que atraviesa una presa (8) de regulación del nivel de agua de un canal aguas arriba (3) de una esclusa (5), teniendo dicho sistema de recuperación de energía al menos una rueda de álabes (12) y al menos un generador eléctrico (18), y **caracterizado porque** dispone además de una transmisión hidráulica que tiene al menos una bomba hidráulica (22) acoplada a dicha rueda de álabes (12), al menos un motor hidráulico (27) acoplado a dicho generador eléctrico (18), un circuito hidráulico (26) que une la bomba y el motor hidráulicos (22, 27), y medios de regulación de la velocidad, preferiblemente electrónicos, de dicho motor hidráulico (27) que permiten mantener una velocidad constante de dicho motor hidráulico (27) a velocidades variables de la rueda de álabes (12).
- 10 2. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicho generador eléctrico (18) es un alternador, preferiblemente síncrono, y dicha velocidad constante corresponde a la frecuencia de una red eléctrica de corriente alterna a la que dicho alternador puede estar conectado.
- 15 3. Sistema según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** dicha transmisión hidráulica tiene una pluralidad de bombas hidráulicas (22) instaladas en paralelo en dicho circuito hidráulico (26) y acopladas a dicha rueda de álabes (12), preferiblemente a través de un engranaje entre una corona dentada (23) fijada en dicha rueda de álabes (12) y un piñón (24) fijado en un eje de impulsión (25) de cada una de dicha pluralidad de bombas hidráulicas (22).
- 20 4. Sistema según una cualquiera de las anteriores reivindicaciones, **caracterizado porque** un eje (14) de dicha rueda de álabes (12) está montado en al menos un brazo pivotante (15), y preferiblemente entre dos brazos pivotantes (15).
- 25 5. Sistema según la reivindicación 4, **caracterizado porque** dicho brazo pivotante (15) tiene un gato (16), preferiblemente un gato hidráulico, para levantar y/o descender dicha rueda de álabes (12), especialmente en periodos de crecida.
- 30 6. Sistema de salto (2) del desnivel de un riachuelo o río navegable (1) con al menos una esclusa (5), una presa de regulación (8) del nivel de agua de un canal aguas arriba (3) de la esclusa (5), y un sistema de recuperación de energía según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicha presa (8) tiene, para la regulación del caudal de agua, un conjunto de medios móviles de contención tales como, por ejemplo, unas compuertas de esclusa (9).
- 35 7. Sistema según la reivindicación 6, **caracterizado porque** al menos uno de dichos medios móviles de contención está montado entre dos pilas (10) de soporte, y dicho sistema de recuperación de energía está soportado por al menos una de dichas pilas (10).
- 40 8. Sistema según una de las reivindicaciones 6 ó 7, **caracterizado porque** al menos uno de dichos medios móviles de contención está formado por una cubierta de protección (17) montada basculante sobre dicha rueda de álabes.
9. Procedimiento de regulación de un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, **caracterizado porque** el sistema de recuperación de energía y la posición del conjunto de medios móviles de contención están regulados conjuntamente en función de al menos el nivel de agua del canal aguas arriba (3).
10. Procedimiento de regulación de un sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** dichos medios de regulación de la velocidad mantienen una velocidad constante de dicho motor hidráulico (27), para que dicho generador eléctrico (18) produzca una corriente alterna con la misma frecuencia que la de una red eléctrica a la que dicho generador eléctrico (18) está conectado.

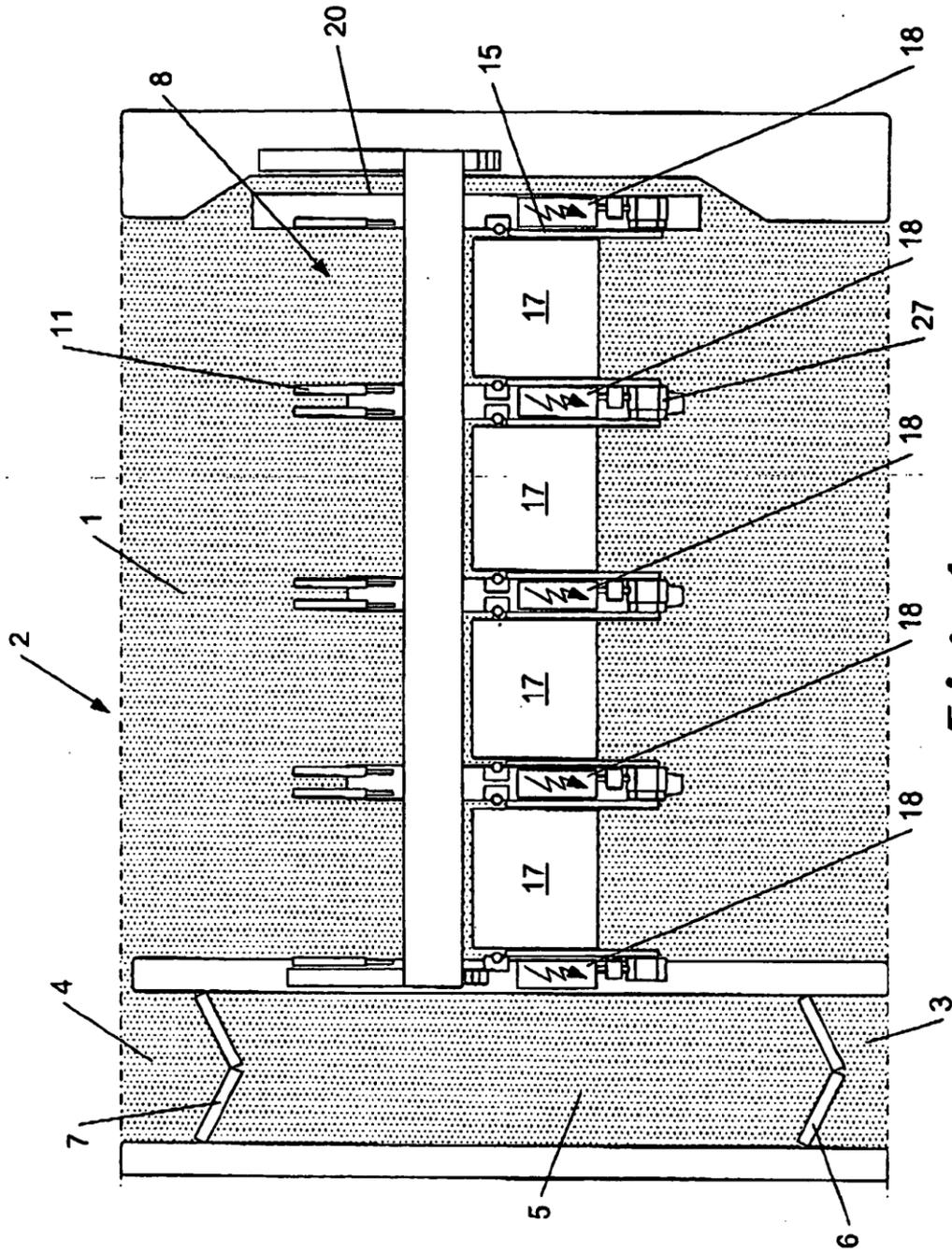
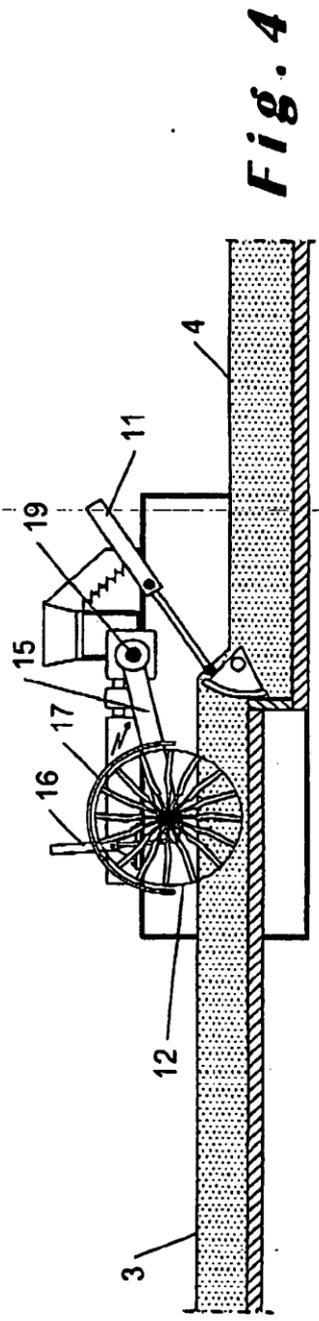
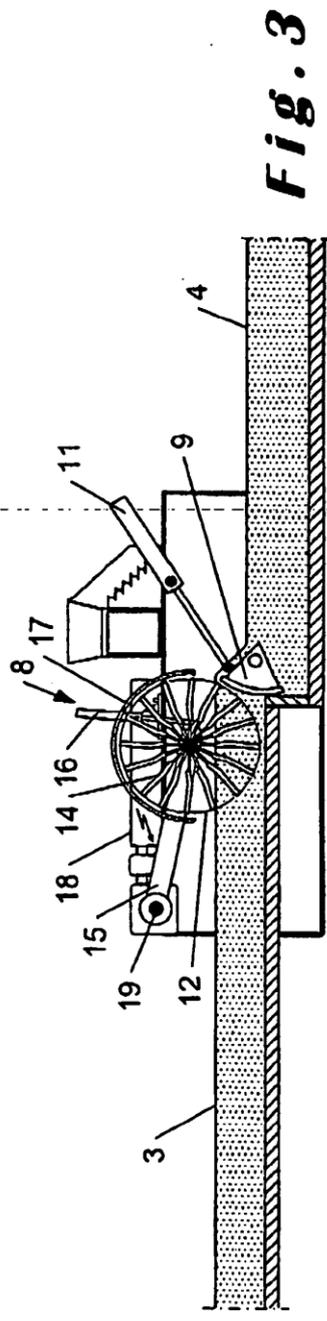
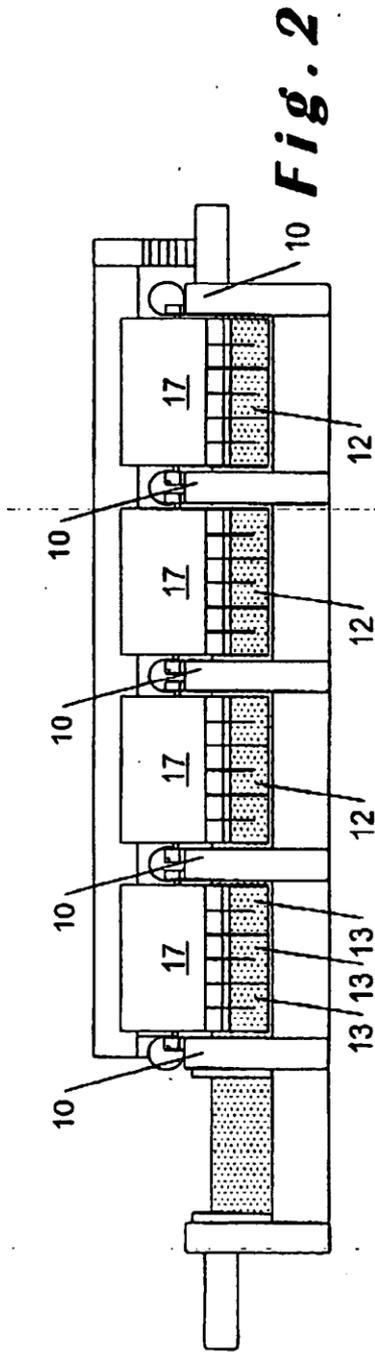


Fig. 1



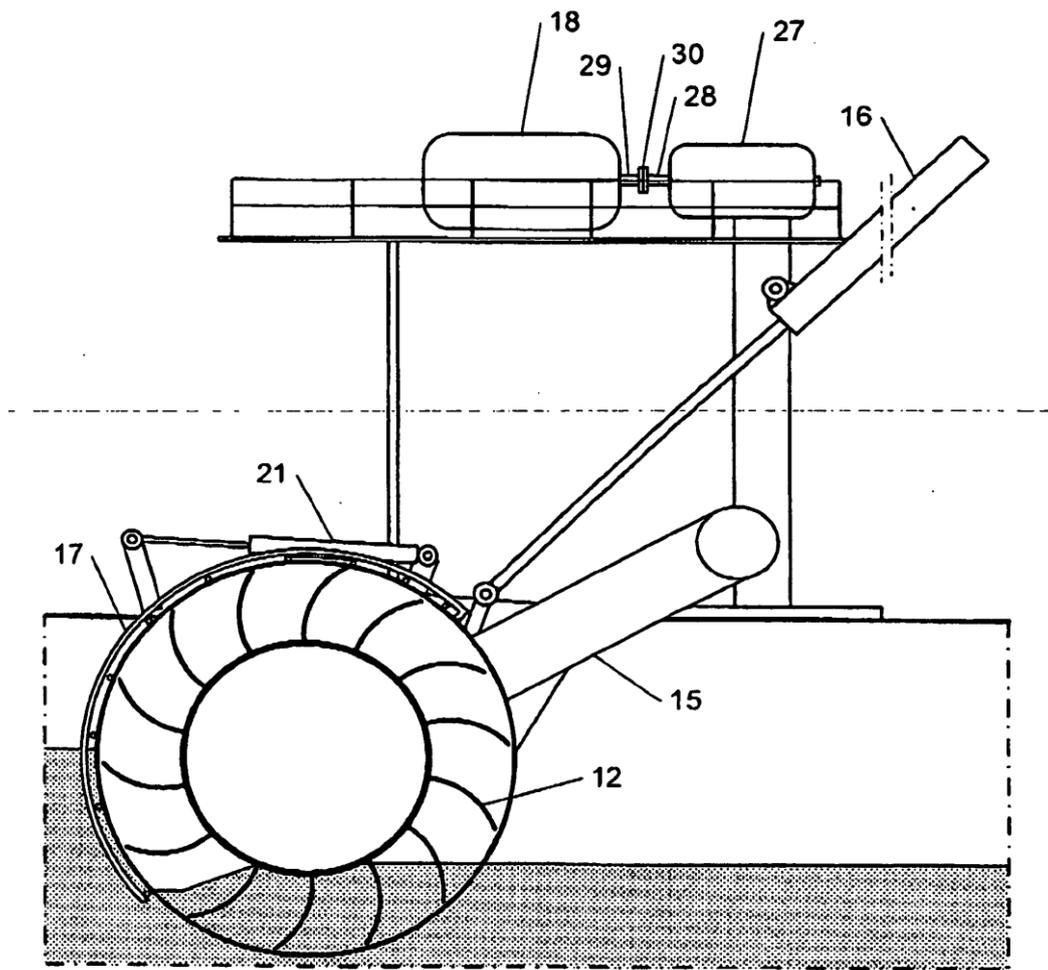


Fig. 5

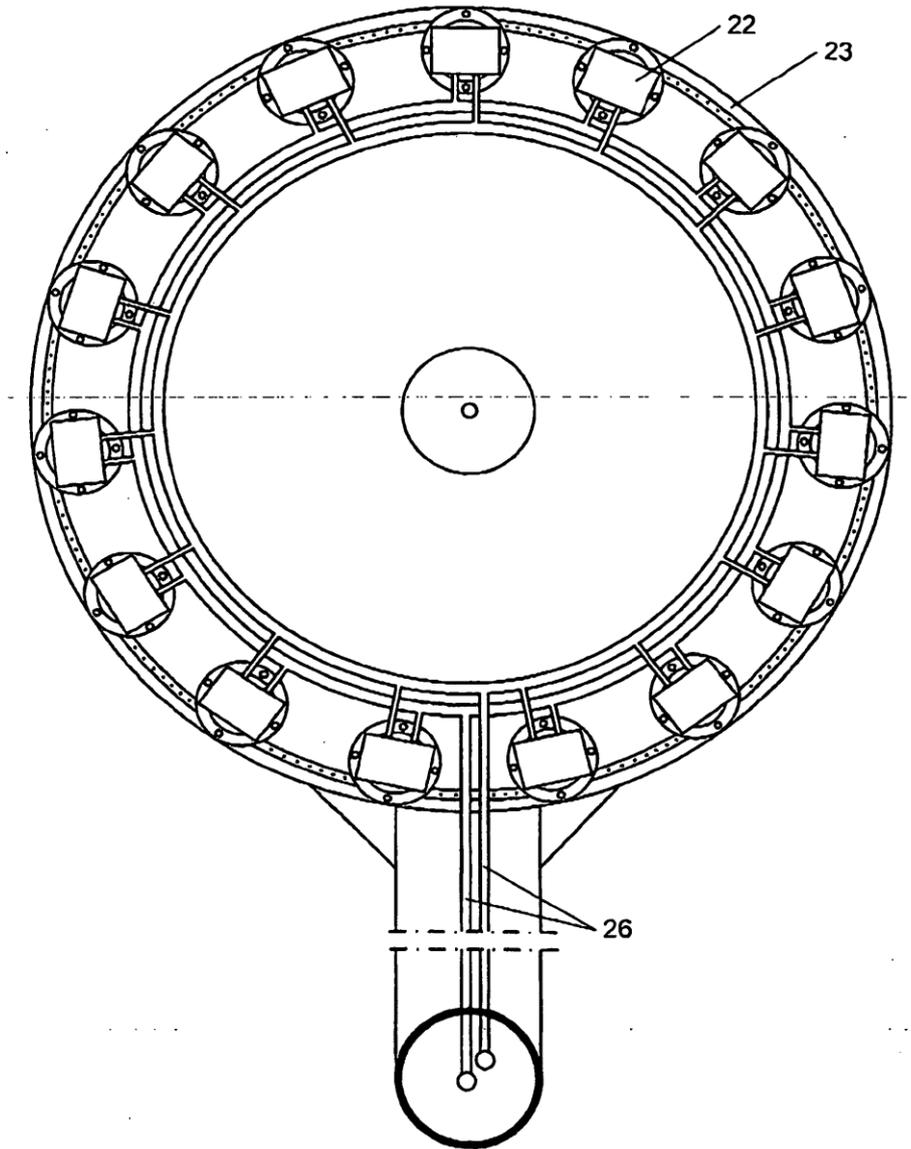


Fig. 6

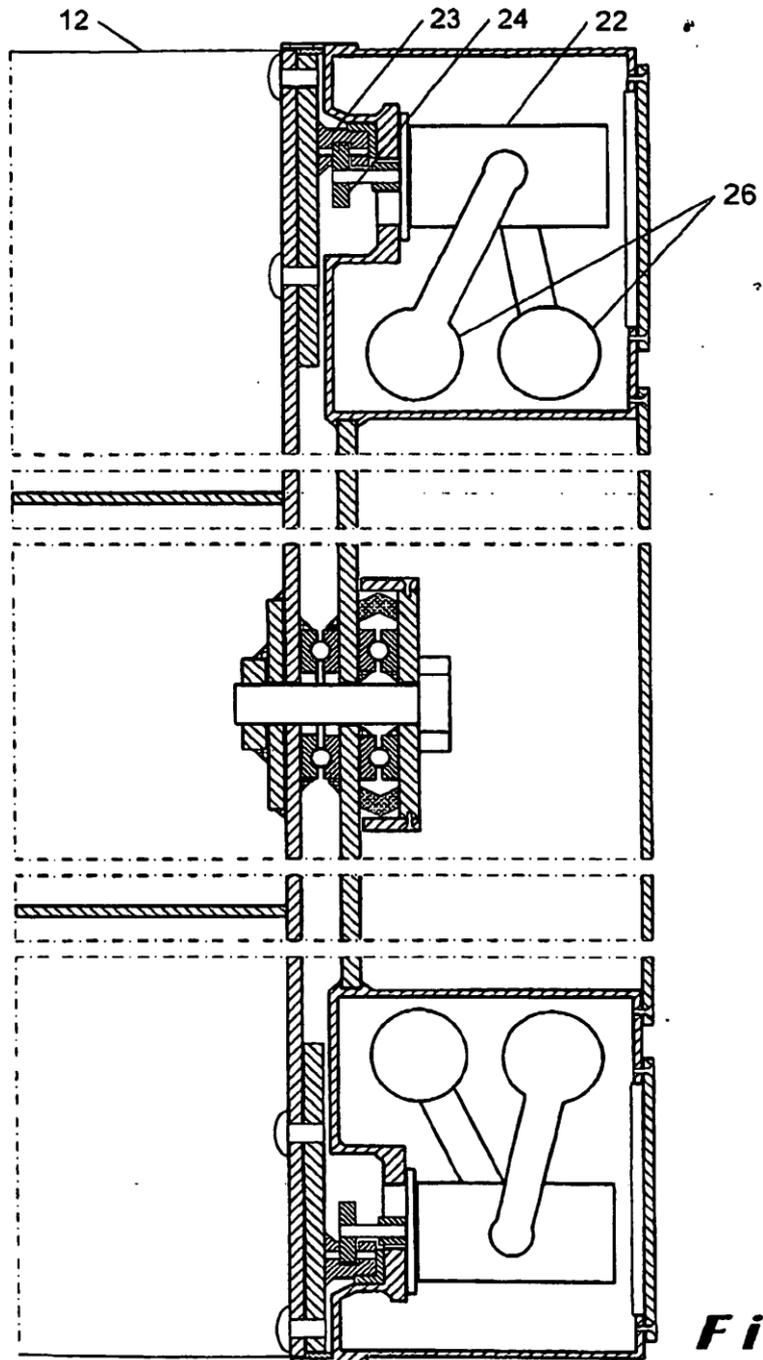


Fig. 7

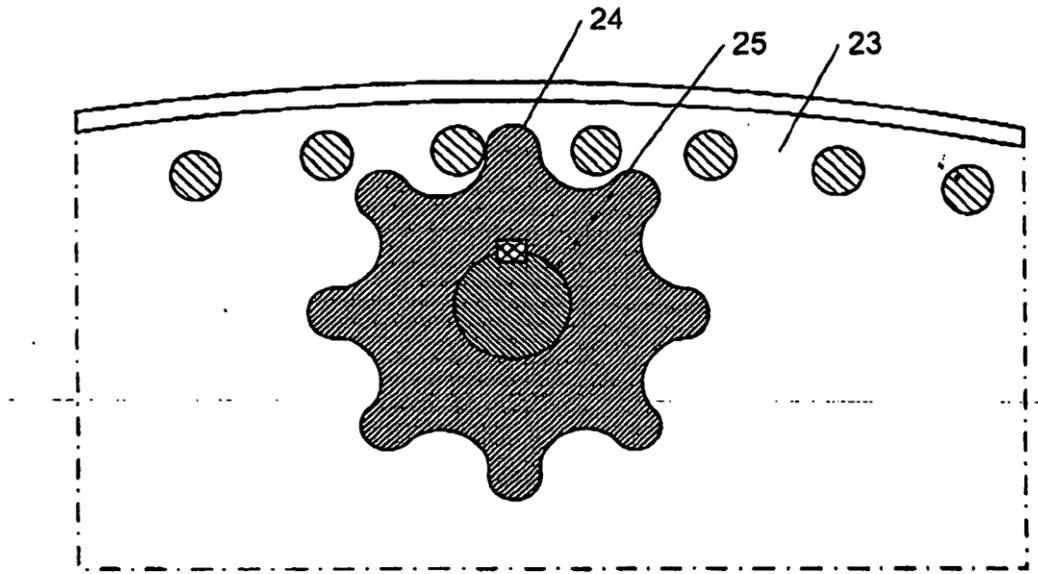


Fig. 8

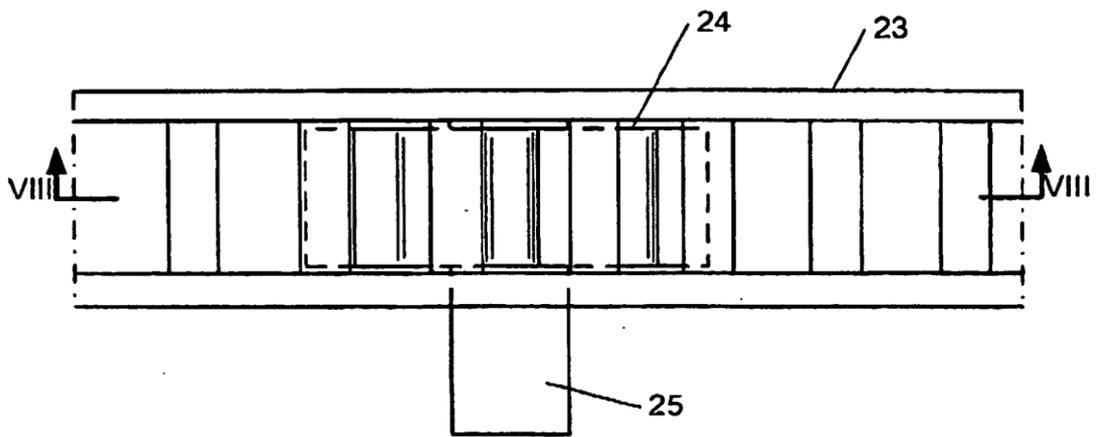


Fig. 9