

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 621 488**

51 Int. Cl.:

<b>B22D 11/124</b>	(2006.01)
<b>B22D 11/22</b>	(2006.01)
<b>B05B 1/08</b>	(2006.01)
<b>F15B 21/12</b>	(2006.01)
<b>F16K 31/06</b>	(2006.01)
<b>F16K 31/126</b>	(2006.01)
<b>B05B 1/30</b>	(2006.01)
<b>B05B 12/12</b>	(2006.01)
<b>B05B 13/02</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.05.2012 PCT/EP2012/059942**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.12.2012 WO12163878**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.05.2012 E 12725693 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2017 EP 2714304**

54 Título: **Método para refrigerar una barra metálica y válvula de conmutación para la apertura y el cierre intermitentes de un flujo volumétrico de un refrigerante**

30 Prioridad:

**27.05.2011 EP 11167869**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**04.07.2017**

73 Titular/es:

**SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES GMBH  
(100.0%)  
Turmstrasse 44  
4031 Linz, AT**

72 Inventor/es:

**LADNER, PETER;  
MAIRHOFER, MARKUS;  
SCHEIDL, RUDOLF y  
WAHL, HELMUT**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

**ES 2 621 488 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

Método para refrigerar una barra metálica y válvula de conmutación para la apertura y el cierre intermitentes de un flujo volumétrico de un refrigerante.

Campo de la técnica

- 5 La presente invención hace referencia a un método para refrigerar una barra metálica, preferentemente una barra de acero, en una guía de rodillos de una máquina de colada continua, así como a una válvula de conmutación para la apertura y el cierre intermitentes de un flujo volumétrico de un refrigerante.

Estado del arte

- 10 En la colada continua es necesario conducir la barra de acero colada de forma continua, la cual presenta al menos una costra solidificada con capacidad de soporte, en la guía de rodillos de la máquina de colada continua, soportarla y continuar enfriándola a través de una refrigeración secundaria. Es conocido el hecho de aplicar sobre la barra un refrigerante líquido (generalmente agua, la así llamada refrigeración "water only") o una mezcla de un refrigerante líquido y un gas (la así llamada refrigeración "air mist", donde el gas generalmente es aire), mediante una boquilla de refrigeración. En las así llamadas boquillas "water only", la intensidad de la refrigeración puede regularse dentro de un rango reducido en función de la presión del agua. Se considera en ese caso una desventaja que el sistema de pulverización se modifica igualmente en función de la presión del agua, donde a través de la descarga de agua no homogénea no se garantiza una temperatura uniforme de la superficie de la barra. El objetivo de las así llamadas boquillas "air mist" consiste en aumentar la expansión entre la cantidad de flujo máxima y la cantidad de flujo mínima en el refrigerante, a través de las boquillas de pulverización; sin embargo, en la práctica se ha comprobado que es muy difícil alcanzar una expansión más elevada que 10:1 para boquillas "air mist", así como más elevada que 3:1 para boquillas "water only". Sin embargo, para ciertas clases de acero eso puede conducir a una refrigeración excesiva, ante todo de los bordes de la barra, reduciendo con ello la calidad. Además, el consumo de energía para proporcionar el aire comprimido para las boquillas "air mist" es muy elevado, de manera que, por una parte, resulta una emisión aumentada de CO<sub>2</sub> y, por otra parte, resultan costes más elevados para el funcionamiento de la instalación.

- 25 Por la solicitud EP 2 010 347 B1 se conoce el hecho de utilizar boquillas de refrigeración desplazables en la guía de rodillos. Se considera una desventaja que la disolución de la distribución de refrigerante sobre el lado más ancho de la barra es insuficiente. Además, las boquillas de refrigeración desplazables presentan una construcción costosa y compleja, donde en particular las piezas móviles con cojinetes y articulaciones causan problemas bajo las condiciones del ambiente extremadamente rigurosas durante la colada continua.

- 30 Por la solicitud DE 199 28 936 C2 se conocen un método y un dispositivo para refrigerar una barra de acero en una guía de rodillos, donde la barra es refrigerada a través de la pulverización intermitente de una boquilla de refrigeración. En las boquillas de refrigeración de esa clase se considera desventajoso el hecho de que el flujo a través de las boquillas de refrigeración no puede regularse de forma activa, de manera que en particular no pueden realizarse expansiones de gran tamaño entre las cantidades máximas y mínimas de refrigerante que se aplican a través de las boquillas de refrigeración. Puesto que las áreas del borde de una barra de acero deben refrigerarse esencialmente con menor intensidad que el área central de la barra, para lograr una temperatura constante de la superficie, la utilización del dispositivo conocido conduce a una refrigeración excesiva, es decir, a una refrigeración demasiado intensa de las áreas del borde, por lo cual resulta afectada la calidad de la barra de acero.

- 40 Por la publicación de

SKIBENKO E I ET AL: "PULSED GASDYNAMIC DEVICE OF RING TYPE", INSTRUMENTS AND EXPERIMENTAL TECHNIQUES, tomo 19, N° 4, 1 de julio de 1976 (1976-07-01), páginas 1200-1201, XP001443894,

se conoce una boquilla para gases con una válvula de conmutación accionada de forma neumática.

- 45 Finalmente, por la solicitud EP 1 384 513 A1 se conoce un dispositivo para moldear y aplicar gotas con una boquilla y una válvula de conmutación accionada de forma neumática.

Resumen de la invención

- 50 El objeto de la presente invención consiste en superar las desventajas del estado del arte, proporcionando un método para refrigerar una barra metálica en una guía de rodillos de una máquina de colada continua, así como una válvula de conmutación para la apertura y el cierre intermitentes de un flujo volumétrico de un medio de refrigeración, con los cuales la intensidad de refrigeración pueda ser regulada en un amplio rango de forma sencilla, robusta y eficiente en cuanto al aspecto energético.

Dicho objeto se alcanzará a través de un método según la reivindicación 1, el cual presenta los siguientes pasos del método:

- control activo de una válvula de conmutación conmutable a través de una señal de control binaria, donde el control tiene lugar en función de una potencia de refrigeración deseada;

5 - accionamiento de un elemento de conmutación de la válvula de conmutación en función de la señal de control, donde el elemento de conmutación es llevado desde una posición cerrada hacia una posición abierta, o de forma inversa, y el flujo de un refrigerante a través de la válvula de control se encuentra abierto en el caso de una posición abierta del elemento de conmutación y se encuentra cerrado en el caso de una posición cerrada del elemento de conmutación; a continuación

10 - aplicación intermitente del refrigerante, mediante una boquilla de refrigeración, en la barra.

De este modo, una válvula de conmutación que puede conmutar de forma activa a través de una señal de control binaria (una sucesión temporal de valores cero y uno) es controlada de forma activa, donde el control, concretamente la señal de control, tiene lugar en función de la potencia de refrigeración deseada. En función de la  
15 señal de control es accionado un elemento de conmutación, el cual por ejemplo puede estar realizado como una corredera de la válvula de una válvula de corredera o como un pistón de control de una válvula de asiento, donde el flujo del refrigerante a través de la válvula de conmutación se abre o se cierra en función de la posición del elemento de conmutación. Como una posición cerrada del elemento de conmutación se entiende aquella posición en donde el paso del refrigerante a través de la válvula de conmutación se encuentra cerrado. A continuación, el refrigerante es aplicado o dispersado de forma intermitente sobre la barra. A través del accionamiento, el elemento de conmutación  
20 generalmente es desplazado, pero el experto conoce también válvulas de conmutación en las cuales el elemento de conmutación es rotado durante el accionamiento.

A través del accionamiento activo del elemento de conmutación que se encuentra asociado a la válvula de conmutación es posible una expansión extremadamente elevada de la intensidad de refrigeración hasta 20:1  
25 (comparado con 10:1 según el estado del arte), ya sin una modificación de la presión del refrigerante. Otra ventaja de ese método reside en el hecho de que la presión completa del refrigerante, al encontrarse abierto el elemento de conmutación, se aplica directamente en la boquilla de refrigeración (hasta reducidos descensos de presión en la válvula de conmutación, los cuales sin embargo deben tenerse en cuenta), de manera que un sistema de pulverización constante se garantiza también en el caso de potencias de refrigeración reducidas. Además, puede prescindirse en gran medida de la utilización de boquillas "air mist", de manera que la refrigeración de la barra tiene  
30 lugar de forma eficiente en cuanto a la energía. Sin embargo, la invención de ningún modo se limita a boquillas "water only"; más bien pueden utilizarse naturalmente también boquillas "air mist". De acuerdo con una forma de ejecución sencilla y conveniente, la señal de control binaria es una señal de control modulada por la amplitud del pulso. Sin embargo, el experto conoce también otras formas de modulación, por ejemplo la modulación por frecuencia de pulsos (PFM), las cuales potencialmente podrían utilizarse para la señal de control binaria.

35 Para reducir la cantidad de válvulas de conmutación es posible que varias boquillas de refrigeración dispuestas unas detrás de otra de forma contigua, por ejemplo en la dirección de colada, dispuestas de forma contigua de forma transversal con respecto a la dirección de colada, o dispuestas de forma simétrica con respecto al eje central de la barra, sean abastecidas de refrigerante a través de una válvula de conmutación.

40 Para lograr una distribución lo mejor posible de la cantidad de refrigerante sobre la superficie de la barra, respectivamente una válvula de conmutación abastece de refrigerante a una (única) boquilla de refrigeración. Preferentemente, las boquillas de refrigeración presentan en una abertura entre rodillos una distancia de aproximadamente 100 mm una con respecto a otra.

De acuerdo con una forma de ejecución sencilla, conveniente en cuanto a los costes y compacta, el elemento de conmutación es accionado de forma directa, en particular de forma electromagnética.

45 De acuerdo con una forma de ejecución alternativa, el elemento de conmutación es accionado de forma indirecta, en particular pilotado de forma neumática o hidráulica. Las válvulas piloto neumáticas e hidráulicas se encuentran disponibles en cualquier país y pueden cambiarse rápidamente en el caso de una falla.

De acuerdo con una forma de ejecución eficiente en cuanto a la energía, la válvula de conmutación presenta una conexión de control neumática que conecta dos niveles de presión diferentes, donde el nivel de presión más bajo es mayor que la presión ambiente. De acuerdo con ello, el aire soplado de la válvula piloto puede ser reconducido al compresor, debido a lo cual puede ahorrarse energía o, lo cual es más simple en cuanto a la tecnología de los aparatos - desde ese nivel de presión más reducido, puede escapar hacia el ambiente mediante dispositivos de estrangulación correspondientes, por ejemplo mediante una válvula de limitación de presión.

De acuerdo con una forma de ejecución alternativa, la válvula de conmutación presenta una conexión de control hidráulica que conecta de forma alternativa dos niveles de presión diferentes.

5 En una disposición sencilla, un controlador central de la máquina de colada continua se comunica con varias unidades de control descentralizadas, preferentemente mediante un sistema bus, donde respectivamente una o varias válvulas de control están asociadas a una unidad de control.

Se ha comprobado como ventajoso que el control de al menos una señal de control modulada por la amplitud del pulso del grupo de una frecuencia portadora y una relación de la amplitud del pulso de la señal de control modulada por la amplitud del pulso tenga lugar en función de una edad de la barra o de una posición de la barra. Naturalmente, el control podría tener lugar también en función de una dureza de la costra y/o de un perfil de temperatura.

10 Para lograr una expansión aún más elevada entre la intensidad de refrigeración máxima y mínima es posible que la presión del refrigerante se modifique en función de la potencia de refrigeración deseada (por ejemplo en un rango de 1:3).

15 Para alcanzar una temperatura uniforme de la superficie de la barra es conveniente que antes del control de la válvula de conmutación, conmutable de forma activa a través de una señal de control binaria se realicen los siguientes pasos del método:

- determinación de una temperatura  $T$  de la barra, preferentemente de una temperatura de la superficie de la barra en un área de incidencia del refrigerante que sale desde la boquilla de refrigeración;

- determinación de un error de regulación  $e = T_{\text{Soll}} - T$  considerando una temperatura deseada  $T_{\text{Soll}}$  de la barra;

20 - cálculo de una variable de ajuste  $u$  mediante un dispositivo de regulación, en función del error de regulación  $e$ , donde la potencia de refrigeración deseada se regula mediante la señal de control en función de la variable de ajuste  $u$ .

Para la fiabilidad de la válvula de conmutación y de la boquilla de refrigeración es conveniente que el espacio entre la válvula de conmutación y la boquilla de refrigeración, en la posición cerrada del elemento de conmutación, sea soplado con aire.

25 El objeto de acuerdo con la invención se alcanzará igualmente a través de una válvula de conmutación según la reivindicación 10, la cual presenta:

- una carcasa de la válvula estanca a la presión, la cual comprende al menos una abertura de entrada para introducir el refrigerante en la carcasa de la válvula y al menos una abertura de salida para hacer salir el refrigerante desde la carcasa de la válvula;

30 - un elemento de conmutación para abrir y cerrar la abertura de salida, donde el elemento de conmutación está realizado de forma móvil con respecto a la carcasa de la válvula; y

- un dispositivo de accionamiento para accionar el elemento de conmutación en función de la señal de control, donde al menos una abertura de soplado está dispuesta en la dirección de flujo del refrigerante, antes de la boquilla de refrigeración, para el soplado de la boquilla de refrigeración.

35 De este modo, la válvula de conmutación presenta una carcasa de la válvula estanca a la presión con un elemento de conmutación para abrir y cerrar una abertura de salida. El elemento de conmutación, mediante un dispositivo de accionamiento, en función de la señal de control, puede desplazarse desde una posición abierta - en la cual la abertura de salida se encuentra abierta - hacia una posición cerrada - en la cual la abertura de salida se encuentra cerrada - y de forma inversa. Mediante una abertura de entrada, un refrigerante puede ser introducido en el interior de la carcasa de la válvula y, mediante la abertura de salida, el refrigerante puede ser conducido hacia el exterior nuevamente, desde el interior de la carcasa de la válvula, y puede ser suministrado a una boquilla de refrigeración.

40

De este modo, para aumentar la fiabilidad de la válvula de conmutación, así como de la boquilla de refrigeración, una abertura de soplado se encuentra dispuesta en la dirección de flujo del refrigerante, antes de la boquilla de refrigeración.

45 Por ejemplo, la robustez, así como la protección contra la suciedad, pueden aumentarse de manera que el pistón de control presente al menos una abertura de soplado para el soplado - mediante un aire de control neumático o un aire de soplado separado - del espacio entre la válvula de conmutación y la boquilla de refrigeración.

5 Para lograr un sistema de pulverización uniforme se considera conveniente que la abertura de salida se encuentre conectada a una boquilla de refrigeración para aplicar el refrigerante sobre la barra metálica. Para una constitución rápida de la presión del refrigerante se considera ventajoso que la abertura de salida de la válvula de conmutación - en la dirección de flujo del refrigerante - se encuentre dispuesta inmediatamente antes de la boquilla de refrigeración.

Es posible que la abertura de salida se encuentre conectada a varias boquillas refrigeración para aplicar el refrigerante sobre una barra metálica. De este modo se reduce la proporción de la cantidad de válvulas de conmutación por boquilla de refrigeración.

10 Para hacer descender la carga de temperatura de la válvula de conmutación, en particular del dispositivo de accionamiento (por ejemplo un electroimán), y al mismo tiempo posibilitar una constitución de presión rápida del refrigerante, se considera ventajoso que entre la abertura de salida de la carcasa de la válvula y una boquilla de refrigeración se encuentre dispuesta una válvula de retención. Gracias a ello, el espacio entre la abertura de salida cerrada y la válvula de retención se mantiene bajo presión, de manera que al abrir la abertura de salida la presión necesaria para abrir la válvula de retención puede constituirse de forma rápida. Además, en esa forma de ejecución no es necesario disponer la válvula de conmutación - en la dirección de flujo del refrigerante - inmediatamente antes de la boquilla de refrigeración. Debido a ello se incrementa la robustez.

Para poder establecer y reducir rápidamente el flujo de refrigerante se considera ventajoso que la válvula de retención, en la dirección de flujo, esté dispuesta inmediatamente antes de la boquilla de refrigeración.

20 En principio es posible diseñar el elemento de conmutación como una válvula de corredera o como una válvula de asiento. En la realización como válvula de asiento, se considera ventajoso que el refrigerante sea hermetizado sin fugas sin otras válvulas y que se brinde una mayor sensibilidad con respecto a la suciedad.

En el diseño del elemento de conmutación como válvula de asiento se considera ventajoso que el elemento de conmutación comprenda un pistón de control, donde un fuelle o una membrana guían el pistón de control con respecto a la carcasa de la válvula y eventualmente lo hermetizan.

25 Preferentemente, la membrana o el fuelle se componen de metal inoxidable, preferentemente acero, o de plástico, preferentemente plástico resistente al calor, el cual presente resistencias notables hasta temperaturas superiores a 250°C, como por ejemplo poliimida o poliéter éter cetona (PEEK).

30 En principio es posible diseñar el dispositivo de accionamiento como un dispositivo de accionamiento eléctrico, preferentemente un electroimán, como un dispositivo de accionamiento neumático, preferentemente como una válvula neumática de 3/2 vías o como válvulas neumáticas de 2/2 vías, o como un dispositivo de accionamiento hidráulico, preferentemente como una válvula hidráulica de 3/2 vías o como válvulas hidráulicas de 2/2 vías.

De manera conveniente, una conexión de control de la válvula de conmutación, así como de la válvula piloto, se encuentra conectada a un dispositivo de control, mediante tecnología de señales, preferentemente a través de una interfaz digital, donde la conexión de control se encuentra realizada por ejemplo como entrada PWM.

35 En una forma de ejecución conveniente para el mantenimiento, las funciones de control para controlar y eventualmente las funciones de diagnóstico para diagnosticar errores para al menos una válvula de conmutación están concentradas en una unidad de control descentralizada, donde la unidad de control descentralizada se encuentra conectada a un controlador central, preferentemente mediante una conexión de bus.

40 En cuanto a la técnica de montaje se considera conveniente disponer varias válvulas de conmutación en una abertura entre rodillos de un segmento de la guía de rodillos, reunidas formando una unidad de construcción. Se considera ventajoso proporcionar conexiones centrales para el aire comprimido, el refrigerante y eventualmente para el material eléctrico.

45 Puesto que la característica de flujo deseada de la boquilla de refrigeración es conocida, así como puede determinarse de forma sencilla (véase Backe: Grundlagen der Ölhydraulik), de manera sencilla es posible realizar un control del funcionamiento para una válvula de conmutación, así como para una boquilla de refrigeración: De este modo, a una o a varias válvulas de conmutación se asocia un dispositivo de medición de flujo para determinar la cantidad de flujo a través de la válvula de conmutación y las válvulas de conmutación se abren de forma individual; a través de las válvulas de conmutación cerradas no circula ningún flujo volumétrico. En el caso de que una boquilla de refrigeración o una válvula de conmutación se encuentre defectuosa, una comparación deseado - real de las cantidades de flujo permite una identificación unívoca de la boquilla de refrigeración o de la válvula de conmutación afectada. Se considera ventajoso efectuar esas secuencias de conmutación de prueba periódicamente en pausas de la colada, de manera que un defecto o una disminución del funcionamiento se detecten a tiempo. Incluso es posible continuar con el funcionamiento de una máquina de colada continua con una boquilla de refrigeración o una válvula

de conmutación defectuosa, aumentado la relación de la amplitud del puso  $\chi$  (conocida también como "duty cycle") para boquillas de refrigeración contiguas. De este modo, el cambio de una boquilla de refrigeración defectuosa, así como de una válvula de conmutación defectuosa, puede realizarse en la siguiente detención prevista de la instalación, sin influir negativamente en la calidad de la barra. Por la solicitud AT 505035 B1 se conoce la medición de una curva característica de flujo sin la medición del flujo; naturalmente también ese método podría utilizarse para controlar el funcionamiento.

Se considera conveniente que a la abertura de soplado se encuentre asociada una válvula de retención, de manera que por ejemplo el refrigerante no pueda penetrar en la abertura de soplado.

De manera alternativa o adicional con respecto a una abertura de soplado en el pistón de control, el espacio entre la abertura de salida de la carcasa de la válvula y una boquilla de refrigeración puede presentar al menos una abertura de soplado. El soplado con aire comprimido puede efectuarse de forma continua o periódica. A través del soplado, se impide que la boquilla de refrigeración se ensucie, por ejemplo a través de escoria, o la suciedad se retira de forma inmediata. En esa forma de ejecución, la abertura de soplado puede estar conectada a una fuente de aire de soplado, por ejemplo a un compresor, donde las exigencias de pureza con respecto al aire de soplado son marcadamente más reducidas que las correspondientes al aire de control, es decir, al aire comprimido que se utiliza para el control de las válvulas.

Para impedir una desviación de un chorro de refrigerante a través del soplado, se considera conveniente que varias aberturas de soplado estén dispuestas en un plano normal con respecto a la dirección de flujo del refrigerante o que estén dispuestas en una superficie cónica, donde el medio refrigerante atraviesa el cono en la dirección del eje del cono. De este modo, el cono puede presentar un ángulo de apertura  $\alpha$  de  $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ , donde preferentemente  $15^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$ .

Se considera especialmente conveniente que las aberturas de soplado en el plano normal o en la superficie cónica estén dispuestas observando una distancia angular constante unas con respecto a otras. De este modo, n aberturas de soplado presentan un ángulo  $\beta$  de  $\beta=360^\circ/n$  unas con respecto a otras.

Breve descripción de los dibujos

Otras ventajas y características de la presente invención resultan de los ejemplos de ejecución no restrictivos que se describen a continuación, donde se hace referencia a las siguientes figuras, las cuales muestran lo siguiente:

Figura 1: una disposición de seis boquillas de refrigeración sobre el lado más ancho de un desbaste, donde a cada boquilla de refrigeración se encuentra asociada una válvula de conmutación;

Figura 2: una representación de una señal de control modulada por la amplitud del pulso y la cantidad de flujo a través de una boquilla de refrigeración a lo largo del tiempo;

Figura 3: una representación de una válvula de conmutación y de una boquilla de refrigeración, donde la válvula de conmutación es piloteada a través de una válvula neumática;

Figura 4: una representación de dos válvulas de conmutación y de dos boquillas de refrigeración, donde las válvulas de conmutación son piloteadas a través de una válvula neumática;

Figuras 5 y 6: una válvula de conmutación piloteada de forma neumática, con un fuelle de membrana, respectivamente en una posición abierta y una posición cerrada;

Figuras 7a y 7b: una válvula de conmutación accionada directamente de forma electromagnética, con un fuelle ondulado, respectivamente en una posición abierta y una posición cerrada;

Figuras 8a y 8b: una válvula de conmutación accionada de forma neumática, con una membrana, respectivamente en una posición abierta y una posición cerrada;

Figuras 9a y 9b: una válvula de conmutación accionada directamente de forma electromagnética, respectivamente en una posición abierta y una posición cerrada;

Figuras 10a y 10b: un pistón de control de una válvula de conmutación con perforaciones para el soplado con aire de control, respectivamente en una posición abierta y una posición cerrada;

Figuras 11 y 12: una disposición de 22 boquillas de refrigeración sobre el lado más ancho de un desbaste, donde una válvula de conmutación común se encuentra asociada a dos boquillas de refrigeración posicionadas respectivamente de forma simétrica con respecto al eje central del lado más ancho;

5 Figuras 13a y 13b: respectivamente, una representación de una válvula de conmutación y de dos boquillas de refrigeración, donde delante de cada boquilla de refrigeración se encuentra dispuesta una válvula de retención;

Figura 14: una representación de una válvula de conmutación piloteada de forma neumática con un fuelle ondulado, en posición cerrada.

#### Descripción de las formas de ejecución

10 En la figura 1, seis boquillas de refrigeración 2 se encuentran dispuestas distribuidas sobre el lado más ancho de un desbaste 3, donde a cada boquilla de refrigeración 2 se encuentra asociada una válvula de conmutación 1. Puesto que a cada boquilla de refrigeración 2, después de la apertura de la válvula de conmutación 1, se aplica la presión del sistema del refrigerante agua, la distribución de agua 4, así como el sistema de pulverización, es constante también para diferentes valores  $\chi$  de la señal de control 5 modulada por la amplitud del pulso (PWM) representada en la figura 2. Para un sistema de pulverización uniforme, también en el caso de frecuencias base  $f = 1/T$  más elevadas de la señal de control 5 PWM, la abertura de salida de la válvula de conmutación, en la dirección del flujo del refrigerante, se encuentra situada aguas arriba, de forma inmediata con respecto a la boquilla de refrigeración 2.

15 En la figura 2 se representa la señal de control PWM con la cual se controla una válvula de control. Frecuencias más elevadas conducen a una fluctuación de temperatura más reducida en la superficie de la barra refrigerada, pero exigen un consumo de energía mayor para controlar las válvulas de conmutación, y amplitudes del pulso  $\chi$  muy reducidas ya no pueden conmutarse sin perjudicar el sistema de pulverización. De los principios de la solidificación de la barra en la colada continua resulta que, en el caso del mismo recalentamiento, el período  $T = 1/f$  de la conmutación modulada por la amplitud del pulso debe ser seleccionado de forma proporcional con respecto a la edad de la barra. En base a ello, se sugiere regular la frecuencia de conmutación mediante la longitud de la instalación de colada continua, según ese principio. Para aplicaciones corrientes al refrigerar barras de acero en instalaciones de colada continua ha dado buenos resultados una frecuencia portadora  $f$  de aproximadamente 1 Hz en el área anterior de la barra. Del modo representado, la señal de control 5 se trata de una señal binaria que puede asumir un valor HI (de forma lógica, uno) o un valor LO (de forma lógica, cero). De acuerdo con la figura 2, un valor HI conduce a una posición abierta del elemento de conmutación de la válvula de conmutación 1, de manera que la cantidad de flujo máxima se ha pulverizado sobre la barra 3 a través de la válvula de conmutación 1, mediante la boquilla de refrigeración 2. Sin embargo, también sería posible que un valor HI de la señal de control se corresponda con una posición cerrada del elemento de conmutación (véase la figura 3). Por otra parte, un valor LO provoca un cierre del elemento de conmutación, de manera que el flujo es bloqueado. Observado de forma distribuida, la barra 3 experimenta una cantidad media de flujo  $\bar{Q}$ . La así llamada relación de la amplitud del pulso  $\chi$  define la proporción de la señal de control PWM que presenta un valor HI; expresado de otro modo: un valor  $\chi$  de 100% provoca que la señal de control sea continuamente HI, un valor  $\chi$  de 50% provoca que la señal de control sea respectivamente la mitad HI y LO, y un valor  $\chi$  de 0% provoca que la señal de control sea permanentemente LO.

20 En la figura 3 se representa una disposición compuesta por una válvula de conmutación 1, una válvula piloto 7 neumática y una boquilla de refrigeración 2 para refrigerar una barra 3. De este modo, en la válvula piloto 7 de 3/2 vías, por una parte, se aplica la presión alta 8 neumática y, por otra parte, una presión baja 9. La válvula piloto es controlada eléctricamente con una señal de control 5 PWM, de manera que como presión piloto 10 se aplica en la válvula de conmutación la presión alta 8 o la presión baja 9. Tal como se representa, en el estado con circulación de flujo de la válvula piloto 7, es decir que la señal de control es LO, como presión piloto 10 se aplica la presión baja 9, de manera que la válvula piloto 7 se encuentra abierta y el refrigerante agua es pulverizado sobre la barra 3 mediante la boquilla de refrigeración 2.

25 La figura 4 muestra una disposición similar a la figura 3, donde sin embargo una válvula piloto 7 neumática de 3/2 vías controla dos válvulas de conmutación 1. A su vez, la presión baja 9 se aplica como presión de control 10, de manera que ambas válvulas de conmutación 1 pulverizan el refrigerante sobre la barra 3 mediante las boquillas de pulverización 2.

30 Las figuras 5 y 6 muestran una forma de ejecución de una válvula de conmutación 1, en una posición abierta y una posición cerrada, donde la válvula de conmutación está realizada como una válvula de asiento con un pistón de control 16. En el interior de la carcasa de la válvula 11 un fuelle de membrana 14, por una parte, se encuentra conectado a la carcasa 11 y, por otra parte, se encuentra conectado al pistón de control 16, donde el fuelle de membrana guía el pistón de control, separa el aire de control 10 del agua de refrigeración y, en el estado no accionado de la válvula de conmutación, adicionalmente mantiene en la posición cerrada el pistón de control 16. Si la presión del refrigerante alcanza un valor predeterminado, entonces el pistón de control se abre de manera automática (la así llamada "fail safe operation"). En la posición abierta mostrada en la figura 5, el refrigerante puede

circular sin impedimentos desde una abertura de entrada 12 hacia una abertura de salida 13, de manera que el mismo es pulverizado sobre la barra a través de la boquilla de refrigeración 2. La figura 6 muestra la posición cerrada, donde como presión piloto 10 se aplica una alta presión, de manera que el pistón de control 16 cierra la abertura de salida 13. La válvula piloto para pilotear la válvula de conmutación 1 con la presión piloto 10 no fue representada para una mayor claridad.

En las figuras 7a y 7b se representa otra forma de ejecución de una válvula de conmutación 1, respectivamente en una posición cerrada y una posición abierta. De este modo, el pistón de control 16 es accionado directamente - en concreto de forma electromagnética - donde en el caso del accionamiento (véase la figura 7b) el pistón de control 16 se desplaza hacia el electroimán 17. De este modo se supera la fuerza elástica del fuelle ondulado 15, de manera que el refrigerante puede circular sin obstáculos a través de la carcasa de la válvula 11, hacia la boquilla de refrigeración 2. En la figura 7a, ninguna fuerza electromagnética actúa sobre el pistón de control 16, de manera que el pistón de control 16 es presionado desde el fuelle ondulado 15 contra la abertura de salida de la carcasa de la válvula 11. En ese caso, de este modo, nada de refrigerante puede circular hacia la boquilla de refrigeración 2.

En las figuras 8a y 8b se representa otra forma de ejecución de una válvula de conmutación 1, respectivamente en una posición abierta y una posición cerrada. La válvula de conmutación 1 nuevamente es pilotada mediante una válvula piloto neumática o hidráulica, no representada, de manera que el pistón de control 16 en forma de placas, en la posición cerrada de la válvula de control 1, es presionado contra la abertura de salida 13 de la carcasa de la válvula 11. En la posición abierta, la presión ambiente (o una presión levemente aumentada en comparación con la presión ambiente) se aplica como presión piloto 10, de manera que el pistón de control 16 es retraído hacia la posición abierta mediante la membrana 18.

En las figuras 9a y 9b se muestra una válvula de conmutación 1 accionada de forma directa, donde el pistón de control 16 es accionado mediante un electroimán 17. En ese caso, la membrana 18 sólo debe guiar al pistón de control 16; en este caso no es necesaria una función de hermetización, en tanto el imán pueda ser operado "húmedo". En este caso, la membrana 18 podría reemplazarse también por un resorte.

Las figuras 10a y 10b muestran un detalle de un pistón de control 16 de una válvula de conmutación pilotada de forma neumática, donde el aire de control 22 a través de perforaciones 19 en el pistón de control 16 se utiliza para soplar el espacio entre la válvula de conmutación y la boquilla de refrigeración. A través del soplado se impide la penetración de suciedad, por ejemplo escoria, en la boquilla de refrigeración, lo cual afecta favorablemente la fiabilidad de la válvula de conmutación y del dispositivo de refrigeración. Se evitan además depósitos, por ejemplo de cal, en el espacio entre el asiento de la válvula y la boquilla de refrigeración.

Las figuras 11 y 12 muestran una disposición de 22 boquillas de refrigeración que están distribuidas de modo uniforme sobre el lado más ancho 3, donde respectivamente dos boquillas de refrigeración 2 están dispuestas simétricamente con respecto al eje central del lado más ancho, donde a esas dos boquillas de refrigeración se encuentra asociada una válvula de conmutación 1. La disposición mencionada provoca por una parte condiciones de temperatura simétricas y, por otra parte, la cantidad de válvulas de conmutación 1 se reduce en el caso de una separación lo suficientemente grande de la distribución de refrigerante 4. No obstante, para influenciar condiciones de solidificación asimétricas, puede ser ventajoso asociar una única válvula de conmutación 1 a cada boquilla de refrigeración. En esa forma de ejecución a todas las válvulas de conmutación 1 se aplica una presión piloto 10 común, donde la diferente apertura o cierre de un elemento de conmutación de una válvula de conmutación 1 se alcanza a través de rigideces del resorte seleccionadas de modo diferente.

Las figuras 13a y 13b muestran dos formas de ejecución de una válvula de conmutación 1 controlada de forma directa, por ejemplo a través de un electroimán, como en las figuras 7a, 7b, 9a, 9b; donde dicha válvula abastece de refrigerante a dos boquillas de refrigeración 2. En la figura 13a, en la dirección de flujo 23 del refrigerante, respectivamente entre una abertura de salida 13 de la válvula de conmutación 1 y una boquilla de refrigeración 2, se encuentra dispuesta una válvula de retención con un resorte 20; en lugar de la válvula de retención con un resorte 20, en la figura 13b se muestra una válvula de retención 20 controlada por piloto. En esa forma de ejecución no es necesario disponer la válvula de conmutación 1 en las proximidades de la boquilla de refrigeración 2, ya que incluso en el caso de una válvula de conmutación 1 cerrada una presión hidráulica se encuentra encerrada en las líneas entre la válvula de conmutación 1 y la válvula de retención 20. Después de la apertura de la válvula de conmutación 1, en la línea sólo debe constituirse una presión relativa más reducida para desbloquear la válvula de retención 20 y pulverizar el refrigerante sobre la barra 3, en la dirección de flujo 23. A través de la disposición de la válvula de retención 20 inmediatamente antes de la boquilla de refrigeración 2 solamente una cantidad muy reducida de refrigerante es aplicada aún sobre la barra 3 después del cierre de la válvula de conmutación 1 (la así llamada pulverización posterior).

Para impedir un atascamiento de la boquilla de refrigeración 2 a través de suciedad o de depósitos (cal, etc.), de manera opcional, entre la válvula de retención 20 y la boquilla de refrigeración 2, puede estar dispuesto para el soplado también un dispositivo de soplado (por ejemplo una abertura de soplado - véanse las figuras 10a y 14, referencia 19 - o una conexión separada de aire comprimido).



5 La figura 14 muestra una válvula de conmutación 1 pilotada de forma neumática, con un fuelle ondulado 15. En el interior de la carcasa de la válvula 11 se encuentra un pistón de control 16 al que se aplica una presión de control 10. A través de la presión de control, el pistón de control 16 es presionado contra la abertura de salida 13 - la cual no puede observarse en esta vista - de manera que nada de refrigerante puede circular desde la abertura de entrada 12 hacia la boquilla de refrigeración 2. Para reducir los costes operativos correspondientes al aire de control, relativamente costoso, (véanse las figuras 10a, 10b), la válvula de control 1, en la dirección de flujo 23, antes del extremo de la boquilla de refrigeración 2 presenta dos aberturas de soplado 19 que son sopladas permanentemente con aire de soplado. Para ello, las aberturas de soplado 19 se encuentran conectadas a una fuente de aire comprimido. Las dos aberturas de soplado, en un plano normal con respecto a la dirección de flujo 23, están dispuestas de forma opuesta una con respecto a otra (desplazamiento angular  $\beta = 180^\circ$ ), de manera que el aire de soplado no desvía un chorro de refrigerante.

10 La disposición de al menos una abertura de soplado entre una abertura de salida 13 de la carcasa de la válvula 11 y una boquilla de refrigeración no se limita a válvulas de conmutación 1 pilotadas de forma neumática; esta forma de ejecución puede emplearse naturalmente también en el caso de válvulas de conmutación controladas de forma directa (véanse las figuras 7a, 7b, 9a, 9b).

15 Naturalmente, la invención no se limita de ningún modo a formatos de desbastes; más bien puede aplicarse también en formatos de palanquillas, desbastes cuadrados, y en los así llamados formatos "en forma de hueso de perro" (beam blank).

#### Lista de referencias

- 20 1 válvula de conmutación
- 2 boquilla de refrigeración
- 3 barra
- 4 distribución de agua
- 5 señal de control
- 25 6 cantidad de flujo
- 7 válvula piloto
- 8 presión alta
- 9 presión baja
- 10 presión de control
- 30 11 carcasa de la válvula
- 12 abertura de entrada
- 13 abertura de salida
- 14 fuelle de membrana
- 15 fuelle ondulado
- 35 16 pistón de control
- 17 electroimán
- 18 membrana
- 19 perforación
- 20 válvula de retención

21 agua de refrigeración

22 aire de control

23 dirección de flujo

e error de regulación

5 f frecuencia portadora

$\chi$  relación de amplitud del pulso

u variable de ajuste

$T_{PMM}$  período

T temperatura

**REIVINDICACIONES**

1. Método para refrigerar una barra metálica (13), preferentemente una barra de acero, en una guía de rodillos de una máquina de colada continua, el cual presenta los siguientes pasos del método:
- 5 - control activo de una válvula de conmutación (1) conmutable a través de una señal de control binaria (5), donde el control tiene lugar en función de una potencia de refrigeración deseada;
- 10 - accionamiento de un elemento de conmutación (16) de la válvula de conmutación en función de la señal de control (5), donde el elemento de conmutación (16), en función de la señal de control (5), es llevado desde una posición cerrada hacia una posición abierta, o de forma inversa, y el flujo de un refrigerante (21) a través de la válvula de control (1) se encuentra abierto en el caso de una posición abierta del elemento de conmutación (16) y se encuentra cerrado en el caso de una posición cerrada del elemento de conmutación (16); a continuación
- aplicación intermitente del refrigerante (21), mediante una boquilla de refrigeración (2), en la barra (3).
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque la señal de control binaria (5) es una señal de control (5) modulada por la amplitud del pulso (PWM).
- 15 3. Método según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque el elemento de conmutación (16) es accionado de forma directa, en particular de forma electromagnética.
4. Método según una de las reivindicaciones 1 a 2, caracterizado porque el elemento de conmutación (16) es accionado de forma indirecta, en particular de forma neumática o hidráulica.
- 20 5. Método según la reivindicación 4, caracterizado porque la válvula de conmutación (1) es piloteada de forma neumática, donde la presión piloto (10) neumática, de manera alternativa, conecta dos niveles de presión (8, 9) diferentes, donde preferentemente el nivel de presión (9) más reducido es mayor que la presión ambiente.
6. Método según la reivindicación 2, caracterizado porque el control de al menos una señal de control (5) modulada por la amplitud del pulso del grupo de una frecuencia portadora (f) y una relación de la amplitud del pulso ( $\chi$ ) de la señal de control modulada por la amplitud del pulso (5) tiene lugar en función de una edad de la barra o de una posición de la barra, de la barra (3).
- 25 7. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la presión del refrigerante (21) se modifica en función de la potencia de refrigeración deseada.
8. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque antes del control de la válvula de conmutación (1) activamente conmutable, a través de una señal de control binaria (5), se realizan los siguientes pasos del método:
- 30 - determinación de una temperatura T de la barra (3), preferentemente de una temperatura de la superficie de la barra (3) en un área de incidencia del refrigerante (21), que sale desde la boquilla de refrigeración (2), sobre la barra (3);
- determinación de un error de regulación  $e = T_{\text{Soll}} - T$  considerando una temperatura deseada  $T_{\text{Soll}}$  de la barra (3);
- 35 - cálculo de una variable de ajuste u mediante un dispositivo de regulación, en función del error de regulación e, donde la potencia de refrigeración deseada se regula mediante la señal de control (5) en función de la variable de ajuste u.
9. Método según una de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el espacio entre la válvula de conmutación (1) y la boquilla de refrigeración (2) en la posición cerrada del elemento de conmutación (16) es soplado con aire (22).
- 40 10. Válvula de conmutación (1) para la apertura y el cierre intermitentes de un flujo volumétrico de un refrigerante (21) que es adecuado para refrigerar una barra metálica (3) en una guía de rodillos de una máquina de colada continua, la cual presenta:
- una carcasa de la válvula (11) estanca a la presión, la cual comprende al menos una abertura de entrada (12) para introducir el refrigerante (21) en la carcasa de la válvula (11) y al menos una abertura de salida (13) para hacer salir el refrigerante (21) desde la carcasa de la válvula (11);

- un elemento de conmutación (16) para abrir y cerrar la abertura de salida (13), donde el elemento de conmutación (16) está realizado de forma móvil con respecto a la carcasa de la válvula (11); y
- 5 un dispositivo de accionamiento (7, 17) para accionar el elemento de conmutación (16) en función de una señal de control (5), caracterizada porque al menos una abertura de soplado (19) está dispuesta en la dirección de flujo (23) del refrigerante, antes de la boquilla de refrigeración (2), para el soplado de la boquilla de refrigeración (2).
11. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado porque la abertura de salida (13) está conectada a una boquilla de refrigeración (2) para aplicar el refrigerante (21) sobre la barra (3).
12. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado porque la abertura de salida (13) está conectada a varias boquillas de refrigeración (2) para aplicar el refrigerante (21) sobre la barra (3).
- 10 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 11 a 12, caracterizado porque entre la abertura de salida (13) de la carcasa de la válvula (11) y una boquilla de refrigeración (2) está dispuesta una válvula de retención (20).
14. Dispositivo según la reivindicación 13, caracterizado porque la válvula de retención (20), en la dirección de flujo (23), se encuentra dispuesta inmediatamente antes de la boquilla de refrigeración (2).
- 15 15. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 14, caracterizado porque el elemento de conmutación (16) comprende un pistón de control (16), donde un fuelle (14, 15) o una membrana (18) guían el pistón de control (16) con respecto a la carcasa de la válvula (11) o eventualmente lo hermetizan.
16. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 15, caracterizado porque el dispositivo de accionamiento (7, 17) está diseñado como un dispositivo de accionamiento eléctrico, preferentemente como un electroimán (17).
- 20 17. Dispositivo según una de las reivindicaciones 10 a 15, caracterizado porque el dispositivo de accionamiento (7, 17) está diseñado como un dispositivo de accionamiento neumático, preferentemente como una válvula neumática de 3/2 vías (7) o como válvulas neumáticas de 2/2 vías (7).
18. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado porque el pistón de control (16) presenta al menos una abertura de soplado (19) para soplar el espacio entre la válvula de conmutación (1) y la boquilla de refrigeración (2).
- 25 19. Dispositivo según la reivindicación 18, caracterizado porque a la abertura de soplado (19) se encuentra asociada una válvula de retención (20).
20. Dispositivo según la reivindicación 10, caracterizado porque al espacio entre la abertura de salida (19) de la carcasa de la válvula (11) y una boquilla de refrigeración (2) se encuentra asociada al menos una abertura de soplado (19).
- 30 21. Dispositivo según la reivindicación 20, caracterizado porque varias aberturas de soplado (19) están dispuestas en un plano normal con respecto a la dirección del flujo del refrigerante o sobre una superficie cónica, donde el refrigerante atraviesa el cono que se encuentra asociado a la superficie cónica, en la dirección del eje del cono.
22. Dispositivo según la reivindicación 21, caracterizado porque las aberturas de soplado (19) en el plano normal o sobre la superficie cónica están dispuestas unas con respecto a otras observando una distancia angular constante.
- 35 23. Barra de refrigeración, caracterizada porque varias válvulas de conmutación (1) y boquillas de refrigeración (2) según una de las reivindicaciones 10 a 23 están reunidas formando una unidad de construcción, para la disposición en una abertura entre rodillos de la guía de rodillos.

Fig 1

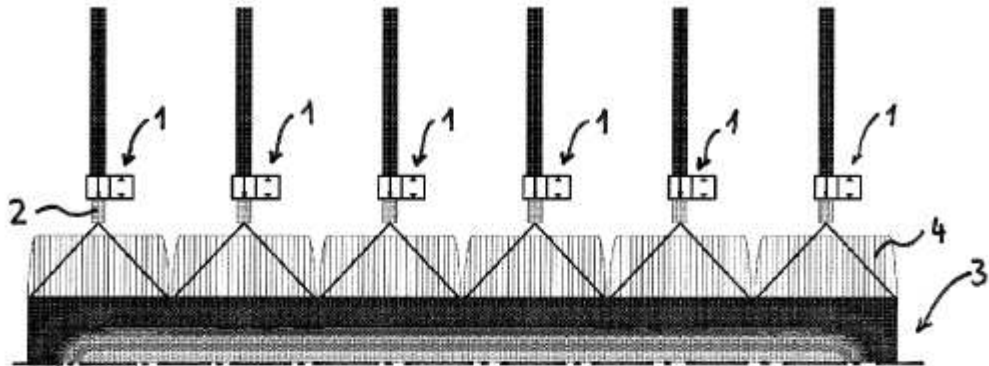


Fig 2

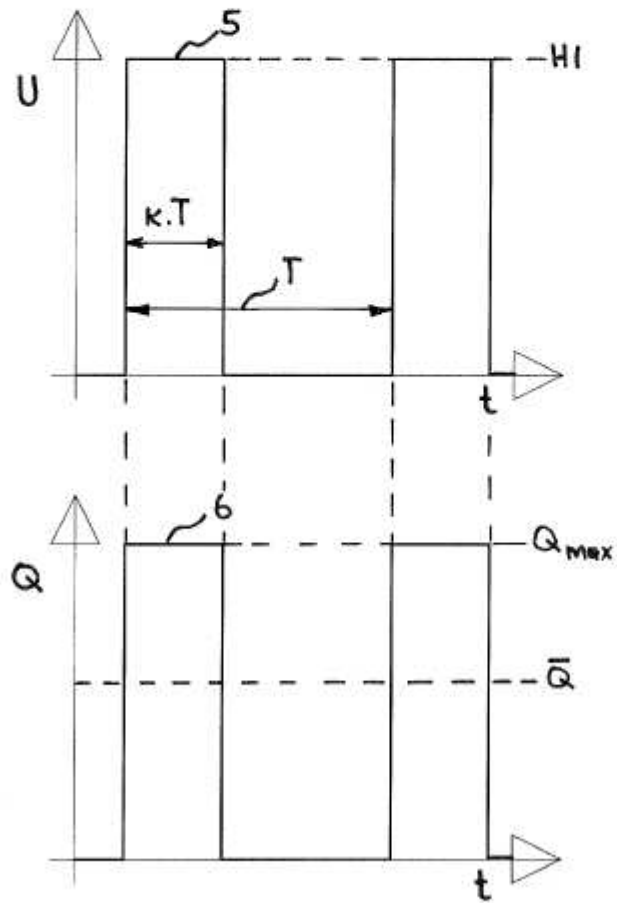


Fig 3

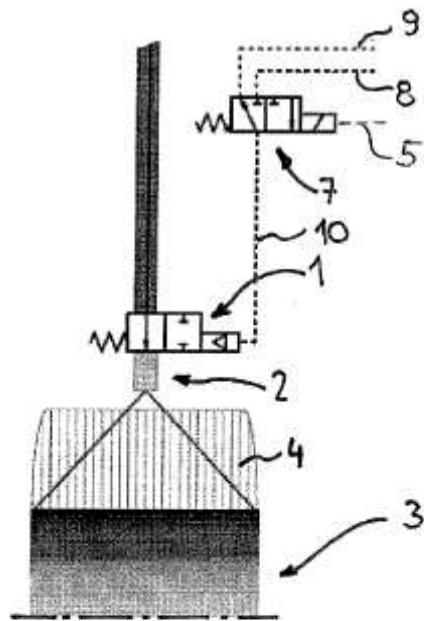


Fig 4

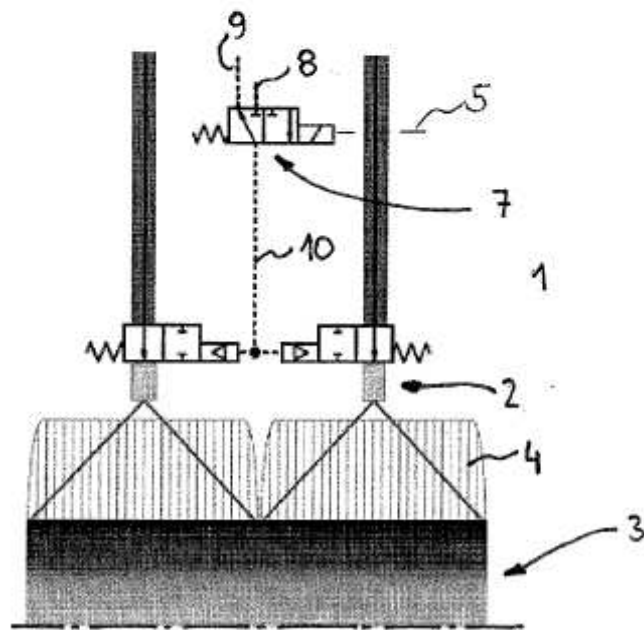


Fig 5

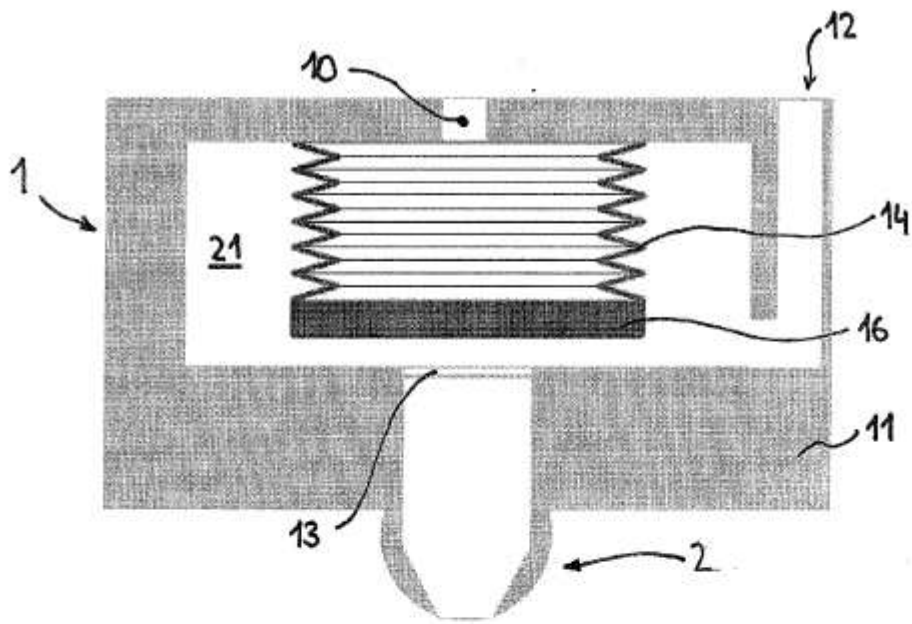
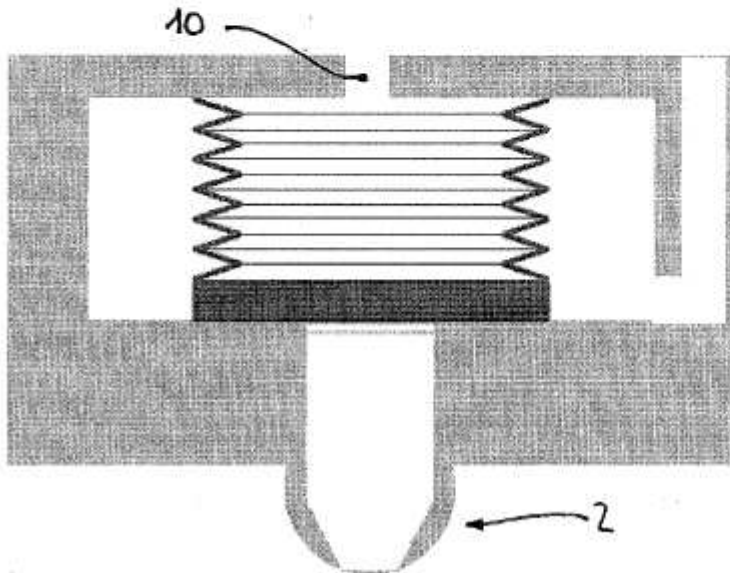


Fig 6



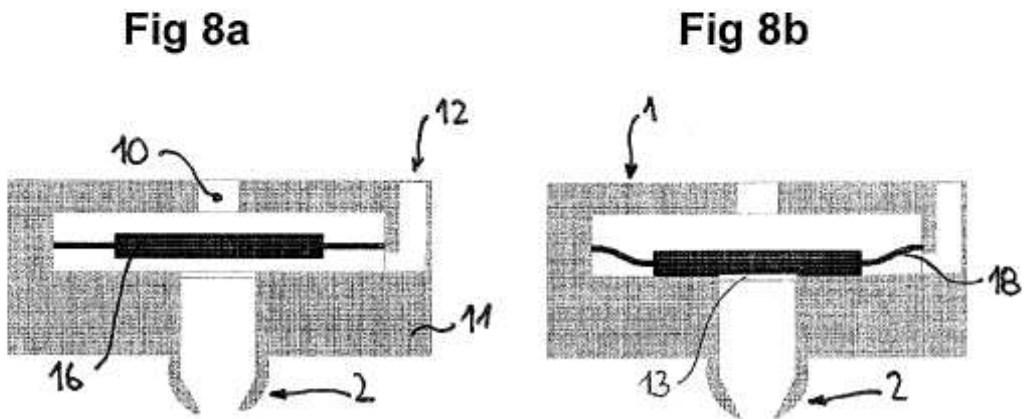
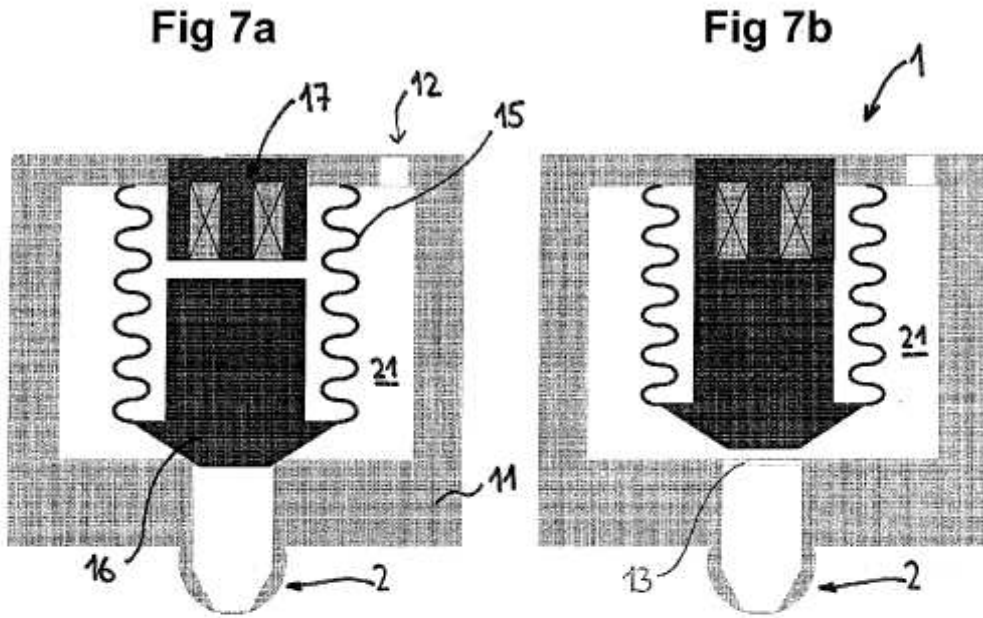




Fig 9a

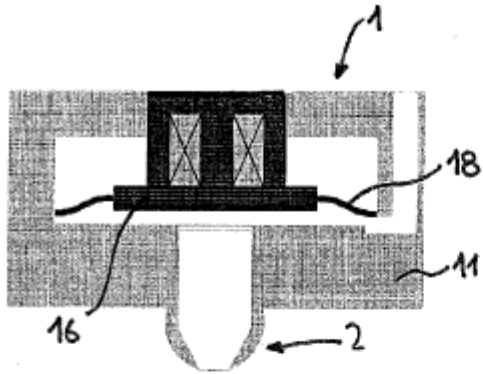


Fig 9b

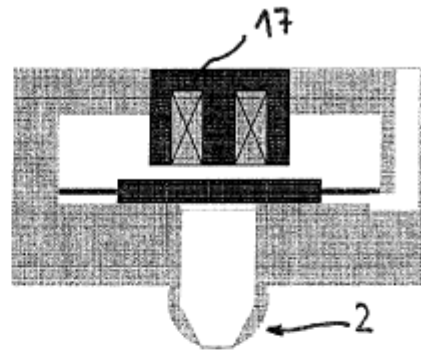


Fig 10a

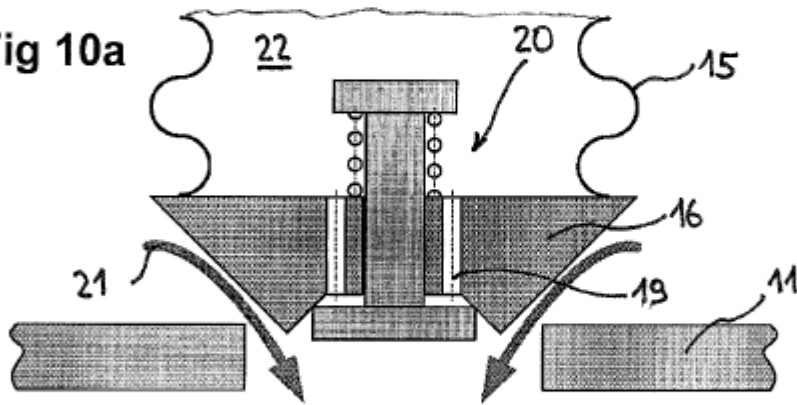


Fig 10b

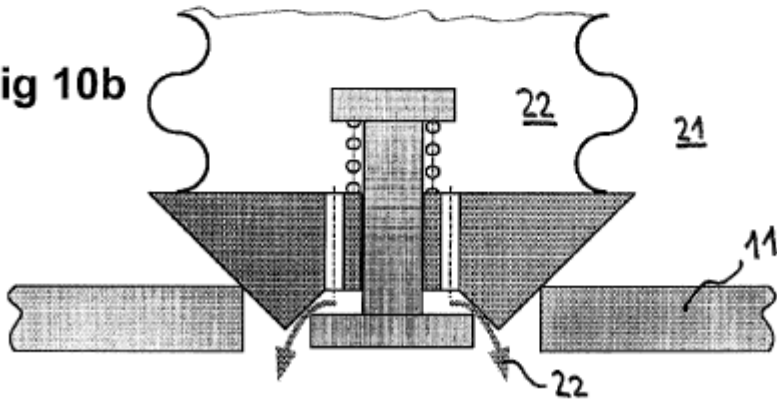


Fig 11

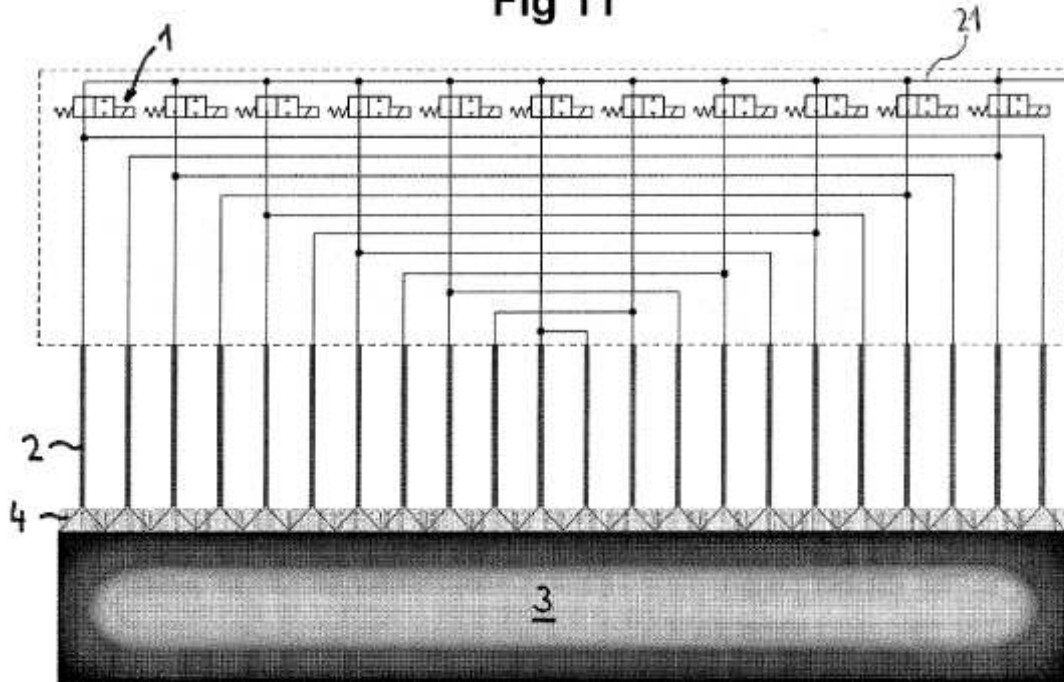


Fig 12

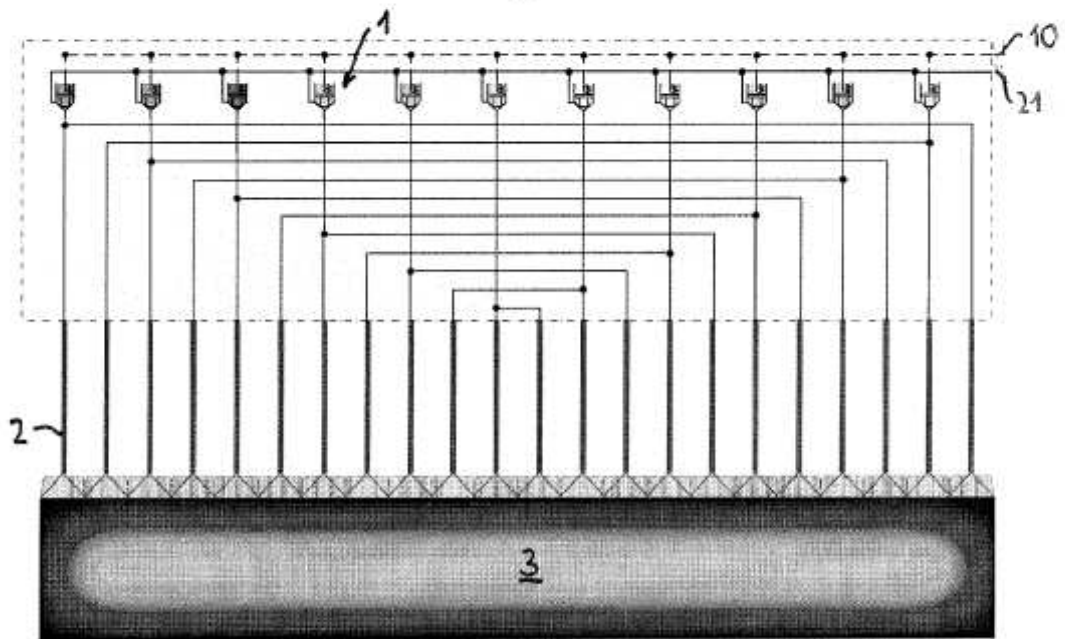


Fig 13a

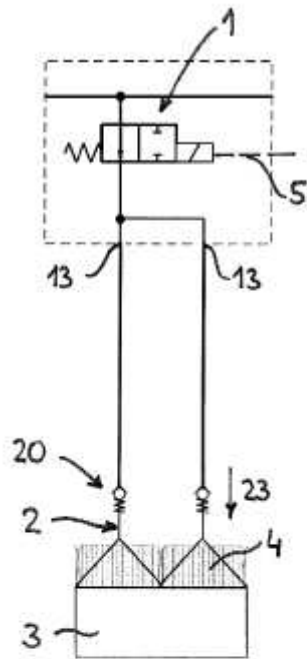


Fig 13b

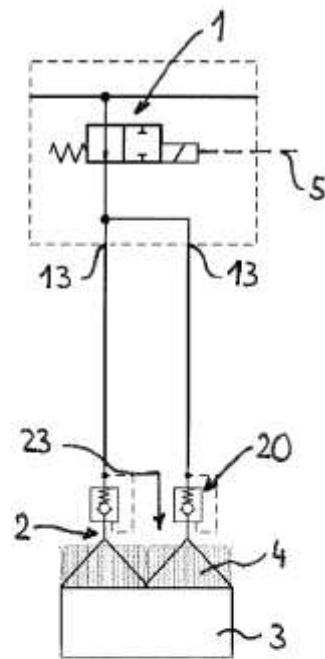


Fig 14

