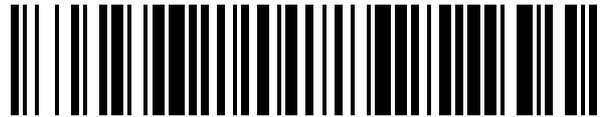


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 215 064**

21 Número de solicitud: 201830721

51 Int. Cl.:

E03B 3/06 (2006.01)
F04D 13/04 (2006.01)
F03B 17/02 (2006.01)
F03B 1/00 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

11.05.2017

43 Fecha de publicación de la solicitud:

04.07.2018

71 Solicitantes:

**UDIMA UNIVERSIDAD A DISTANCIA DE MADRID
(100.0%)
Vía de Servicio A-6, 15
28400 Collado Villalba (Madrid) ES**

72 Inventor/es:

**DÍAZ MARTÍN, Ricardo;
GAYA GONZÁLEZ, Lorenzo;
BATUECAS FERNÁNDEZ, Esperanza y
MAYOR DEL RÍO, Carlos**

74 Agente/Representante:

FUENTES PALANCAR, José Julian

54 Título: **Sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas sin aporte energético externo**

ES 1 215 064 U

DESCRIPCIÓN

Sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas sin aporte energético externo.

5 La presente invención tiene por objeto un sistema de bombeo hidráulico hacia la superficie de aguas de pozos y minas inundados de profundidad determinada sin consumo energético exterior, fundamentado en la posibilidad de accionar un conjunto turbina hidráulica-bomba de revolución aprovechando la energía potencial que supone el agua embalsada en una cota superior, lo que implica que el proceso de bombeo de parte de este agua con la bomba
10 se realice por transmisión de cantidad de movimiento rotativo desde la turbina.

El sistema está básicamente constituido por una turbina hidráulica tipo Pelton que se encuentra en una cota inferior de un punto de desagüe del nivel de agua embalsada utilizada como fuente de energía potencial, y una bomba centrífuga sumergida en un punto
15 del nivel de agua embalsada a drenar, situado en una cota superior del punto de desagüe anterior, estando ambas bombas conectadas por una transmisión mecánica vertical entre los correspondientes rodetes, de tal forma que el accionamiento de revolución de la turbina como consecuencia de la caída del agua desde el punto de desagüe, que es conducida hasta su inyección sobre las palas por un conducto o canalización diseñado al efecto, desde
20 donde sale hacia un cauce, pozo o depósito inferior, provoca la rotación del rodete de la bomba centrífuga y la succión del agua de la zona de drenaje superior, desde donde es canalizada hasta una instalación accesoria, como un depósito de superficie.

El sistema está concebido, y es donde destaca su especial utilidad, tanto con finalidad de
25 drenaje de aguas profundas, para conseguir que las aguas embalsadas, ya sean aguas de minas inundadas a cielo abierto, aguas retenidas en galerías y pozos mineros por los afluentes subterráneos, sean las mínimas posibles y realizarlo de la manera más controlada, como con finalidad de aprovechamiento energético de estas aguas, operando en circuito abierto de evacuación para almacenamiento de energía potencial en apoyo a centrales
30 hidroeléctricas reversibles u otras.

CAMPO TECNICO.-

El campo técnico en que se encuadra la presente invención es, por un lado, el de los
35 sistemas o instalaciones de bombeo de líquidos a nivel superior con autonomía optimizada adaptados a la recirculación de aguas profundas, caso particular de pozos y minas

inundados; y, por otro lado, el de las combinaciones de máquinas y motores de líquidos, caso particular de conjuntos turbina hidráulica-bomba.

ESTADO DE LA TÉCNICA.-

5

Toda explotación minera o explotación subterránea en general, se ubica en una cuenca hidrológica e hidrogeológica concreta y, en la mayoría de los casos, se desarrolla por debajo de los niveles freáticos de la zona. Por ello, las explotaciones constituyen puntos de filtraciones de aguas y de descarga de escorrentías superficiales y/o subterráneas, que en el caso particular de las minas dificulta o impide el trabajo de la explotación, y que en todos los casos pueden llegar a alterar los funcionamientos hidrológicos o hidrogeológicos de la zona.

10

Por eso dichas explotaciones exigen disponer desde el inicio del proyecto de un estudio hidrogeológico previo que permita la elección y diseño del sistema de drenaje y evacuación de aguas, teniendo en cuenta que las actividades de drenaje y desagüe en minería son de larga duración, ya que los trabajos se prolongan a lo largo de la vida de la mina (20-25 años o más) y seguirán durante la fase de abandono, una vez concluida la explotación.

15

Cabe recordar a este respecto que en Sudáfrica o en Sudamérica o Centroamérica y en numerosos otros países y regiones del mundo existen minas o explotaciones mineras abandonadas o aun en el funcionamiento, las cuales en parte se extienden a profundidades muy grandes, como por ejemplo a cotas de 2000 a 5000 metros por debajo del suelo. En estas minas o explotaciones mineras existen cavidades en diferentes niveles que se han llenado total o parcialmente de agua de manera natural.

25

El drenaje de los pozos y galerías de todas estas explotaciones subterráneas supone la gestión de las interferencias de la operación en la hidrosfera que tiene como objetivos:

30

- Minimizar la cantidad de agua en circulación en las diferentes áreas inundadas; y
- Aprovechamiento del agua embalsada en los pozos y galerías.

35

La gestión de ambos objetivos no solo comprende la implantación y operación de un sistema de drenaje adecuado a las condiciones de cada explotación, ya sea a cielo abierto o en el interior, como el desvío de cauces, galerías de drenaje, perforación de pozos de bombeo exteriores o interiores, métodos de desagüe en planos inclinados, etc., sino que también supone la implantación y operación de un sistema de recirculación del agua embalsada para su aprovechamiento con diferentes fines, todo lo cual pasa por la necesidad de bombeo del

agua hacia el exterior, con los consiguientes costes energéticos para el funcionamiento de las bombas de extracción.

5 La patente europea con número de publicación nacional ES2425548-T3, de fecha de solicitud 11/02/2011, divulga un sistema de gestión de líquidos subterráneo para minas, en particular aguas freáticas o aguas de superficie, por ejemplo, agua de lluvia, para la obtención y almacenamiento de energía, que aprovecha las cavidades ya presentes en una mina sin requerir medidas constructivas adicionales, a diferencia de un estado de la técnica
10 de energía en las que los depósitos acumuladores se preveían de manera predominantemente artificial y separada en el suelo. Tan solo el documento DE10361590-A1 proponía un depósito inferior de una central de acumulación por bombeo a partir de una instalación de pozo creada artificialmente. El referido sistema presenta una serie de depósitos formados por espacios vacíos de la mina en diferentes niveles conectados por un
15 conducto de circulación, un dispositivo de bomba para transportar el líquido a través del conductos desde el primer depósito al segundo y sucesivos, y una instalación de geotermia para la obtención de la energía para el funcionamiento de la bomba, y preferentemente también para el funcionamiento de otros componentes del sistema, es decir, para el consumo propio del sistema.

20 Si bien este sistema de recirculación del agua embalsada emplea una energía renovable como es la geotérmica, obtenida mediante el aprovechamiento del calor natural del interior de la tierra, requiere en todo caso de un aporte energético externo a través de una instalación que necesita de un mantenimiento independiente.

25 Sin embargo, la instalación de bombeo hidráulico reivindicado de invención no requiere para su funcionamiento de aporte energético externo, lo que en sí mismo es una ventaja justificativa de la patente, ya que aplica de manera ingeniosa al proceso de evacuación hacia la superficie de las aguas profundas de pozos y minas inundadas, los principios de los
30 sistemas hidráulicos de bombeo de líquidos a nivel superior con autonomía optimizada, es decir, que recuperan todo o parte del volumen del líquido en recirculación ascendente sin necesidad de energía adicional.

35 Estos sistemas hidráulicos se basan en el aprovechamiento de la energía potencial del agua embalsada a nivel superior transformable en energía cinética en su circulación a nivel inferior, para producir energía mecánica directamente utilizable en la elevación del flujo de agua a una cota por encima, incluso, de la de descarga.

El ariete hidráulico o bomba de ariete, inventado en 1796, es un ejemplo muy conocido de este fundamento. Se trata de una bomba hidráulica cíclica que utiliza la energía cinética de un golpe de ariete en un líquido de alimentación para elevar una parte de ese líquido a un nivel superior por encima del nivel de la superficie del volumen del líquido del que se extrae la alimentación, y sin necesidad del aporte de otra energía exterior.

La patente española número ES2398842-B1 divulga un generador de energía mecánica y/o eléctrica por medio de un circuito hidráulico que se sirve de la ayuda de un equipo de bombeo sin utilización de electricidad similar en funcionamiento a un dispositivo de ariete hidráulico. Este equipo de bombeo presenta un tubo de elevación de agua que descarga la misma en unos recipientes unidos mediante un eje giratorio a una noria o alternativamente una cadena que mueve una rueda dentada, cuyo eje se acopla a un generador eléctrico o alternativamente a un dispositivo que utilice la energía mecánica generada en dicho eje. El agua derramada por los recipientes sirve para alimentar de nuevo a equipo de bombeo en circuito abierto o cerrado.

Dichos principios hidráulicos se han aplicado también para mejorar el rendimiento energético de las minicentrales hidroeléctricas reversibles, que son plantas que tienen un doble funcionamiento de bombeo-turbinado, dando energía al turbinar el agua de un embalse superior y absorbiéndola al bombear desde otro inferior, pero que presentan como problema inherente a este tipo de instalaciones autónomas, el de su ineficacia energética, ya que la energía requerida para mantener una minicentral de este tipo en funcionamiento prácticamente se consume en el bombeo del agua al nivel superior, y se ha hecho mediante innovaciones focalizadas en diferentes medios de retorno del agua turbinada al nivel superior que permitan retornar en cada ciclo el mayor porcentaje posible sin aporte energético externo, incluido el proveniente de fuentes de energía renovables muy utilizada en el estado de esta técnica.

Un ejemplo lo tenemos con la patente ES2334750-A1, por "Minicentral hidroeléctrica reversible de alto rendimiento energético y nulo impacto ambiental", del mismo inventor que la de la presente solicitud, que pone a disposición un prototipo de minicentral hidroeléctrica reversible en la que el retorno del agua turbinada al embalse de acumulación superior se realiza a través de un sistema hidráulico de embolo alternativo, mediante ciclos de carga y descarga en depósitos inferiores de tipo cilindro-pistón con ayuda de un subsistema mecánico de palanca, que permite retornar al menos el 50% del agua que se ha turbinado en cada ciclo, lo que supone un alto rendimiento energético para este tipo de instalaciones.

Pues bien, los comentados fundamentos hidráulicos que han permitido desarrollar instalaciones de bombeo de líquidos a nivel superior minimizando la necesidad de consumo energético externo, pueden ser también aplicados en sistemas de drenaje o evacuación de líquidos retenidos en pozos profundos, como es el caso de las mismas inundadas de agua, aun cuando los embalses de agua de carga del sistema se encuentran por debajo del nivel del suelo.

Ya en el año 1972 mediante el modelo de utilidad ES170425-U se proponía una "Bomba eyectora para pozos profundos", constituida a partir de una bomba centrífuga situada en superficie, en combinación con un eyector o "Venturi" sumergido bajo el nivel del líquido del pozo de evacuación, con tubos de aspiración y presión coaxiales que comunican la bomba con el eyector en circuito cerrado, y con una ramificación de descarga desde la parte superior del tubo de presión. En el extremo superior ensanchado del "Venturi" el agua reduce su velocidad, pero aumenta la presión, subiendo por el tubo de aspiración hasta alcanzar el centro del rodete, punto en que parte del agua recibida es impulsada hacia el tubo de descarga y el resto vuelve otra vez al eyector por el tubo de presión estableciendo el circuito.

Lo que se propone ahora como sistema drenante de aguas de pozos y minas inundados, utilizando las galerías y pozos de las minas de interior, o perforando pozos de bombeo auxiliares, y/o conductos de desagüe en terraplenes de la mina, etc., lo que dependerá en cada caso del tipo de mina y orografía del terreno, es situar una turbina hidráulica tipo Pelton en una cota inferior de un punto de desagüe del volumen del agua profunda, utilizado como fuente de energía potencial, sumergir una bomba centrífuga en un punto del volumen del líquido profundo situado en una cota superior del punto de desagüe anterior, utilizada para la evacuación hacia la superficie exterior del agua del nivel superior, y establecer una conexión mecánica mediante un sistema de ejes de acople entre los rodetes de la turbina y bomba, de modo que el intercambio de cantidad de movimiento del agua que golpea con los alavés de la turbina, conducida hasta allí por un conducto de desagüe, se transmite a la bomba, que succiona y expulsa el agua de la zona de drenaje superior, consiguiendo un suministro de agua a presión constante que es convenientemente aprovechado.

Se trata en esencia de adaptar una máquina de líquidos, como es un grupo turbina-bomba con un accionamiento de revolución para bombeo hidráulico, a una utilización particular, como es en este caso la de recirculación de aguas profundas de explotaciones mineras.

Las adaptaciones de máquinas de líquidos, mediante combinaciones de máquinas o motores con aparatos accionados o que ellos accionan, son conocidas en el estado de la técnica aplicados al campo de la hidrogeología y la minería.

5 Un ejemplo lo tenemos con la patente de invención ES2400764-B1, solicitada en 2010, que propone un dispositivo turbogenerador para la generación de energía en la recarga de acuíferos, esencialmente constituido por un tubo cilíndrico abierto en sus extremos con una turbina hidráulica en su interior acoplada a un motor asíncrono sumergible, una válvula acoplada a uno de los extremos de dicho tubo cilíndrico para la apertura/cierre de paso de
10 fluido a través del mismo, con medios de accionamiento manipulables desde el exterior del dispositivo. El paso de fluido a través de la turbina hidráulica acoplada al motor asíncrono sumergible genera electricidad aprovechable para diversos usos; y en el caso de precisar de una extracción de fluido del propio acuífero, dicho motor sumergible suministrará energía eléctrica a la turbina de modo que se comporte como una bomba impulsora de fluido.

15

Más concretamente son conocidas las combinaciones mecánicas de turbina y bomba, por ejemplo, conjuntos turbina hidráulica-bomba centrífuga, como demuestra el objeto de la patente de invención del año 1983 con número de publicación ES522188-A1, referida a un sistema combinado de elevación de líquidos y producción de energía esencialmente
20 constituido por un dispositivo elevador y un dispositivo motor, que funciona mediante la elevación previa de un líquido desde un depósito situado a un determinado nivel por medio de una bomba o de otro mecanismo de elevación hasta otro depósito de regulación situado a una altura superior, que posteriormente pasa a ser utilizado por una máquina hidráulica de turbina situada a un nivel de depósito inferior.

25

Incluso la idea de establecer dicha combinación turbina-bomba por transmisión mecánica entre rodets no es algo nuevo a la vista de la patente ES2083894-A2 año 1992, por "Aparato y procedimiento para bombear líquidos". El aparato consta de dos cuerpos aislados entre sí en cuanto a la transmisión de fluido: uno que actúa como turbina (1), y otro que
30 actúa como una bomba centrífuga (2). El procedimiento consiste en hacer circular en circuito cerrado un fluido a través del cuerpo del aparato que actúa como turbina (1), transmitiendo la energía recibida al cuerpo que actúa como bomba (2), a través del eje común, de manera que, cuando el aparato está colocado dentro de un líquido, permite bombear el líquido como si fuese una bomba sumergible, sin que se originen problemas de cavitación.

35

Sin embargo, la novedad y complejidad del equipo hidráulico turbina-bomba que aquí se presenta para el drenaje y evacuación provechosa del agua estancada en el interior de

explotaciones mineras reside, dentro del conjunto de la instalación componente del sistema, en la particular transmisión de eje múltiple entre los rodetes de la turbina tipo Pelton y bomba centrífuga, y en los cálculos hidráulicos precisos para la obtención del rendimiento deseado de la bomba a nivel superior, basado en el número de inyectores de fluido sobre la
5 turbina y en la altura a que se encuentra la turbina del punto de descarga del chorro de agua a presión, según a continuación más en detalle se explica.

COMPENDIO DE LA INVENCION.-

10 El sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas sin aporte energético externo que se reivindica de invención, aplicable a explotaciones mineras o subterráneas en general que se encuentren anegadas o con embalsamientos de agua, ya sean túneles o pozos inundados, minas a cielo abierto o de interior, etc., que en cualquier caso requieran o
15 posibilite el drenaje o evacuación abundante de aguas, está esencialmente constituido por una combinación de turbina hidráulica tipo Pelton y bomba centrífuga mediante transmisión mecánica de eje múltiple entre los correspondientes rodetes, en la que la turbina se sitúa en una cota inferior determinada por una altura "H" de un punto de desagüe del volumen del agua profunda, utilizado como fuente de energía potencial, cuyo chorro incide sobre sus
20 palas o cucharas rotatorias conducido en caída libre a través de una tubería o galería de presión que termina en un número "N" de válvulas de aguja o inyectores, desde donde sale hacia un cauce, pozo o depósito inferior, y la bomba se sitúa sumergida en un punto del volumen del agua profunda situado en una cota superior del punto de desagüe anterior, utilizada para la evacuación hacia fuera del pozo o de la mina del agua del nivel superior de drenaje. De esta manera, el accionamiento de revolución del rodete de la turbina como
25 consecuencia del chorro de agua a presión que cae desde el punto de desagüe superior, se transmite a través del eje múltiple al rodete de la bomba centrífuga, provocando la succión del agua de la zona de drenaje, desde donde es canalizada hacia el exterior, bien a un cauce fluvial o hasta una instalación accesorio, como un depósito de superficie.

30 Este conjunto de componentes constitutivos del sistema, en particular, la turbina hidráulica, la tubería de presión y la transmisión mecánica vertical entre turbina y bomba, se instalan en el terreno aprovechando la propia infraestructura de la explotación minera, como los pozos, chimeneas o galerías de una mina de interior, o la ladera del valle en caso de minas de montaña, o bien construyendo infraestructuras específicas, como galerías de drenaje,
35 perforación de pozos, planos inclinados, etc., todo lo cual dependerá de la orografía del terreno y del tipo de pozo o mina.

En una realización preferente con vistas a la optimización del rendimiento de la bomba centrífuga en el drenaje del volumen de fluido necesario para mantener la altura de fluido desde la cota 0 de la superficie exterior, la turbina hidráulica debe situarse entre 200-300 m por debajo de la bomba, y ésta situarse en un punto por encima del nivel de drenaje de entre 5 30-50 m de la cota 0, sin importar que la misma pueda quedar inundada.

Como se ha dicho, la mayor complejidad del sistema reside en la transmisión Turbina-Bomba y en los cálculos hidráulicos precisos para la obtención del rendimiento deseado de la bomba drenaje.

10

La primera cuestión se resuelve mediante un eje múltiple de transmisión entre rodetes del conjunto turbina hidráulica-bomba centrífuga constituido por un eje horizontal de uno o varios tramos, a determinar, desde el rodete de la turbina, conectado mediante un sistema de piñones a 90° con un eje vertical de uno o varios tramos, también a determinar, hasta el rodete de la bomba, estando empalmados los sucesivos tramos mediante juntas tipo Cardán que permiten transmitir el movimiento de rotación de un eje al otro a pesar de una no colinealidad entre tramos, y quedando protegidos en toda su longitud en el interior de un tubo desmontable en partes perfectamente estanco.

20

Y en cuanto a la segunda cuestión, la de conseguir de los resultados deseados en el bombero del agua por encima del nivel de drenaje en las diferentes condiciones de operación, considerando que el rendimiento de la bomba centrífuga es función de la velocidad de giro angular " ω " del rodete de la turbina transferida al rodete de la bomba mediante el sistema de ejes múltiples de transmisión indicado, el rendimiento óptimo de la bomba puede conseguirse:

25

a) Variando la altura neta " H " de descarga del agua a alta presión, conforme a las siguientes relaciones:

30

$$V_{jet} = C_v \sqrt{2gH} \ ; \ \omega = V_{jet} / R \ ;$$

donde " R " es el radio de la turbina Pelton, " V_{jet} " es la velocidad de salida del fluido del inyector, " g " es la aceleración de la gravedad, " H " es la altura neta y " C_v " es el denominado coeficiente de velocidad, cuyo valor se encuentra en el intervalo 0,96 - 0,99; y/o

35

b) Variando el número " N " de inyectores de agua sobre la turbina, conforme a las siguientes relaciones:

$$V_{jet} = N / R \quad ; \quad \omega = V_{jet} / R \quad ;$$

donde "R" es el radio de la turbina Pelton y "Vjet" es la velocidad de salida del fluido del inyector.

5

Partiendo de que para el dimensionamiento de la turbina Pelton será necesaria la modificación del radio del rodete, se propone aumentar la velocidad del fluido a la salida de los inyectores aumentando la altura neta mediante elevación de la presión en el circuito; por ejemplo, valores de entre 400 a 1.000 bares de presión equivalentes aproximadamente a un salto de agua de entre 4.000 y 10.000 metros.

10

Para una determinada velocidad de giro angular de la rueda, se consigue un mayor diámetro de la turbina Pelton según la expresión

15

$$R = V_{jet} / \omega$$

Gracias a este aumento del diámetro de la turbina sería posible instalar un mayor número de inyectores que permiten al sistema adaptarse a las posibles cambiantes condiciones de operación.

20

Esta descarga de agua a alta presión permite utilizar una turbina Pelton con el diámetro suficiente como para conseguir el movimiento de los diferentes ejes de transmisión, con lo que se consigue optimizar el rendimiento de la bomba en todas las condiciones de operación posibles.

25

Mediante este sistema, con los elementos anteriormente descritos se obtiene un caudal diferencial elevado, con lo que se podría drenar un gran volumen de fluido desde una profundidad considerable. En concreto, se consigue drenar el agua de inundación a un nivel aproximado de 40 m bajo la cota 0 sacando el resto del caudal al exterior, o bien parte al exterior, y otra parte a un depósito de servicio instalado a nivel de la bomba en la infraestructura de la explotación, mediante una tubería de enlace con válvula de apertura-cierre desde el conducto de evacuación hacia el exterior; depósito de servicio desde el que se tira una segunda tubería o galería de presión hasta un grupo turbina hidráulica-generador de producción de energía eléctrica, que descarga el agua hacia el cauce, pozo o depósito inferior.

30

35

Teniendo en cuenta que la potencia obtenida por las turbinas Pelton de las centrales hidroeléctricas depende de la altura de la columna de agua y del caudal, se aprovecha la

energía producida en una tubería de presión implantada para mover una turbina que va asociada a una bomba rotativa que suministra a su vez un fluido a presión constante a un grupo turbina Pelton-generador.

- 5 Alternativamente, el agua drenada de la mina puede canalizarse hacia un depósito de superficie en forma de silo, con un conducto de descarga inferior con válvula de apertura-cierre y grupo de turbina-generador de producción de electricidad, pensado para aprovechamiento de la tarifa eléctrica en horas valle y pico, con el consecuente ahorro energético. Opcionalmente, a este depósito de superficie se puede recircular agua de
10 descarga de las turbinas almacenada en el pozo o depósito inferior de la mina mediante una bomba alimentada, por ejemplo, con otro tipo de energía renovable.

Con estas instalaciones accesorias, exceptuando la de bombeo opcional desde el depósito inferior a depósito de superficie, el sistema sigue siendo totalmente autónomo y adquiere la
15 doble función de evacuación de agua en evitación los problemas de inundación de las minas, y a la vez, en su salida, la de producción de electricidad.

De este modo, el sistema de producción de energía objeto de esta nueva turbina puede resultar unas características estructurales y funcionales muy ventajosas, adquiriendo vida
20 propia y carácter preferente para dicha función, obteniendo una producción eléctrica de gran calidad a bajo coste frente a las soluciones hidroeléctricas existentes, merced a la combinación del sistema de drenaje, objeto principal del sistema.

PLANOS Y DIBUJOS.-

25

Al final de la presente memoria descriptiva se incluyen las figuras indicadas a continuación con planos y dibujos del sistema hidráulico de recirculación de agua en cuestión:

La **figura 1** muestra una vista en alzado lateral de un corte esquemático de mina de interior
30 inundada en la que se han instalado los componentes esenciales del sistema: conjunto Turbina Pelton - Bomba de revolución con conexión de eje múltiple de transmisión, tubería de presión a la turbina, conducto de descarga de agua turbinada a depósito inferior, y conducto de bombeo de agua drenada hacia el exterior.

35 La **figura 2** muestra una vista en alzado lateral de los componentes por separado, con detalle de la estructura en tramos del eje múltiple de transmisión entre rodetes del conjunto turbina-bomba.

La **figura 3** muestra una vista en alzado lateral de la mina anterior con el sistema hidráulico básico complementado con el sistema secundario de depósito de servicio superior y tubería de presión a grupo turbina hidráulica-generador.

5

Por último, la **figura 4** es un esquema de la instalación del sistema con depósito de superficie de producción de electricidad incorporado.

FORMA DE REALIZACIÓN.-

10

Como se observa en el ejemplo gráfico de la **figura 1**, el sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas de explotaciones mineras que se pone a disposición del sector de la minera e infraestructuras bajo tierra, consta básicamente de un conjunto turbina hidráulica tipo Pelton (1) y bomba centrífuga (2) con transmisión mecánica de eje múltiple (3) entre los correspondientes rodets, en el que la turbina se sitúa en una cota inferior de un punto de desagüe (4) de un volumen del agua utilizado como fuente de energía potencial, que es conducida a la turbina a través de una tubería o galería de presión (5), de donde sale, una vez turbinada, a un depósito inferior de recogida (6), que puede ser también un pozo de la mina o un cauce inferior, mientras que la bomba se ubica sumergida en un punto del volumen del agua por encima del nivel de drenaje (7) situado en una cota superior del punto de desagüe anterior, de la que sale un conducto de evacuación del agua de este nivel hacia el exterior. Las alturas relativas entre cota 0 de la superficie exterior, bomba y turbina se establece en función del rendimiento óptimo de la bomba para la infraestructura de aplicación concreta, según ha sido explicado. Normalmente, la bomba centrífuga se posiciona a un nivel de 40 m por debajo del suelo, sumergida en la zona de drenaje, y la turbina a una distancia ente 200-300 m por debajo de la bomba.

25

En la **figura 2** se observa más en detalle la estructura del eje múltiple (3) de transmisión del conjunto turbina-bomba, constituido por un eje horizontal de uno o varios tramos desde el rodete de la turbina, conectado mediante un sistema de piñones a 90° (9) con un eje vertical de uno o varios tramos hasta el rodete de la bomba centrífuga, estando empalmados los sucesivos tramos mediante juntas tipo Cardán (10) por el interior de un tubo estanco (11) desmontable en partes.

30

El sistema puede complementarse, tal y se ve en la **figura 3**, con un depósito de servicio (12) instalado a la altura más o menos de la bomba centrífuga, para la recogida, mediante una tubería de enlace desde el conducto de evacuación de la bomba, de parte del caudal de agua drenada, con el fin de disponer de un volumen de carga de un grupo turbina hidráulica-

35

generador (14) de producción de energía eléctrica, al que llega a través de una segunda tubería o galería de presión (13), y desde donde, una vez turbinada, descarga en el depósito inferior (6)

- 5 La instalación de los componentes de este sistema de bombeo hidráulico en el terreno dependerá, como ya se ha dicho, de la orografía de la zona y del tipo de explotación subterránea de implantación. En el caso de una mina de interior, como la del ejemplo esquemático de las **figuras 1 y 3**, se pueden aprovechar pozos y galerías secas de la mina para instalar las turbinas y tuberías bajantes, e incluso aprovechar un pozo o galería inferior
- 10 como cauce o depósito de recogida, o bien construir infraestructuras accesorias para la instalación de estos componentes. En este sentido, los elementos de dichas figuras que muestran una vista en alzado lateral de un corte de la mina, deben interpretarse como situados en diferentes planos verticales del terreno, de modo que, por ejemplo, la tubería de descarga (5) estará en un plano anterior diferente del corte de galería inundada de agua,
- 15 penetrado la embocadura de desagüe en esta galería mediante un codo de la tubería en ángulo recto ocultado en las figuras. En todo caso, las tuberías se encuentran unidas a los depósitos y a la estructura encapsulada que alberga la turbina Pelton por medio de sendos apoyos, que aportan rigidez a las tuberías, evitando desplazamientos laterales.
- 20 El funcionamiento del conjunto turbina-bomba no requiere ningún tipo de energía externa salvo mando y control de una servo-válvula. Iniciado el proceso con apertura de una válvula de carga del tubo o galería de presión (5), se produce el accionamiento de revolución del rodete de la turbina Pelton (1) como consecuencia del chorro de agua a presión que cae desde arriba, de modo que la cantidad de movimiento generado en la rotación del rotor se
- 25 transmite íntegramente a través del eje múltiple (3) al rodete de la bomba centrífuga, provocando la succión del agua de la zona de drenaje por la diferencia de presión generada, desde donde es canalizada hacia el exterior, bien a un cauce fluvial o hasta la otra instalación accesoria constituida por el depósito de superficie (8) y un conducto de salida en la base del mismo con válvula de apertura-cierre y grupo turbina-generador () en su parte
- 30 inferior, con lo que se aprovecha el agua desalojada de los niveles superiores de la explotación para producir energía eléctrica.

Para el control del sistema, la instalación descrita cuenta con un sistema informatizado conectado al equipo en el que se puede monitorizar, permitiendo visualizar y hacer un

35 seguimiento remoto del funcionamiento de la unidad. El software de control, permite el control remoto y la monitorización del proceso. El paquete de software está diseñado para

ejecutarse en una computadora. El paquete incluye el programa de control y las librerías necesarias para la comunicación entre el computador y la planta.

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

REIVINDICACIONES

1. Sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas sin aporte energético externo, del tipo de sistema de bombeo de líquidos a nivel superior con autonomía optimizada, en la que se aprovecha la energía potencial de agua embalsada a una determinada altura para producir energía mecánica directamente utilizable en la elevación del flujo de agua a una cota por encima, incluso, de la de descarga, que ha sido adaptado para elevar aguas desde gran profundidad, como por ejemplo en pozos o minas inundados, **caracterizado** por estar constituido por una combinación de turbina hidráulica tipo Pelton (1) y bomba centrífuga (2) mediante transmisión mecánica de eje múltiple (3) entre los correspondientes rodetes, en la que, aprovechando la propia infraestructura de la explotación, como los pozos, chimeneas, galerías o laderas, o construyendo infraestructuras específicas, la turbina se sitúa en una cota inferior determinada por una altura "H de un punto de desagüe (4) de un volumen del agua profunda, utilizado como fuente de energía potencial, cuyo chorro incide sobre las palas o cucharas de la turbina conducido en caída libre a través de una tubería o galería de presión (5) que termina en número "N" válvulas de aguja o inyectores, desde donde sale hacia un cauce, pozo o depósito inferior (6), y la bomba se sitúa sumergida en un punto del volumen del agua profunda situado en una cota superior del punto de desagüe anterior, utilizada para la evacuación hacia fuera del pozo o de la mina del agua del nivel superior de drenaje (7), de tal forma que el accionamiento de revolución del rodete de la turbina como consecuencia del chorro de agua a presión que cae desde el punto de desagüe superior, se transmite a través del eje múltiple al rodete de la bomba centrífuga, provocando la succión del agua de la zona de drenaje, desde donde es canalizada hacia el exterior, bien a un cauce fluvial o hasta una instalación accesorio, como un depósito de superficie (8).

2. Sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas sin aporte energético externo, según reivindicación 1, **caracterizado** porque la turbina hidráulica (1) se sitúa entre 200-300 m por debajo de la bomba centrífuga (2), la cual se sitúa en un punto por encima del nivel de drenaje de entre 30-50 m de la cota 0 de la superficie exterior.

3. Sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas sin aporte energético externo, según reivindicaciones 1 y 2, **caracterizado** porque el eje múltiple (3) de transmisión entre rodetes del conjunto turbina-bomba está constituido por un eje horizontal de uno o varios tramos desde el rodete de la turbina, conectado mediante un sistema de piñones a 90° (9) con un eje vertical de uno o varios tramos hasta el rodete de la bomba centrífuga, estando empalmados los sucesivos tramos mediante juntas tipo Cardán (10), y quedando protegidos

en toda su longitud en el interior de un tubo desmontable en partes (11), perfectamente estanco.

5 4. Sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas sin aporte energético externo, según reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la optimización del rendimiento de la bomba centrífuga a las diferentes condiciones de operación, que es función de la velocidad de giro angular " ω " del rodete de la turbina transferida al rodete de la bomba mediante los ejes múltiples de transmisión, se consigue variando el número "N" de inyectores de agua sobre la turbina, conforme a las siguientes relaciones: $\omega = V_{jet} / R$; $V_{jet} = N / R$; donde "R" es el radio de la turbina Pelton y "Vjet" es la velocidad de salida del fluido del inyector.

10

15 5. Sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas sin aporte energético externo, según reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque la optimización del rendimiento de la bomba centrífuga a las diferentes condiciones de operación, que es función de la velocidad de giro angular " ω " del rodete de la turbina transferida al rodete de la bomba mediante los ejes múltiples de transmisión, se consigue variando la altura neta "H" de descarga del agua a alta presión, conforme a las siguientes relaciones: $\omega = V_{jet} / R$; $V_{jet} = C_v \sqrt{2gH}$; donde "R" es el radio de la turbina Pelton, "Vjet" es la velocidad de salida del fluido del inyector, "g" es la aceleración de la gravedad, "H" es la altura neta y "Cv" es el denominado coeficiente de velocidad, cuyo valor se encuentra en el intervalo 0,96 - 0,99.

20

25 6. Sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas sin aporte energético externo, según reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** por disponer un depósito de servicio (12) instalado a nivel de la bomba en la infraestructura de la explotación para la recogida, mediante una tubería de enlace (12) con válvula de apertura-cierre desde el conducto de evacuación hacia el exterior, de parte del caudal de agua drenada, desde el que se tira una segunda tubería o galería de presión (13) hasta un grupo turbina hidráulica-generador (14) de producción de energía eléctrica, que descarga el agua hacia el cauce, pozo o depósito inferior (6).

30

35 7. Sistema hidráulico de recirculación de aguas profundas sin aporte energético externo, según reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el depósito de superficie (8) de recogida del agua extraída es un conducto en forma de silo con un conducto de descarga inferior con válvula de apertura-cierre (15) y grupo de turbina-generador (16) de producción de electricidad.

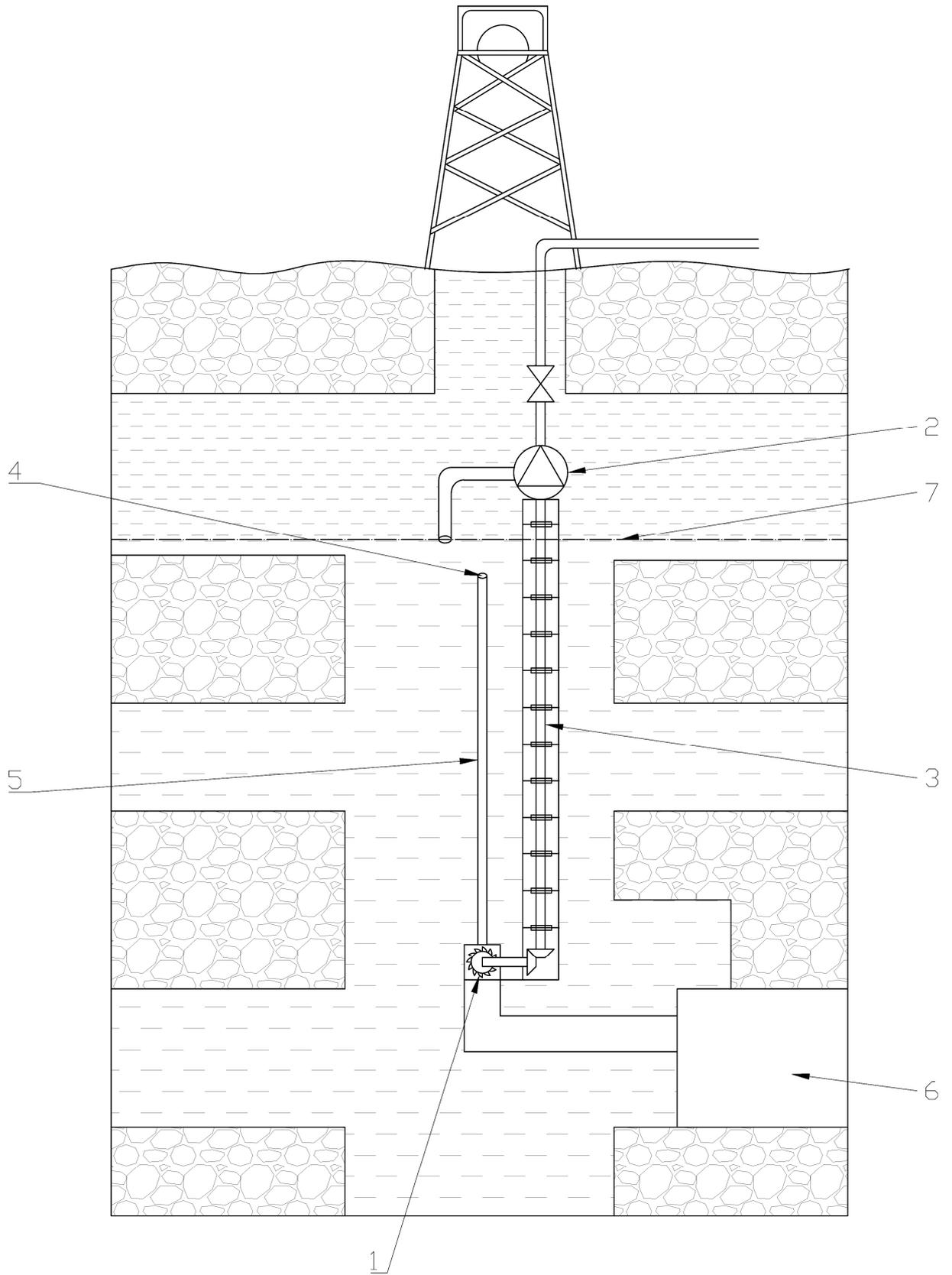


Fig. 1

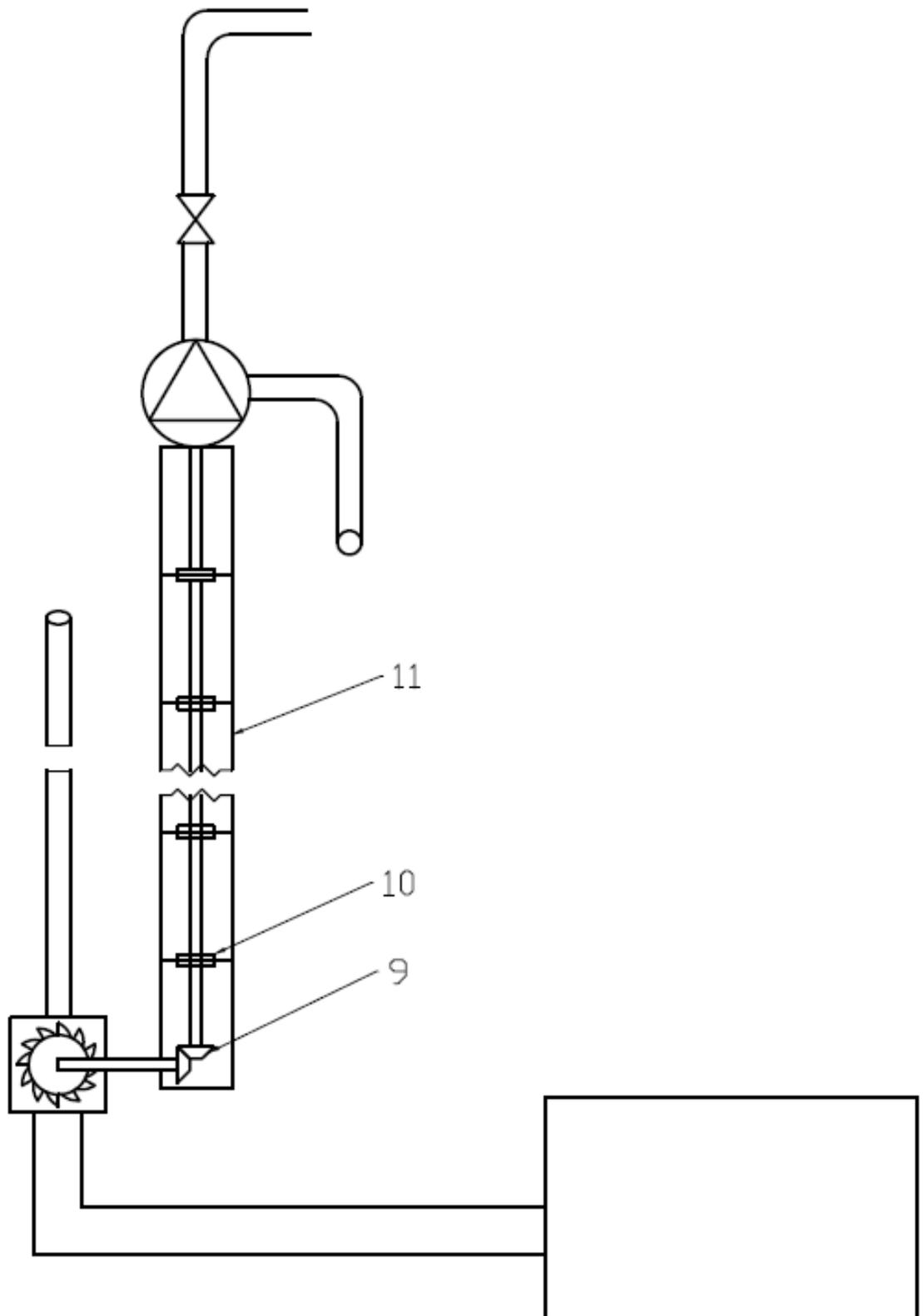
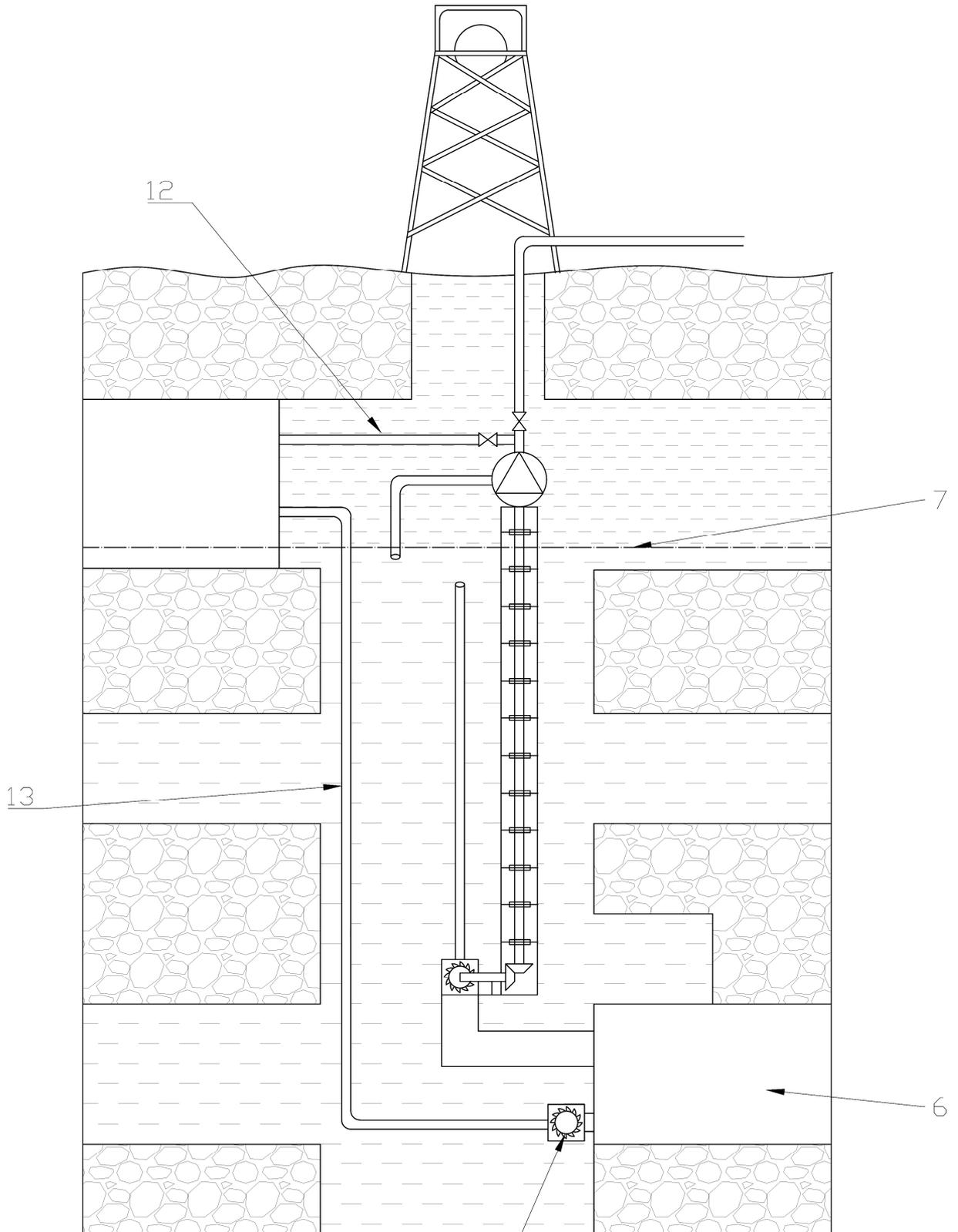


Fig. 2



14
Fig. 3

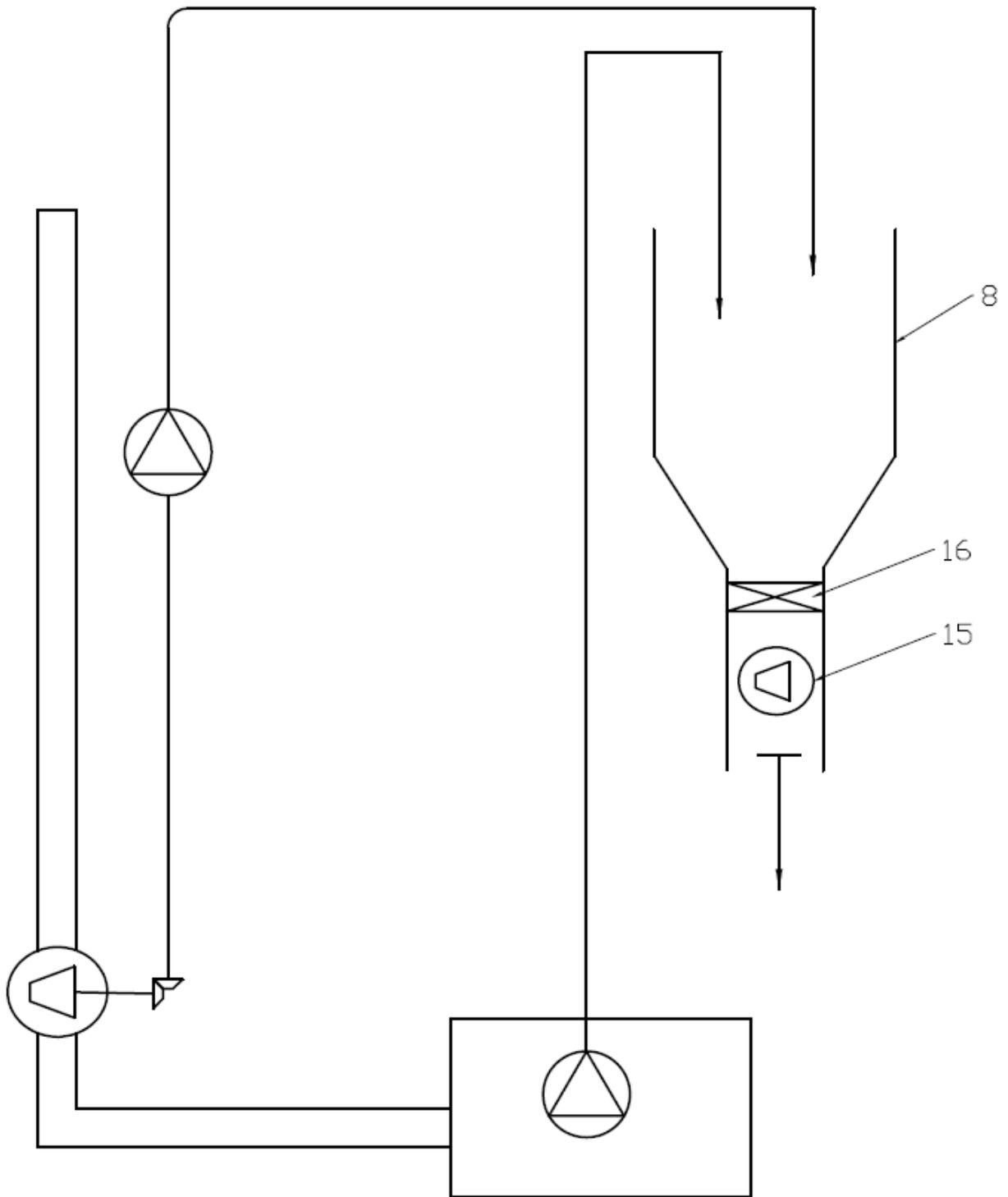


Fig. 4