



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 293 580**

⑤1 Int. Cl.:  
**E21B 44/00** (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑧6 Número de solicitud europea: **05746886 .0**

⑧6 Fecha de presentación : **31.05.2005**

⑧7 Número de publicación de la solicitud: **1766186**

⑧7 Fecha de publicación de la solicitud: **28.03.2007**

⑤4 Título: **Método y sistema de perforación.**

③0 Prioridad: **09.06.2004 SE 0401472**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**16.03.2008**

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**16.03.2008**

⑦3 Titular/es: **Atlas Copco Rock Drills AB.**  
**701 91 Örebro, SE**

⑦2 Inventor/es: **Jonsson, Per**

⑦4 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

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

Método y sistema de perforación.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un método y a un sistema para controlar parámetros de perforación durante una fase inicial de perforación en una roca.

10 **Antecedentes de la invención**

En una perforación, es muy importante que el inicio de la misma se realice de manera correcta. Por lo tanto, en el inicio de una perforación en rocas con una máquina perforadora de roca por percusión, debe asegurarse que la primera parte del orificio se lleve a cabo de manera precisa, a efectos de que dicho orificio quede situado en el lugar previsto y en la dirección correcta.

Para obtener un buen inicio de perforación, resulta deseable intentar controlar la barrena lo mejor posible cerca de su punta en el inicio de dicha perforación (soporte de la barrena), así como perforar la primera parte del orificio utilizando una fuerza de avance y una potencia de perforación reducidas, a efectos de evitar que la barrena se deslice por la superficie de la roca. En otras palabras, la parte crítica de la perforación, es decir, el inicio, denominado también inicio de la perforación, debe realizarse progresivamente y con cuidado, hasta que se haya formado un orificio suficientemente profundo y en la dirección correcta, tras lo cual pueden utilizarse una fuerza de avance y una potencia de perforación máximas. Una profundidad considerada como suficiente depende en gran medida de la calidad de la roca. Por ejemplo, las rocas blandas con muchas grietas pueden requerir un orificio más profundo para asegurar una dirección correcta antes de utilizar la máxima fuerza de avance.

Cuando se inició por primera vez la utilización de máquinas perforadoras de roca hidráulicas, las mismas eran accionadas normalmente por sistemas hidráulicos poco complicados, controlados directamente. El inicio de la perforación se realizaba con un suministro reducido de presión hidráulica al circuito de percusión y al dispositivo de accionamiento de avance de la máquina perforadora. Después de cierto tiempo, o cuando el orificio perforado alcanzaba una profundidad determinada, se aumentaban las presiones hasta unos valores tales que permitían obtener un equilibrio deseado entre la velocidad de perforación y la vida útil de la barrena (máxima perforación). Este aumento de presión se llevaba a cabo ajustando unas válvulas de secuencia, y el proceso de aumento de presión dependía de las válvulas y los conductos del sistema hidráulico.

Con la utilización de sistemas hidráulicos más modernos controlados eléctricamente y por ordenador, se ha mantenido el proceso consistente en una etapa inicial de perforación, en la que se utilizan una potencia de perforación y una fuerza de avance reducidas, y una etapa final de perforación, en la que se utiliza la potencia máxima. Entre las mismas se produce una transición adecuada.

En la patente europea EP 0 564 504 se muestra un ejemplo de un método de este tipo ya conocido para controlar parámetros de perforación. Esta publicación da a conocer un método para controlar un proceso de perforación de rocas y, según dicho método, la fuerza de percusión y la fuerza de avance de una máquina perforadora se ajustan para que la potencia de giro de la barrena no supere un valor límite establecido previamente.

Esto se lleva a cabo controlando la perforación al menos en tres etapas diferentes, en las que la primera etapa consiste en el inicio de la perforación, la segunda etapa es una etapa de transición a la tercera etapa, y esta última es la etapa de funcionamiento normal. Según el método, deben establecerse valores adecuados para cada etapa de perforación, de modo que la fuerza de percusión y la fuerza de avance sean óptimas en cada etapa.

Existen varios inconvenientes relacionados con el método descrito en el documento EP 0 564 504. Un inconveniente evidente es que no siempre se conoce de antemano la solución óptima para cada etapa, y no resulta evidente a partir de dicho documento la manera en la que deben determinarse los valores predeterminados de fuerza de avance y percusión óptimos para las etapas respectivas. Otro inconveniente consiste en que el proceso con tres o más etapas en el programa de control es innecesariamente complicado, ya que, entre otras cosas, debe determinarse, por un lado, la duración de la primera etapa reducida y, por otro lado, cómo debe ser la etapa de transición.

La etapa de transición debe ser progresiva, pero no extenderse innecesariamente, a efectos de evitar pérdidas de tiempo debidas a que una parte considerable del orificio se perfora a una potencia inferior a la potencia máxima disponible. En consecuencia, los parámetros que deben establecerse constituyen un inconveniente considerable en el método mostrado en el documento EP 0 564 504. Existen varios parámetros a ajustar para cada una de las tres o más etapas, por ejemplo, diferentes periodos de tiempo, fuerza de percusión, fuerza de avance, tiempo de perforación, profundidad de perforación, velocidades, etc. Además, las discontinuidades en la dirección del aumento del parámetro de perforación pueden generar información incorrecta para las partes del sistema de control automático que supervisan dichos parámetros a efectos de detectar el posible bloqueo de una barrena.

En el documento WO 95/28549 se muestra un ejemplo de un método conocido para controlar parámetros de perforación.

Por lo tanto, resultaría deseable dar a conocer un método y un dispositivo que simplifiquen y mejoren la fase inicial de perforación en una roca.

## 5 Objetivos y características más importantes de la invención

Un objetivo de la presente invención es dar a conocer un método y un sistema que resuelvan los problemas descritos anteriormente. De manera más específica, un objetivo de la presente invención es dar a conocer un método y un sistema mejorados para controlar parámetros de perforación durante el inicio de la perforación, con los que puede reducirse el tiempo consumido, así como el número de parámetros que deben establecerse. Otro objetivo de la presente invención es dar a conocer un método y un sistema para controlar parámetros de perforación durante el inicio de la perforación, que aseguran la obtención de la dirección y posición pretendidas para el orificio inicial.

Este y otros objetivos se alcanzan según la presente invención mediante un método para controlar parámetros de perforación en una fase inicial según la reivindicación 1, y mediante un sistema según la reivindicación 6.

Según la presente invención, los objetivos mencionados anteriormente se alcanzan mediante un método para controlar parámetros de perforación durante una fase inicial de perforación en roca utilizando una máquina perforadora, de modo que la presión de percusión y la presión de alimentación de la máquina perforadora se controlan como funciones que crecen de manera continua durante dicha fase inicial.

De este modo, puede reducirse el número de parámetros para incluir valores de inicio para la presión de percusión y de alimentación, y la duración de la fase inicial. Además, se asegura una correcta perforación ajustando la profundidad del inicio de dicha perforación mediante la duración de la fase inicial.

Por lo tanto, según la presente invención, la fase inicial incluye una única etapa de control que va desde los valores de inicio predeterminados hasta los valores de fuerza máximos. Esto da como resultado un inicio de perforación con una duración eficaz, habiéndose eliminado el tiempo necesario para establecer diferentes parámetros en varias etapas distintas.

Según una realización de la presente invención, el control se representa mediante funciones, que son continuas en el tiempo, y que tienen una derivada que crece de manera gradual. De este modo, se obtiene una presión que aumenta de manera continua, con lo que la fase inicial da como resultado un orificio inicial en la dirección correcta, de manera que se reduce el riesgo de deslizamiento de la barrena.

Según otra realización de la presente invención, dichas funciones continuas se representan mediante funciones exponenciales.

De esta manera, puede utilizarse una función matemática ampliamente conocida, que puede programarse y almacenarse fácilmente.

Según otra realización de la presente invención, la presión de alimentación se supervisa durante la etapa de inicio de la perforación, de modo que la presión de percusión queda limitada si la presión de amortiguación no supera con seguridad la presión de reposo del amortiguador. De esta manera, se asegura que la presión de percusión de la máquina perforadora quede limitada cuando el vástago de la barrena no está en posición de percusión. Esta supervisión puede llevarse a cabo, por ejemplo, mediante una función RPCF (alimentación controlada de presión de giro) y, en una realización preferida, los valores de presión de percusión pueden quedar limitados a los valores de inicio de presión de percusión. De manera alternativa, la presión de percusión puede disminuir cuando la presión de alimentación está por debajo de un nivel predeterminado.

La presente invención también se refiere a un sistema mediante el cual se obtienen ventajas similares a las descritas anteriormente.

Otras ventajas se obtienen en diferentes aspectos de la presente invención, y resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada.

## Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un diagrama de secuencia de un método de inicio de perforación de la técnica anterior.

La figura 2 muestra un diagrama de secuencia de otro método de inicio de perforación de la técnica anterior.

La figura 3 muestra un diagrama de secuencia de un método de inicio de perforación según la presente invención.

La figura 4 muestra, esquemáticamente, un sistema en el que puede utilizarse la presente invención.

**Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

En la figura 1 se muestra el método para realizar el inicio de la perforación de la técnica anterior descrito previamente. Durante el inicio de la perforación, este método empieza con una fuerza de avance y una fuerza de percusión reducidas. Por lo tanto, no se lleva a cabo ningún parámetro de control, el aumento de presión se debe a las válvulas y los conductos utilizados en el sistema hidráulico.

En la figura 2 se muestra el segundo de los métodos conocidos y descritos previamente para controlar sistemas hidráulicos controlados eléctricamente y por ordenador, en el que se produce una transición adecuada entre la etapa inicial, y sus valores correspondientes, y la etapa final, en la que la máquina perforadora funciona a máxima capacidad.

Este método comprende varios parámetros que deben establecerse. Deben determinarse los valores iniciales, y también la duración de la etapa a una potencia reducida. Asimismo, deben determinarse los aspectos de la etapa de transición mostrada en la figura 2, entre los puntos T1 y T2. En otras palabras, debe determinarse cómo debe ser la etapa de transición, a efectos de que sea suficientemente progresiva. Además, es deseable no perforar a una potencia reducida durante un periodo demasiado prolongado, ya que se pierde tiempo.

Con la solución descrita anteriormente, en algunas situaciones, existe el riesgo de histéresis en las válvulas del sistema, es decir, auto oscilación del sistema. Esto puede ocurrir, por ejemplo, cuando se perfora una roca blanda y/o agrietada, cuando el vástago de la barrena deja de estar en posición de percusión repentinamente, y resulta necesario bajar la presión de percusión hasta los valores del nivel de inicio de la perforación. De este modo, debe empezarse desde el principio una nueva etapa de inicio de perforación, seguida por una etapa de transición, antes de que el sistema vuelva a funcionar a la máxima capacidad. Esto puede repetirse varias veces, lo que da como resultado un modo de funcionamiento que consume mucho tiempo.

Según la presente invención, se evitan todos los inconvenientes descritos anteriormente. A continuación, se describirá un método de inicio de perforación según la presente invención, haciendo referencia a la figura 3.

En el inicio de perforación según la presente invención, se seleccionan los valores de inicio de la presión de percusión de la máquina perforadora (y, por lo tanto, la potencia de percusión de la máquina perforadora) y la presión de alimentación. Estos valores se seleccionan de modo que el inicio de la perforación sea suficientemente progresivo como para asegurar que el orificio presente una dirección y posición correctas, evitándose al mismo tiempo que la presión sea tan reducida que pueda provocar problemas en la máquina perforadora. Por ejemplo, los valores de inicio se seleccionan ventajosamente de modo que sean ligeramente superiores a la presión del acumulador, a efectos de evitar problemas con las membranas incluidas. Por supuesto, los valores de inicio tampoco deberían ser demasiado reducidos, a efectos de poder realizar el orificio inicial. En una máquina normal, los valores de inicio pueden ser, por ejemplo, aproximadamente de 130 bares.

La fase inicial, o fase de inicio de la perforación, está controlada mediante funciones que crecen de manera continua. En la realización preferida, las funciones que crecen de manera continua tienen una derivada que crece de manera continua, tal como se muestra en la figura 3, lo que da como resultado una transición progresiva preferida. Un ejemplo de una función que puede utilizarse ventajosamente es la función matemática exponencial, ampliamente conocida, aunque puede utilizarse cualquier función sustancialmente continua según los requerimientos mencionados.

La utilización de una función continua de tiempo con una derivada que crece de manera gradual da como resultado un sistema con solamente dos etapas de control, en el que los parámetros de la primera etapa, el inicio de la perforación, incluyen los valores de inicio de la presión de percusión, la presión de alimentación y la duración de la etapa inicial. De este modo, se reduce el número de parámetros que deben establecerse. Durante la etapa de inicio de perforación, la presión de percusión y la presión de alimentación se controlan de manera independiente, pero con la misma duración, es decir, a lo largo de la etapa de inicio de perforación.

No obstante, la presión de alimentación deberá supervisarse mediante la función RPCF (alimentación controlada de presión de giro) del sistema durante la etapa de inicio de la perforación. La función RPCF controla la presión de alimentación, de modo que la presión de giro y/o par sea sustancialmente constante, a efectos de asegurar que las uniones entre la serie de componentes de la barrena estén convenientemente ajustadas. Esta función resulta de especial importancia durante la etapa de máxima perforación, cuando la potencia es más alta.

A efectos de limitar la presión de percusión de la máquina perforadora cuando el vástago de la barrena no está en posición de percusión, la presión de amortiguación de la máquina perforadora deberá supervisarse de modo que dicha presión de percusión quede limitada, por ejemplo, a los valores de inicio si la presión de amortiguación no supera con seguridad la presión no cargada del amortiguador. Tal como es conocido por un experto en la materia, el amortiguador se utiliza para amortiguar las reacciones que se producen cuando la barrena golpea la roca. También resulta bien conocido para un experto en la materia que la presión de amortiguación puede utilizarse para asegurar que la barrena esté en contacto con la roca en el momento de la percusión. En otras palabras, la etapa inicial puede combinarse con la supervisión de la presión de amortiguación, de manera que la presión de percusión no se aleje de la presión de alimentación.

## ES 2 293 580 T3

No obstante, no siempre es necesario bajar hasta los valores de inicio, incluso si esto suele ser habitual, ya que los mismos se han seleccionado con respecto a, entre otras cosas, la presión del acumulador. Gracias a la presente invención, utilizando el control mediante las funciones continuas, se evita el riesgo de auto oscilación del sistema. De acuerdo con ello, si se encuentra una roca blanda, no es necesario bajar siempre hasta el nivel más bajo del inicio de la perforación, es decir, hasta los valores de inicio, sino que es posible bajar hasta un nivel en el que la presión de percusión está limitada con respecto a la presión no cargada del amortiguador. De manera alternativa, la presión de percusión puede disminuir cuando la presión de alimentación está a un nivel determinado o por debajo del mismo.

Un operario puede seleccionar el ajuste de una profundidad de orificio deseada en el inicio de la perforación o la duración de la fase inicial.

Finalmente, también pueden determinarse los valores de detención que, ventajosamente, se corresponden con la potencia máxima de la máquina perforadora. No obstante, en algunas situaciones, puede resultar necesario hacer funcionar la máquina a una potencia reducida, pudiendo establecerse los valores deseados.

La figura 4 muestra, esquemáticamente, un sistema 1 en el que puede utilizarse la presente invención. El sistema 1 incluye, en su realización más sencilla, una máquina perforadora 2 con un sistema de control 3, mediante el cual un operario puede controlar dicho sistema 1. El sistema de control puede estar integrado en la máquina perforadora 2, o conectado y separado con respecto a la misma.

En resumen, mediante la presente invención, se obtiene un inicio de perforación continuo y progresivo, en el que pueden reducirse los parámetros que un operario debe establecer, y en el que se evitan varias etapas distintas y el ajuste de los parámetros correspondientes.

REIVINDICACIONES

5 1. Método para controlar parámetros de perforación durante una fase inicial de perforación en roca con una máquina perforadora, **caracterizado** porque la presión de percusión y la presión de alimentación de la máquina perforadora se controlan como funciones de tiempo que crecen de manera continua durante dicha fase inicial.

2. Método según la reivindicación 1, en el que dicho control se representa mediante funciones continuas de tiempo con una derivada que crece de manera gradual.

10 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, en el que dichas funciones continuas consisten en funciones exponenciales.

4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la presión de alimentación se controla basándose en la presión de giro.

15 5. Método según la reivindicación 4, en el que la presión de percusión disminuye cuando la presión de alimentación está a un nivel predeterminado o por debajo del mismo.

20 6. Sistema para controlar parámetros de perforación durante una fase inicial de perforación en roca con una máquina perforadora, **caracterizado** porque el sistema incluye medios para controlar la presión de percusión y la presión de alimentación de la máquina perforadora como funciones de tiempo que crecen de manera continua durante dicha fase inicial.

25 7. Sistema según la reivindicación 6, en el que dicho control se representa mediante funciones continuas de tiempo con una derivada que crece de manera gradual.

8. Sistema según la reivindicación 6 ó 7, en el que dichas funciones continuas consisten en funciones exponenciales.

30 9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que el sistema incluye medios para controlar la presión de alimentación basándose en la presión de giro.

10. Sistema según la reivindicación 9, en el que el sistema incluye medios para disminuir la presión de percusión cuando la presión de alimentación está a un nivel predeterminado o por debajo del mismo.

35

40

45

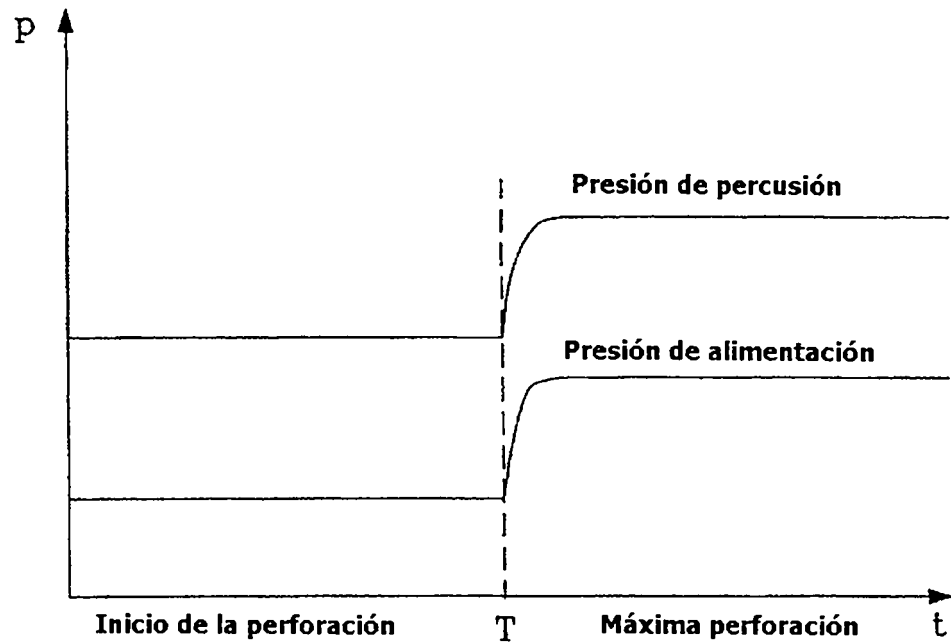
50

55

60

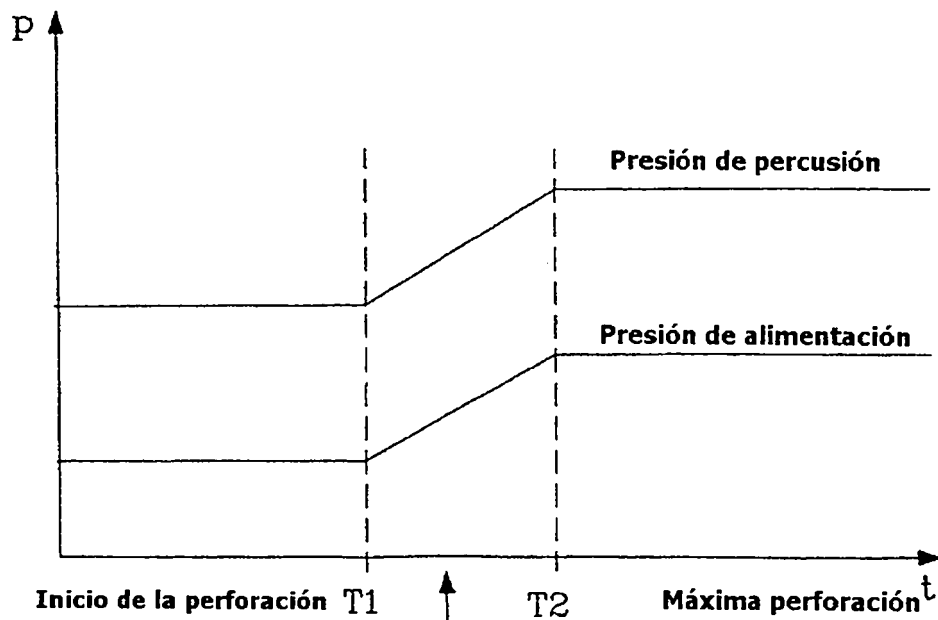
65

**Fig. 1**



Técnica anterior

**Fig. 2**



Etapa de transición

Técnica anterior

Fig. 3

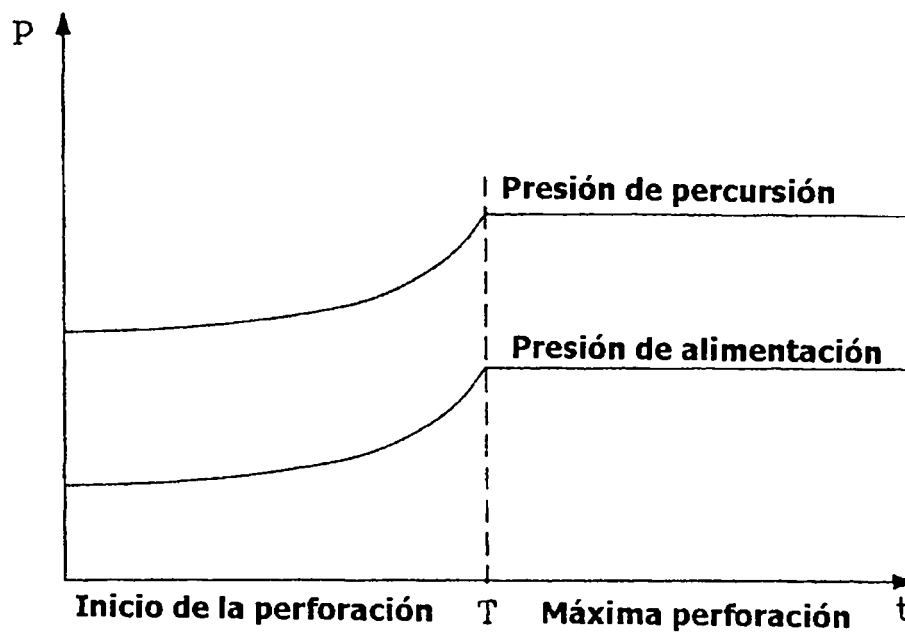


Fig. 4

