

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 642 092**

(51) Int. Cl.:

E21B 44/00

(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.11.2005 PCT/SE2005/001790**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **15.06.2006 WO06062460**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.11.2005 E 05804656 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.07.2017 EP 1819899**

(54) Título: **Dispositivo y método para controlar parámetros de perforación**

(30) Prioridad:

10.12.2004 SE 0403009

(73) Titular/es:

**ATLAS COPCO ROCK DRILLS AB (100.0%)
701 91 Örebro, SE**

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

15.11.2017

(72) Inventor/es:

PETTERSSON, MARIA

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 642 092 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

5 Dispositivo y método para controlar parámetros de perforación

Campo de la invención

10 La invención se refiere a un dispositivo y a un método para controlar parámetros de perforación durante la perforación de roca.

Antecedentes de la invención

15 Una herramienta de perforación conectada a una máquina de perforación por medio de uno o más componentes de la sarta de perforación se utiliza a menudo en la perforación de roca. La perforación se puede realizar de varias maneras, por ejemplo, como perforación rotativa, en el que la herramienta de perforación es empujada hacia la roca usando alta presión y luego tritura la roca usando elementos de metal duro, por ejemplo, hechos de carburo de wolframio. Otra forma de realizar la perforación de rocas es utilizar máquinas de perforación de percusión, en las que la sarta de perforación está provista de un vástago de acero de perforación en el que un pistón impacta para transferir impulsos de impacto a la herramienta de perforación a través de la sarta de perforación y luego sobre la roca. El taladro de percusión se combina con una rotación de la sarta de perforación para lograr una perforación en el que los elementos de perforación de la broca golpean nueva roca en cada impacto (por ejemplo, no golpea un agujero generado por el impacto anterior), lo que aumenta la perforación eficiencia.

20 Un problema usando la perforación rotacional es que, en ciertas condiciones, la broca (los elementos de broca de la broca) pueden "quedarse atrapados" en la roca, con lo que la rotación de la broca se detiene al mismo tiempo que la sarta de perforación continúa rotando debido a la inercia del sistema. Esto da lugar a una oscilación de torsión en la sarta de perforación, que a su vez es la fuente de una fuerza de aflojamiento (soltado) que tiende a aflojar (soltar) las articulaciones de la herramienta de perforación y / o sarta de perforación y o máquina de perforación, pues estas uniones consisten usualmente de uniones roscadas que pueden desenroscarse por la fuerza de aflojamiento. Este aflojamiento de las uniones provoca la generación de calor perjudicial y daña las roscas.

30 Un dispositivo para controlar parámetros de perforación durante la perforación de roca de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 se conoce a partir del documento de Patente de EE.UU. US 5,449,047.

35 Objeto de la invención y sus características más importantes

Es un objeto de la presente invención proporcionar un dispositivo para controlar parámetros de perforación que resuelve el problema mencionado anteriormente.

40 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para controlar parámetros de perforación que resuelve el problema mencionado anteriormente.

45 Éstos y otros objetos se consiguen de acuerdo con la presente invención mediante un dispositivo para controlar parámetros de perforación como se define en la reivindicación 1 y por un método como se define en la reivindicación 3.

50 De acuerdo con la presente invención, los objetos anteriores se consiguen mediante un dispositivo para controlar parámetros de perforación durante la perforación de roca, en el que el dispositivo está dispuesto de tal manera que una herramienta de perforación se puede conectar a una máquina de perforación mediante uno o más componentes de sarta de perforación. El dispositivo comprende medios, por ejemplo, un motor de rotación, para hacer girar la herramienta de perforación durante la perforación y proporcionar un par de apriete para apretar las uniones entre uno o más del grupo: herramienta de perforación, uno o más componentes de la sarta de perforación y una máquina de perforación. El dispositivo está dispuesto para controlar la velocidad de rotación de la herramienta de perforación basándose en el par de apriete disponible. Esto tiene la ventaja de que, cuando el par de apriete que se requiere para mantener juntas las uniones depende de la velocidad de rotación, la velocidad de rotación de la sarta de perforación puede reducirse de tal manera que el par de apriete disponible también se convierta en un par de apriete suficiente para mantener juntas las uniones.

55 Ademáis, esto tiene la ventaja de que la presente invención está bien adaptada para la denominada perforación de arranque, o ensamblaje. Dado que se utiliza una fuerza de alimentación reducida durante la perforación de arranque, esto afecta también al par de apriete disponible, puesto que el par de apriete depende de la fuerza de alimentación. Por lo general, se ajusta una velocidad de rotación, que se ajusta a la presión de percusión durante la perforación completa, la cual, a su vez, usualmente se usa junto con la presión de alimentación utilizada durante la perforación completa. Esta velocidad de rotación se basará así en un par de apriete disponible determinado que es considerablemente mayor que durante la perforación de arranque, lo que aumenta el riesgo de que se produzca un

par de aflojamiento según lo anterior, pudiendo producirse daños en la sarta de perforación. Utilizando la presente invención, por otra parte, la velocidad de rotación se puede bajar y ajustar a un par de apriete disponible, lo que permite evitar el aflojamiento y los daños dependientes del mismo.

- 5 El par de apriete disponible se obtiene en función de la presión de rotación. Esto tiene la ventaja de que el par de apriete disponible se puede obtener de una manera sencilla.

El dispositivo puede comprender, además, medios de alimentación para presionar la herramienta de perforación contra una superficie, en donde el dispositivo puede además estar dispuesto para aumentar / disminuir el par de apriete disponible incrementando / disminuyendo la presión de alimentación.

10 El dispositivo está dispuesto para obtener la presión de rotación de forma continua y / o en determinados intervalos mediante la detección, monitorización, medición o cálculo y comparar la presión de rotación obtenida con la presión de rotación que se requiere a la velocidad de rotación actual de la herramienta de perforación y bajar la velocidad de rotación de la herramienta de perforación si la presión actual es menor que la requerida. La comparación puede realizarse utilizando una relación entre la presión de rotación requerida y la velocidad de rotación de la herramienta de perforación y / o mediante un acceso a tabla en una tabla que comprende una relación entre la presión de rotación requerida y la velocidad de rotación de la herramienta de perforación.

15 20 Esto tiene la ventaja de que en todo momento durante el proceso de perforación se puede asegurar que la velocidad de rotación no sea demasiado alta en relación con la presión de rotación.

25 El dispositivo puede, además, estar dispuesto para usar la presión de alimentación al controlar la velocidad de rotación.

30 35 La presente invención se refiere, además, a un método semejante al de la invención, por lo que se obtendrán ventajas correspondientes a las descritas anteriormente.

Otras ventajas se obtendrán mediante diversos aspectos de la invención y resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

35 La figura 1 muestra un ejemplo de una máquina de perforación en la que se puede utilizar la presente invención.

40 La figura 2 muestra un gráfico de la relación entre la presión de rotación requerida y la velocidad de rotación.

La figura 3 muestra un sistema de control de acuerdo con la presente invención.

45 Descripción detallada de realizaciones preferidas

En la figura 1 se muestra un aparato de perforación de rocas ejemplar 10 con el que puede utilizarse la presente invención. El dispositivo comprende una máquina de perforación 1 que, en funcionamiento, está conectada a una herramienta de perforación tal como una broca 2 por medio de una sarta de perforación 3 que consiste en uno o más componentes de sarta de perforación 3a, 3b, donde el componente de sarta de perforación más próximo a la máquina de perforación constituye un adaptador 4 dispuesto dentro de la máquina. La máquina de perforación comprende, además, un pistón percutor 5 que es móvil en vaivén en la dirección axial de la sarta de perforación 3. Durante la perforación, la energía se transfiere desde el pistón percutor 5 a la sarta de perforación 3 a través del adaptador 4 y luego de componente de la sarta de perforación en componente de la sarta de perforación y finalmente a la roca 6 por la broca 2.

A parte del hecho de que la broca 2 está sometida a impulsos de impacto, se la hace girar para que la broca golpee siempre la roca fresca, lo que aumenta la eficiencia de la perforación. La broca 2 se hace girar utilizando la sarta de perforación 3, que a su vez es girada por un motor 7 de rotación.

55 La máquina de perforación de roca 1 es, además, desplazable a lo largo de una viga de alimentación 8 por medio de un motor alimentador o cilindro de una manera convencional utilizando, por ejemplo, una sarta o cable para presionar en todo momento la máquina perforadora 1 hacia la roca 6 en todo momento. Con el fin de evitar que las articulaciones 3a, 3b de la sarta de perforación se suelten (aflojándose) durante la perforación, la máquina de perforación 1 comprende, además, un casquillo 11 que es empujado hacia el adaptador 4 por medio de un pistón y, de este modo, la sarta de perforación 3 de manera que la broca tendrá un mejor contacto con la roca 6 y, por ejemplo, no colgará libre en el aire cuando tenga lugar el impacto del dispositivo de percusión. El pistón 12 también se puede usar para amortiguar los reflejos de los impactos de roca de la broca 2.

60 65 Durante la perforación, se establece una velocidad de rotación para la sarta de perforación 3 y, por lo tanto, la broca

2. Es posible ajustar la velocidad de rotación de acuerdo con la frecuencia del dispositivo de percusión todo el tiempo, de tal manera que los elementos de broca de la broca terminen en una posición deseada todo el tiempo independientemente de la frecuencia del dispositivo de percusión. Por ejemplo, la broca puede, en un impacto siguiente, golpear en todo momento entre las posiciones de golpeo de un impacto previo.

5 El número de revoluciones, n , (es decir, la velocidad de rotación) requerido para obtener una indexación deseada, z , de la periferia de la broca (diámetro de broca D) se puede calcular a partir de la siguiente ecuación:

$$n = \frac{z}{\pi D} \cdot f \cdot 60[\text{rpm}],$$

10 donde f es la frecuencia de impacto. El número de revoluciones según la ecuación puede reducirse si el desgaste de la broca llega a ser demasiado grande. Por lo general, no hay cambio de velocidad al cambiar la presión de percusión, ya que la frecuencia de percusión sólo depende de la raíz cuadrada de la presión de percusión. En su lugar, se calcula un número de revoluciones de acuerdo con la ecuación anterior para la presión de percusión más alta que se utiliza y, por lo tanto, la frecuencia de percusión asociada.

15 Durante la perforación, el tamaño del par de rotación de la sarta de perforación es decisivo en cuanto a si las uniones de los componentes de la sarta de perforación serán lo suficientemente apretadas o no. Normalmente, la presión de rotación se utiliza para calcular el par rotacional. Sin embargo, si no se puede obtener un par de apriete suficiente utilizando la presión de rotación (el par de apriete requerido es afectado, además de la velocidad de rotación, también por la roca y la broca), se puede aumentar la fuerza de alimentación para obtener un par de torsión suficiente.

20 Durante ciertas condiciones, el par de apriete requerido no es suficiente para asegurar que las uniones de la sarta de perforación se aprieten, y las uniones por lo tanto pueden aflojarse.

25 De acuerdo con la presente invención, esto se resuelve reduciendo la velocidad de rotación de tal manera que se ajusta al par de apriete disponible.

30 Un ejemplo de una situación en la que el par de apriete puede no ser suficiente es, como se ha mencionado antes, durante la llamada perforación de arranque o ensamblaje. Es importante que el arranque se realice de manera correcta, ya que es cuando se determina la dirección del orificio. Tanto la incorrección en la dirección como la posible flexión dan lugar a una gran desviación que a su vez da como resultado una gran carga en el equipo de perforación y unas condiciones de voladura más difíciles.

35 Con el fin de obtener una perforación de arranque satisfactoria para asegurar que el agujero termina en una posición deseada y tiene una dirección correcta, se desea, entre otros, perforar la primera porción del agujero usando una fuerza de alimentación reducida para evitar que el acero de perforación se desliza sobre la superficie de la roca, que a menudo es desigual y heterogéneo, por ejemplo, debido a voladura anterior. Por consiguiente, durante la perforación de arranque no es posible aumentar arbitrariamente la fuerza de alimentación sin arriesgar el posicionamiento / dirección del orificio.

40 Para una máquina de perforación ejemplar, la presión de alimentación durante la perforación de arranque puede, por ejemplo, comenzar a 130 bares para aumentar a 200 bares durante la perforación completa. Cuando la perforación de arranque se realiza utilizando una velocidad de rotación de la sarta de perforación que se calcula sobre la base de la presión de alimentación más alta y, por lo tanto, una alta frecuencia de impacto, existe un riesgo sustancial de que la herramienta de perforación se atasque y, debido a la rotación de torsión mencionada previamente, se produzca un par de aflojamiento que es mayor que el par de apriete disponible, lo que puede dar como resultado el aflojamiento de las uniones con generación de calor perjudicial y daños en las roscas como consecuencia.

45 Durante la perforación de arranque no es necesario que la broca sea girada por una velocidad que se ajuste a una tasa de penetración óptima, es más importante que la perforación se realice de forma segura. En consecuencia, utilizando la presente invención, la velocidad de rotación se puede ajustar al par de apriete disponible.

50 En la Fig. 2, se muestra un gráfico del aumento de presión de rotación requerido en función de la velocidad de rotación. Como puede verse en el gráfico, existe una relación entre la presión de rotación (y por tanto el par rotacional) y la velocidad de rotación. p_{r0} denota la presión de rotación en vacío requerida para hacer girar la sarta de perforación cuando la broca no está en contacto con la roca y es, entre otras, causada por fricción en el motor, la caja de engranajes, etc. En el gráfico, el punto A denota la velocidad de rotación $n_{completa}$ y presión de rotación $p_{completa}$ que se determina para la máquina de perforación ejemplar a la presión más alta utilizada, por ejemplo, 200 bares. Como se muestra en la figura, esta presión de rotación es mayor que la presión de rotación $p_{arranque}$ que está disponible en la perforación de arranque, cuando la presión de alimentación máxima no puede ser utilizada sin riesgo de que surja un problema con la dirección / posición del orificio. Si así, $n_{arranque}$ se utiliza durante la perforación de arranque, hay un gran riesgo de que las articulaciones se aflojen con el problema anterior como resultado. Si, por otra parte, la velocidad de rotación se reduce a la que se indica por el punto B de la figura 2, la sarta de perforación

5 puede girar usando un par de rotación / apriete suficiente para mantener juntas las uniones, ya que la presión de rotación requerida es menor que la que está disponible. Como se muestra en la figura 2, la diferencia entre la presión en vacío y la presión de rotación a velocidad más alta puede ser de 20 bares. Sin embargo, esta presión es solamente ejemplar y puede, por supuesto, ser lo que sea apropiado para el equipo o equipos de perforación específicos en los que se va a implementar la presente invención.

10 En la figura 3 se muestra un sistema de control para controlar la velocidad de rotación. El sistema de control comprende una unidad de control 30 a la que pueden conectarse un sensor 31 para la presión del motor de rotación 7 y un sensor para la velocidad de rotación de la sarta de perforación. La velocidad de rotación de la sarta de perforación puede, por ejemplo, ser representada por el flujo a través del motor de rotación o puede obtenerse a través de la medición directa de la rotación de la sarta de perforación. Alternativamente, la velocidad de rotación puede ser representada por la tensión del motor de rotación. Una cierta tensión normalmente da como resultado una cierta velocidad de rotación, que a su vez da como resultado un cierto flujo. Midiendo la tensión, se puede estimar el flujo, lo que tiene la ventaja de que no es necesario un medidor de flujo para este fin. La unidad de control 30 puede estar dispuesta, además, para controlar un número de válvulas 33, 34 que, por ejemplo, pueden controlar el flujo a través del motor de rotación 7 y la presión de alimentación. Alternativamente, la unidad de control puede estar dispuesta para proporcionar valores a una unidad de control adicional, la cual a su vez controla varias presiones.

15 20 El control se realiza obteniendo la velocidad de rotación actual y la presión de rotación, por ejemplo, mediante medición, detección o monitorización. La presión de rotación medida se compara entonces con una relación predeterminada entre la presión de rotación y la velocidad de rotación, tal como se muestra en el gráfico de la figura 2. La comparación puede, por ejemplo, realizarse mediante una acceso a tabla, en la que se almacena la presión de rotación requerida para varias velocidades de rotación. Basándose en la comparación, puede controlarse el flujo a través del motor de rotación 7, y con ello la velocidad de rotación. En lugar de utilizar una tabla de búsqueda, una relación matemática entre la velocidad de rotación y la presión de rotación necesaria se puede utilizar para calcular la presión de rotación requerida.

25 30 Si la presión de rotación máxima no es suficiente para asegurar que las uniones de la sarta de perforación se mantienen juntas, la unidad de control puede aumentar la presión de alimentación para aumentar así la presión de rotación. Si, por otra parte, la presión de rotación ya está en un máximo, o si hay alguna restricción de la presión de alimentación, tal como, por ejemplo, durante la perforación de arranque, en cambio, se puede bajar la velocidad de rotación. La unidad de control puede controlar la presión de alimentación o bien controlando directamente una válvula 34 que controla el flujo y la presión al motor / cilindro de alimentación, o proporcionando valores a otra unidad de control que a su vez controla la presión / flujo al motor / cilindro de alimentación. Si la presente invención 35 se utiliza durante la perforación de arranque en la que la presión de percusión y la presión de alimentación transitan desde un primer nivel reducido hasta un nivel de perforación sustancialmente completo, la presión de alimentación disponible está cambiando todo el tiempo, con lo cual la velocidad de rotación también puede estar cambiando (aumentando) todo el tiempo de acuerdo con ello.

40 45 La presente invención se ha descrito anteriormente en relación con la perforación de arranque. La invención, sin embargo, también es aplicable en la perforación normal. Si, por ejemplo, la roca contiene una gran cantidad de grietas o si la dureza de la roca varía sustancialmente, pueden ocurrir situaciones en las que el par de apriete disponible no sea suficiente para asegurar que las uniones entre broca / componentes de la sarta de perforación / máquina de perforación se mantienen juntas. Utilizando el principio de control de acuerdo con la presente invención, la velocidad de rotación se reduce inmediatamente, de manera que el par de apriete requerido disminuye. Por ejemplo, la velocidad de rotación puede, en tal ocasión, reducirse a precisamente la velocidad de rotación que corresponde al par de apriete disponible.

50 La presente invención se ha descrito anteriormente con referencia a un tipo específico de máquina de perforación. La invención puede, por supuesto, ser utilizada en otros tipos de máquinas de perforación, por ejemplo, máquinas de perforación sin amortiguador y buje.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para controlar parámetros de perforación durante la perforación de roca, en el que el dispositivo está dispuesto de tal manera que una herramienta de perforación (2) se puede conectar a una máquina de perforación (1) por medio de uno o más componentes de sarta de perforación (3a, 3b), en el que el dispositivo comprende medios para hacer girar la herramienta de perforación (2) durante la perforación y para proporcionar un par de apriete para apretar uniones entre uno o más del grupo: herramienta de perforación (2), uno o más componentes de sarta de perforación (3a, 3b) y máquina de perforación (1), caracterizado por que el dispositivo está dispuesto para controlar la velocidad de rotación (n) de la herramienta de perforación (2) basándose en el par de apriete disponible, en el que dichos medios consisten en un motor de rotación (7), en el que el dispositivo está además dispuesto para:
- obtener el par rotacional disponible en función de la presión de rotación,
 - en continuo y / o en determinados intervalos, obtener la presión de rotación mediante detección con sensores, monitorización, medición o cálculo, y
 - comparar la presión de rotación obtenida con la presión de rotación que se requiere a la velocidad de rotación actual (n) de la máquina de perforación (1), y disminuir la velocidad de rotación (n) de la herramienta de perforación (2) si la presión actual es menor que la presión requerida.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado por que está dispuesto, además, para realizar la comparación usando una relación, por ejemplo, matemática, entre la presión de rotación requerida y la velocidad de giro (n) de la herramienta de perforación (2) y / o mediante una acceso a tabla, comprendiendo dicha tabla una relación entre la presión de rotación requerida y la velocidad de rotación (n) de la herramienta de perforación (2).
3. Método para controlar los parámetros de perforación durante la perforación de roca, en el que una herramienta de perforación (2) se puede conectar a una máquina de perforación (1) por medio de uno o más componentes de sarta de perforación (3a, 3b), en el que la herramienta de perforación (2) es girada durante la perforación y se proporciona un par de apriete para el apriete de las articulaciones entre uno o más del grupo: herramienta de perforación (2), uno o más componentes de sarta de perforación (3a, 3b) y máquina de perforación (1), caracterizado por la etapa de controlar la velocidad de rotación (n) de la herramienta de perforación (2) basándose en el par de apriete disponible, en donde el par rotacional disponible se obtiene como una función de la presión de rotación, comprendiendo, además, el método:
- en continuo y / o en determinados intervalos, obtener la presión de rotación mediante detección con sensores, monitorización, medición o cálculo, y
 - comparar la presión de rotación obtenida con la presión de rotación que se requiere a la velocidad de rotación actual (n) de la máquina de perforación (1), y disminuir la velocidad de rotación (n) de la herramienta de perforación (2) si la presión actual es menor que la presión requerida.
4. Método según la reivindicación 3, caracterizado por la etapa de realizar la comparación utilizando una relación, por ejemplo matemática, entre la presión de rotación requerida y la velocidad de rotación (n) de la herramienta de perforación (2) y / o mediante la consulta en una tabla que comprende una relación entre la presión de rotación requerida y la velocidad de rotación (n) de la herramienta de perforación (2).

Fig. 1

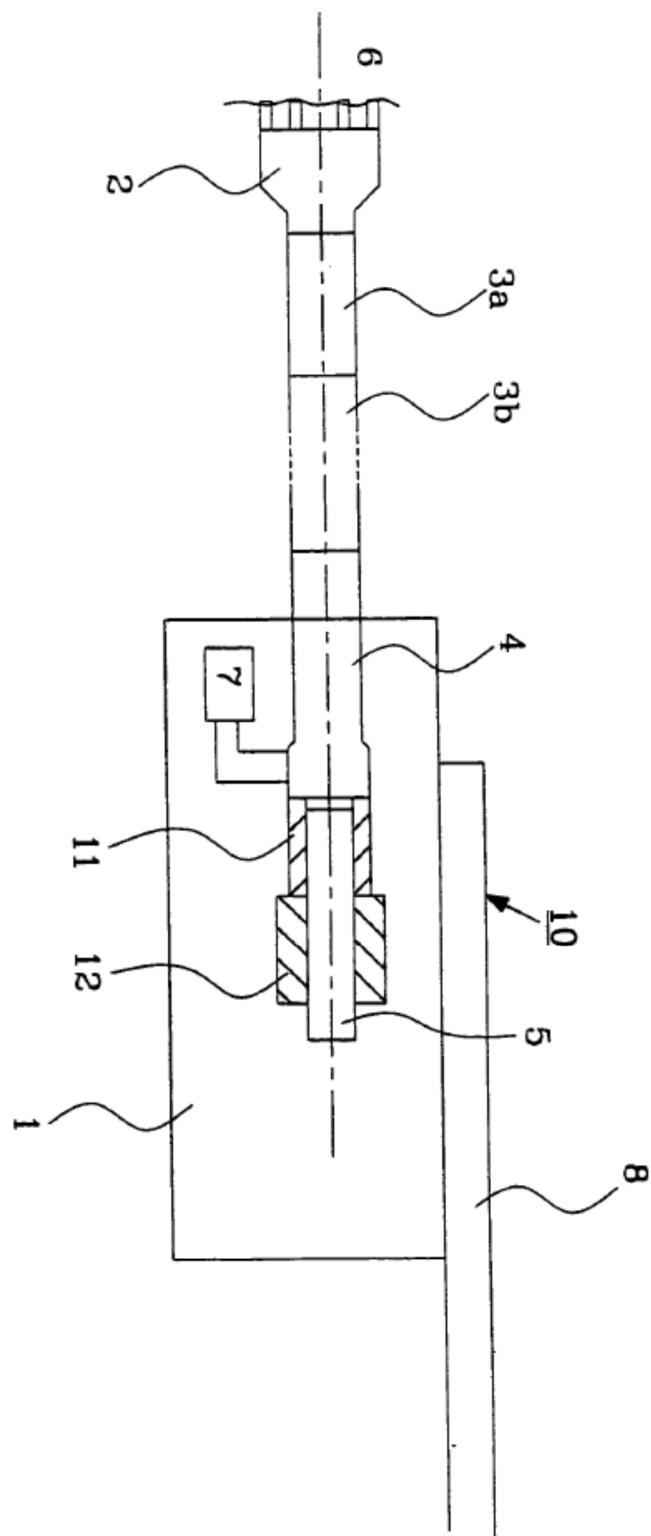
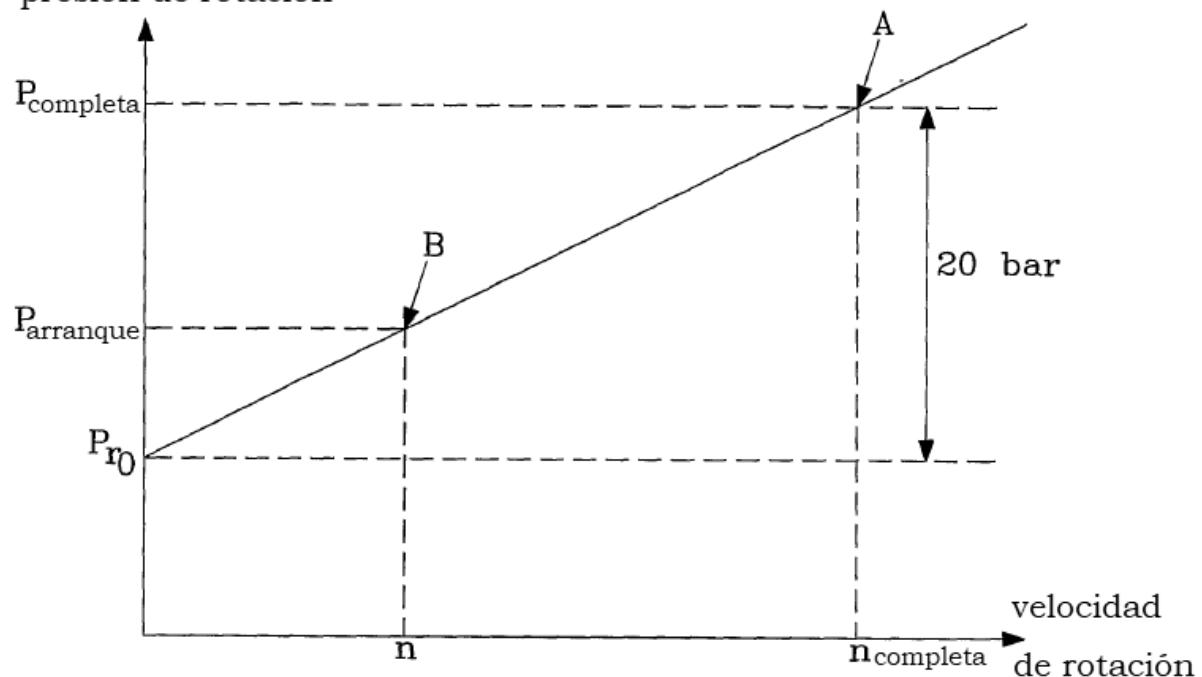


Fig. 2

presión de rotación

**Fig. 3**