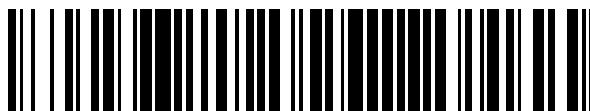


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 652 167**

51 Int. Cl.:

F02M 55/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.07.2013 PCT/EP2013/065318**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.01.2014 WO14013059**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.07.2013 E 13750515 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 2875231**

54 Título: **Sistema de inyección de combustible**

30 Prioridad:

19.07.2012 DE 102012212745

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

31.01.2018

73 Titular/es:

**FMP TECHNOLOGY GMBH FLUID
MEASUREMENTS & PROJECTS (100.0%)
Am Weichselgarten 34
91058 Erlangen, DE**

72 Inventor/es:

**DURST, FRANZ;
ZEILMANN, MICHAEL y
MOHANTY, RITESH PRASHANNA**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 652 167 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

Sistema de inyección de combustible

La invención se refiere a un sistema de inyección de combustible, en especial a un sistema de inyección common rail según el preámbulo de la reivindicación 1.

5 Por el documento WO 2004/036029 A1, por ejemplo, se conoce un sistema de inyección de combustible de este tipo. En el caso del sistema de inyección de combustible conocido, un dispositivo de amortiguación para amortiguar las pulsaciones de presión presenta una pieza insertada de metal sinterizado.

10 El documento DE 103 51 089 A1 revela un procedimiento para la reducción de las pulsaciones de presión en un sistema hidráulico con un flujo hidráulico que se aporta a un amortiguador de pulsaciones. El amortiguador de pulsaciones presenta una pluralidad de canales de flujo para dividir el flujo hidráulico en una pluralidad de flujos parciales.

El documento EP 1 741 925 A1 se refiere a un inyector que presenta un amortiguador dotado de varias perforaciones.

15 El documento JP 08261099 A revela un amortiguador de pulsaciones en el que en una carcasa se alojan bolas con dos diámetros diferentes.

20 Por el documento DE 10 2006 016 937 A1 se conoce un amortiguador de pulsaciones hidráulico en el que un elemento filtrante de polietileno espumado o tela metálica sinterizada o tejido de fibra de vidrio se aloja en una carcasa como elemento amortiguador. Un sistema de inyección de combustible como éste también se conoce por el documento JP09170514A. Los dispositivos de amortiguación conocidos por el estado de la técnica requieren unos costes de fabricación relativamente altos. Si se utilizan medios porosos como elementos amortiguadores, existe el riesgo de una obstrucción causada por las partículas de suciedad. En el caso de los vehículos diésel existe el riesgo adicional de que el medio filtrante se obstruya como consecuencia de la precipitación de parafina, especialmente en invierno a bajas temperaturas.

25 La tarea de la presente invención consiste en suprimir los inconvenientes según el estado de la técnica. Se debe proponer, en especial, un sistema de inyección de combustible con un dispositivo de amortiguación que se pueda fabricar de forma sencilla y económica. Según otro objetivo de la invención, el dispositivo de amortiguación debe garantizar que el sistema de inyección de combustible funcione en lo posible sin fallos.

Esta tarea se resuelve gracias a las características de la reivindicación 1. De las características de las reivindicaciones 2 a 13 resultan configuraciones convenientes de la invención.

30 Conforme a la invención se propone que el dispositivo de amortiguación presente un tubo en el que se prevé un núcleo mantenido a distancia por medio de un distanciador configurando un paso anular. El dispositivo de amortiguación propuesto puede fabricarse de forma sencilla y económica utilizando unas pocas piezas. La previsión de un paso anular logra que el dispositivo de amortiguación no sea sensible a la obstrucción por impurezas o parafina contenida en el combustible.

35 Por el término "paso anular" se entiende, en el sentido de la presente invención, un paso que se extiende fundamentalmente por toda la longitud axial del núcleo, preferiblemente cilíndrico. El paso anular presenta una anchura de hendidura radial que es fundamentalmente constante por toda la longitud axial del núcleo. El paso anular posee fundamentalmente orificios anulares de entrada y de salida. El paso anular también se puede interrumpir a lo largo de su perímetro, por ejemplo, mediante los distanciadores necesarios para la sujeción del núcleo.

40 Se ha demostrado que resulta ventajoso que una longitud axial l del núcleo sea de 0,5 a 50 mm. Una anchura de hendidura δ proporcionada por la diferencia entre un diámetro interior d del tubo y un diámetro exterior D del núcleo es convenientemente de 5 μm a 200 μm. Además se ha demostrado que resulta conveniente que el diámetro exterior D del núcleo sea de unos 0,5 a 50 mm, preferiblemente de 2 a 20 mm. Un dispositivo de amortiguación así diseñado se caracteriza por una excelente amortiguación de las pulsaciones de presión, especialmente para los sistemas de inyección common rail.

45 De acuerdo con una configuración ventajosa de la invención, la longitud l y la anchura de hendidura δ se eligen de manera que una pérdida de presión ΔP sea de entre 3 y 12 bar, preferiblemente de entre 6 y 9 bar, aplicándose:

$$\Delta P = [\text{const.} * \mu * \dot{v} * l] / [\delta^3 * D],$$

y siendo

50 μ una viscosidad preestablecida del combustible líquido,

ṽ un caudal regulable y

D el diámetro exterior del núcleo.

En el caso del valor μ se trata de la viscosidad del combustible líquido respectivamente utilizado, por ejemplo, la viscosidad del gasóleo o de la gasolina. El caudal preestablecido resulta en especial de la configuración de los

- inyectores respectivamente utilizados para la presión de inyección y de los tiempos de inyección. Como se puede ver en la relación anterior, la pérdida de presión ΔP se ajusta convenientemente a un valor de, por ejemplo, 7 bar. En caso de una viscosidad determinada del combustible líquido, así como de un caudal determinado, resulta directamente una relación adecuada entre la longitud l , el diámetro exterior D del núcleo, así como la anchura de la hendidura δ . Por ejemplo, en caso de una longitud l preestablecida, se puede calcular una anchura de hendidura δ apropiada o viceversa. La pérdida de presión ΔP antes citada se aplica a $\mu = 10^{-3}$ Ns/m² y $\dot{v} = 0,25$ l/min. En relación con otras viscosidades μ y/o caudales \dot{v} se puede calcular una pérdida de presión ΔP adecuada según la fórmula anterior.
- Conforme a una configuración ventajosa, los distanciadores se distribuyen uniformemente por el perímetro exterior del núcleo. Especialmente pueden repartirse n distanciadores respectivamente en un ángulo de $360^\circ/n$ por el perímetro exterior del núcleo a distancia unos de otros.
- Los distanciadores pueden ser piezas separadas configuradas, por ejemplo, a modo de barra o de alma. De esta manera, el núcleo se puede retener mediante unión por fricción en el tubo formando un paso anular. Es aconsejable que los distanciadores en forma de barra o de alma se extiendan a lo largo de toda la longitud axial del núcleo. El núcleo se configura preferiblemente cilíndrico. El mismo puede ser puntiagudo al menos por un extremo a modo de cono.
- Según una configuración ventajosa de la invención, el núcleo se configura en una pieza con los distanciadores. Igualmente el tubo también se puede configurar en una pieza con los distanciadores. Resulta conveniente fabricar el núcleo y/o el tubo mediante prensado por extrusión. El tubo y/o el núcleo se fabrican convenientemente de metal, con preferencia de acero fino.
- De acuerdo con una configuración especialmente ventajosa de la invención, el núcleo se contrae en el tubo. El proceso de contracción puede llevarse a cabo de forma sencilla y económica. En comparación con el estado de la técnica, de este modo se puede fabricar un dispositivo de amortiguación para amortiguar las pulsaciones de presión en un sistema de inyección de combustible de una manera especialmente sencilla y económica.
- Según otra configuración, los distanciadores están formados por espigas que se introducen en las perforaciones previstas en el núcleo. En el caso de las perforaciones puede tratarse de agujeros ciegos. Las espigas se extienden por una distancia preestablecida más allá del perímetro del núcleo. Su superficie exterior orientada hacia el tubo puede presentar un radio que corresponda al radio interior del tubo, de manera que en el estado de montaje los pernos se ajusten en arrastre de forma a la pared interior del tubo. Las perforaciones se desarrollan radialmente con respecto a un eje del núcleo. En un plano axial del núcleo se prevén al menos tres, preferiblemente cuatro, espigas repartidas ventajosamente de forma uniforme por el perímetro que actúan como distanciadores.
- A continuación se explica más detalladamente un ejemplo de realización de la invención por medio de los dibujos. Se muestra en la:
- Figura 1 una vista esquemática de un sistema de inyección de combustible,
- Figura 2 una vista en planta de un dispositivo de amortiguación,
- Figura 3 una vista lateral del núcleo según la figura 2,
- Figura 4 una configuración de un núcleo,
- Figura 5 otra configuración de un núcleo,
- Figura 6 una vista en planta de un segundo dispositivo de amortiguación,
- Figura 7 una vista en planta de un tercer dispositivo de amortiguación no incluido en el texto de la reivindicación,
- Figura 8 una vista en planta del núcleo según la figura 7,
- Figura 9 una simulación de la evolución de la presión en el inyector, así como en el tubo common rail sin dispositivo de amortiguación,
- Figura 10 una medición de la evolución de la presión en el inyector, así como en el tubo common rail sin dispositivo de amortiguación,
- Figura 11 una simulación de la evolución de la presión en el inyector y en el tubo common rail con dispositivo de amortiguación,
- Figura 12 otra simulación de la evolución de la presión en el inyector y en el tubo common rail sin dispositivo de amortiguación,
- Figura 13 otra simulación según la figura 10, previéndose un dispositivo de amortiguación,
- Figura 14 una vista lateral de otra configuración de un núcleo y
- Figura 15 una vista en planta según la figura 14.

La figura 1 muestra esquemáticamente un sistema de inyección de combustible según la invención, concretamente un sistema de inyección common rail. En un depósito 1 se aloja combustible F. En una tubería de combustible 2 que se aleja del depósito 1 se conecta un filtro de combustible 3. El número de referencia 4 identifica una bomba de alimentación de combustible con la que se aporta el combustible F a una bomba de alta presión 6 a través de una válvula reguladora de presión 5. La bomba de alta presión 6 se conecta a un tubo de distribución 8 a través de una primera tubería de alta presión 7. El tubo de distribución 8 se conecta a un inyector 10 a través de una segunda tubería de alta presión 9. En el presente ejemplo se prevén cuatro segundas tuberías de alta presión 9 a las que se conecta flujo abajo respectivamente un inyector 10.

Con el número de referencia 11 se identifica un equipo de control con el que se controlan los inyectores 10 en dependencia de una pluralidad de parámetros. El equipo de control 10 se conecta, entre otros, a un limitador de presión 12, a un sensor de presión rail 13, a un sensor de temperatura de combustible 14, así como a la válvula reguladora de presión 5 con fines de medición y control. Con el número de referencia 14 se identifican los dispositivos de amortiguación previstos flujo abajo en el tubo de distribución 8.

Los dispositivos de amortiguación 14 se montan aquí directamente en el tubo de distribución 8 respectivamente en una salida prevista para cada una de las segundas tuberías de alta presión 9. Las segundas tuberías de alta presión 9 se conectan a una salida de los dispositivos de amortiguación 14. Sin embargo, también cabe la posibilidad de conectar los dispositivos de amortiguación 14 en las segundas tuberías de alta presión 9 o de montarlos en un extremo de las segundas tuberías de alta presión 9 por el lado del inyector.

La figura 2 muestra una vista en planta de un dispositivo de amortiguación 14. Éste comprende un tubo 15 en el que se sujeta un núcleo 17 por medio de distanciadores 16. Como se puede ver especialmente en la figura 3, los distanciadores 16 se extienden a lo largo de toda la longitud axial del núcleo cilíndrico 17. Los mismos están separados radialmente 90° unos de otros.

El núcleo 17 se contrae convenientemente en el tubo 15. Esto garantiza una sujeción segura y fiable del núcleo 17 en el tubo 15. Con el número de referencia 18 se identifica un paso anular que queda entre los distanciadores 16, el núcleo 17 y el tubo 15.

El paso anular 18 se puede interrumpir especialmente mediante distanciadores 16. También se puede dividir, por medio de los distanciadores 16, en secciones de paso anular formando cada una un paso separado para el combustible F que fluye a través del mismo.

La figura 4 muestra un ejemplo de realización de un núcleo 17. En este caso, los segundos distanciadores 19 se enrollan alrededor del perímetro exterior del núcleo 17, es decir, se forman a modo de una sección de hélice. Como consecuencia, utilizando un núcleo 17 como éste se forma en el dispositivo de amortiguación 14 un flujo con rotación. Mediante la configuración de los segundos distanciadores 19 se puede influir en el comportamiento de amortiguación del dispositivo de amortiguación 14.

La figura 5 muestra otra configuración de un núcleo 17 en cuyo perímetro exterior se prevén terceros distanciadores 20.

En este caso, los terceros distanciadores 20 no se extienden por toda la longitud axial del núcleo 17, sino solamente por una sección axial relativamente pequeña. La figura 6 muestra otro dispositivo de amortiguación. En la cara interior del tubo 21 se moldean cuartos distanciadores 22. Un tubo 21 de este tipo se puede fabricar, por ejemplo, mediante prensado por extrusión. Un núcleo 17 configurado cilíndricamente se puede fijar en su interior de forma rápida y sencilla mediante contracción.

Las figuras 7 y 8 muestran una vista en planta de un tercer dispositivo de amortiguación no incluido en el texto de la reivindicación. En este caso, en un tubo cilíndrico 15 se sujeta un núcleo 17 configurado en la sección transversal "a modo de rueda dentada". El núcleo 17 también se puede fabricar, por ejemplo, mediante extrusión. Éste se contrae convenientemente en el tubo 15.

El dispositivo de amortiguación puede presentar una longitud de 2 a 50 mm, preferiblemente de 5 a 20 mm. La anchura de hendidura es convenientemente de 5 a 200 µm, con preferencia de 80 a 120 µm. El dispositivo de amortiguación puede conectarse en la zona del tubo de distribución 8, en especial en la entrada del tubo de distribución 8 y/o en las segundas tuberías de alta presión 9.

De acuerdo con una configuración especialmente ventajosa, el elemento de amortiguación se combina con un dispositivo de medición de presión. Con el dispositivo de medición de presión se puede medir la presión flujo arriba y flujo abajo del dispositivo de amortiguación. El caudal másico actual se puede determinar a partir de la diferencia de las presiones medidas.

El dispositivo de amortiguación puede presentar flujo arriba del núcleo un tubo de entrada y flujo abajo del núcleo un tubo de salida. Un diámetro del tubo de entrada y del tubo de salida es convenientemente menor que un diámetro del tubo que rodea el núcleo. Para la conexión del dispositivo de medición de presión se puede prever un tubo de entrada y un tubo de salida respectivamente con una perforación, con preferencia, con una perforación roscada.

La figura 9 muestra la evolución de la presión en el inyector, así como en el tubo common rail en un sistema de inyección de combustible que presenta un dispositivo de amortiguación. La simulación se basa en un cálculo que se

ha realizado con el programa "LMS Imagine.Lab AMESim" de la empresa LMS International NV. La simulación se ha llevado a cabo utilizando las siguientes condiciones límite:

	Presión	200 bar
	Volumen del tubo common rail	60 cm ³
5	Diámetro de la tubería de inyección	3 mm
	Longitud de la tubería de inyección	87 mm
	Diámetro del orificio controlable electrónicamente	2 mm
	Volumen inyectado	0,5 mm ³
	Diámetro del inyector	0,3 mm
10	Especialmente a partir de la evolución de la presión en el tubo common rail (línea continua) se puede reconocer que el inyector está abierto en la ventana de tiempo entre 1 ms y 5 ms. A partir de ese momento se producen en el inyector (línea discontinua) 5 ms de pulsaciones de presión que presentan una amplitud máxima inicial de unos 10 bar que después disminuye.	

15 La figura 10 muestra el resultado de las mediciones que confirman la simulación reproducida en la figura 9. Aquí el inyector (línea discontinua) también se abre en la ventana de tiempo entre 1 ms y 5 ms aproximadamente.

La figura 11 muestra una simulación de las evoluciones de la presión en el inyector (línea discontinua) y en el tubo common rail (línea continua), estando dotado el sistema de inyección de combustible de un dispositivo de amortiguación según la invención. Para la simulación se han utilizado los siguientes parámetros adicionales:

	Diámetro interior d del tubo	10,00 mm
20	Diámetro exterior D del núcleo	9,94 mm
	Longitud ℓ del amortiguador	10,00 mm

Como se puede ver en la figura 11, después de cerrar el inyector apenas se producen pulsaciones de presión en el sistema de inyección de combustible. En especial no se puede observar en el tubo common rail ninguna pulsación de presión.

25 La figura 12 muestra otra simulación de las evoluciones de la presión en el inyector (línea discontinua) y en el tubo common rail (línea continua), no previéndose ningún dispositivo de amortiguación. La otra simulación se refiere a una inyección múltiple, en la que el inyector se abre tres veces durante un período de 1,5 ms aproximadamente. Como se puede ver en la figura 12, en este caso se producen en el inyector unas pulsaciones de presión considerables.

30 La figura 13 muestra otra simulación según la figura 12, estando aquí dotado el sistema de inyección de combustible de un dispositivo de amortiguación según la invención. En este caso también puede observarse que prácticamente no se produce ninguna pulsación de presión en el inyector (línea discontinua) ni en el tubo common rail (línea continua).

En las simulaciones mostradas en las figuras 12 y 13 se han utilizado las condiciones límite anteriores.

35 Por consiguiente, el dispositivo de amortiguación propuesto provoca en un sistema de inyección de combustible, especialmente en un sistema de inyección common rail, una amortiguación excelente de las pulsaciones de presión. De este modo es posible controlar mejor la combustión en un motor de combustión interna y, por lo tanto, reducir una expulsión de gases de escape no deseada.

40 Las figuras 14 y 15 muestran otra configuración de un núcleo 17. El núcleo 17 presenta una pieza central cilíndrica. Los dos extremos del núcleo 17 se configuran cónicos y terminan en punta. El núcleo 17 presenta perforaciones 23 que se desarrollan radialmente en las que se introducen espigas 24 que sobresalen del perímetro del núcleo 17 a lo largo de una distancia preestablecida. Las espigas 24 actúan como distanciadores. Las perforaciones 23 están repartidas por el perímetro ventajosamente de forma radial desplazadas 90°. Se pueden prever varios planos axiales en los que se prevén tres, cuatro o más espigas 24 radialmente alrededor del perímetro. El núcleo 17 descrito en las figuras 14 y 15 se puede adaptar o contraer en un tubo cilíndrico 15, de forma similar a la de los núcleos 17 descritos en las figuras 2 a 7. Así resulta un dispositivo de amortiguación fácil de fabricar.

Lista de referencias

	1	Depósito
50	2	Tubería de combustible
	3	Filtro de combustible

ES 2 652 167 T3

	4	Bomba de alimentación de combustible
	5	Válvula reguladora de presión
	6	Bomba de alta presión
	7	Primera tubería de alta presión
5	8	Tubo de distribución
	9	Segunda tubería de alta presión
	10	Inyector
	11	Equipo de control
	12	Limitador de presión
10	13	Sensor de presión rail
	14	Dispositivo de amortiguación
	15	Tubo
	16	Primer distanciador
	17	Núcleo
15	18	Paso anular
	19	Segundo distanciador
	20	Tercer distanciador
	21	Tubo adicional
	22	Cuarto distanciador
20	23	Perforación
	24	Espiga
	F	Combustible

REIVINDICACIONES

1. Sistema de inyección de combustible, especialmente un sistema de inyección common rail, en el que el combustible (F) se guía desde un tubo de distribución (8), a través de tuberías de alta presión (9), respectivamente a inyectores (10) con los que el combustible (F) se puede inyectar durante un ciclo de inyección con varios impulsos de inyección, estando dotada cada una de las tuberías de alta presión (9) de al menos un dispositivo de amortiguación (14) para la amortiguación de las pulsaciones de presión, caracterizado por que el dispositivo de amortiguación (14) presenta un tubo (15, 21) en el que se prevé un núcleo sólido (17) retenido a distancia por medio de distanciadores (16, 19, 20, 22) configurando un paso anular interrumpido (18), extendiéndose los distanciadores (16, 19, 20, 22) radialmente desde la cara interior del tubo (15, 21) hasta la cara exterior del núcleo (17), extendiéndose los distanciadores (16, 19, 20, 22) bien
- a) axialmente por toda la longitud del núcleo cilíndrico (17) paralelamente a la dirección axial o bien
 b) por toda la longitud del núcleo cilíndrico (17) y enrollándose, a modo de una sección de hélice, alrededor del perímetro exterior del núcleo (17) o bien
 c) sólo por una sección axial del núcleo (17) relativamente pequeña paralelamente a la dirección axial.
2. Sistema de inyección de combustible según la reivindicación 1, siendo una longitud axial l del núcleo de 0,5 a 50 mm.
3. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, siendo una anchura de hendidura δ , proporcionada por la diferencia entre un diámetro interior d del tubo y un diámetro exterior D del núcleo, de 5 μm a 200 μm .
4. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, siendo el diámetro exterior D del núcleo de 10 a 20 mm.
5. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, eligiéndose la longitud l y la anchura de hendidura δ de manera que una pérdida de presión ΔP sea de entre 3 y 12 bar, preferiblemente de entre 6 y 9 bar, aplicándose:
- $$\Delta P = [\text{const.} * \mu * \dot{v} * l] / [\delta^3 * D],$$
- y siendo
 μ una viscosidad preestablecida del combustible
 dV/dt un caudal preestablecido y
 D el diámetro exterior del núcleo.
6. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, repartiéndose los distanciadores (16, 19, 20, 22) uniformemente por el perímetro exterior del núcleo (17).
7. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, repartiéndose n distanciadores (16, 19, 20, 22) respectivamente en un ángulo de $360^\circ/n$ por el perímetro exterior del núcleo (17) a distancia unos de otros.
8. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, configurándose el núcleo (17) en una pieza con los distanciadores (16, 19, 20, 22).
9. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, configurándose el tubo (15, 21) en una pieza con los distanciadores (16, 19, 20, 22).
10. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, fabricándose el núcleo (17) y/o el tubo (15, 21) mediante prensado por extrusión.
11. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, fabricándose el tubo (15, 21) y/o el núcleo (17) de metal, preferiblemente de acero fino.
12. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, contrayéndose el núcleo (17) en el tubo (15, 21) al intercalar los distanciadores (16, 19, 20, 22).
13. Sistema de inyección de combustible según una de las reivindicaciones anteriores, estando formados los distanciadores (16, 19, 20, 22) por espigas (24) que se introducen en perforaciones (23) previstas en el núcleo (17).

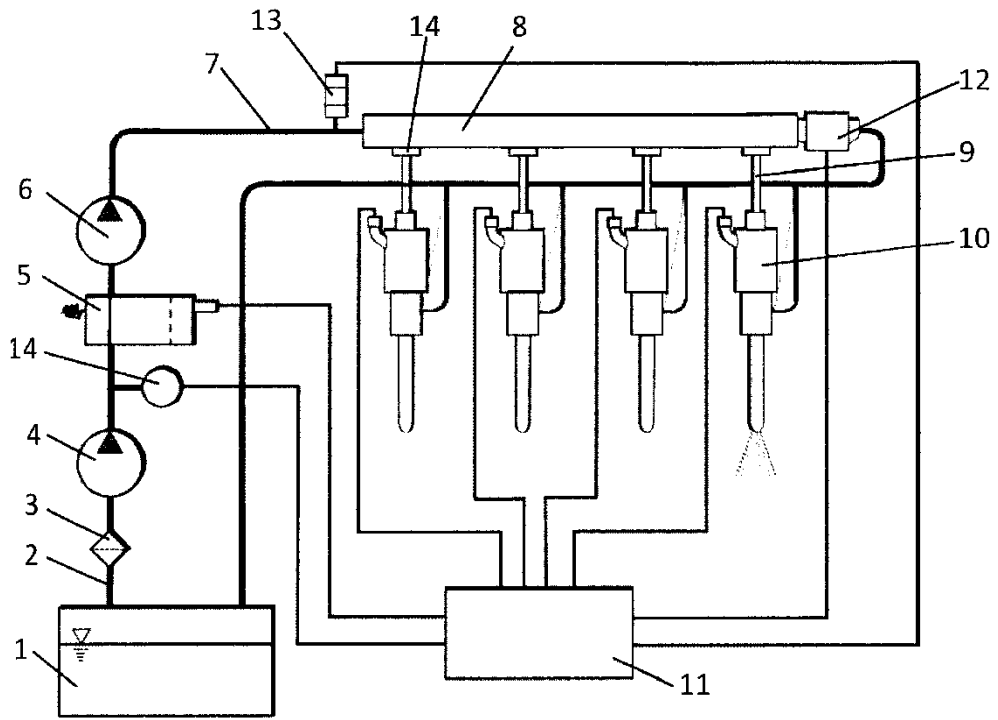


Fig. 1

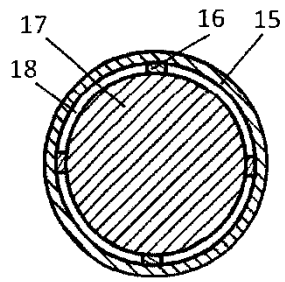


Fig. 2

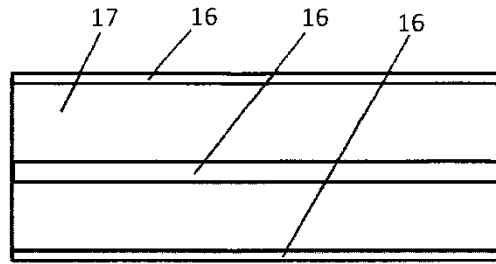


Fig. 3

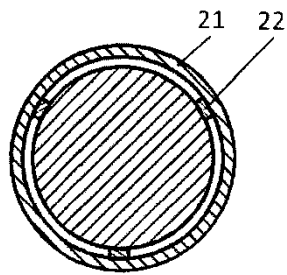


Fig. 6

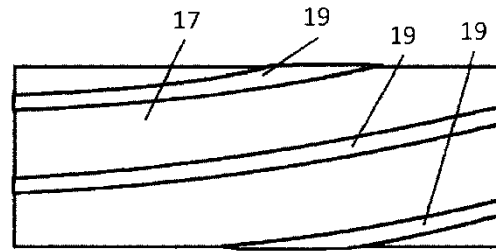


Fig. 4

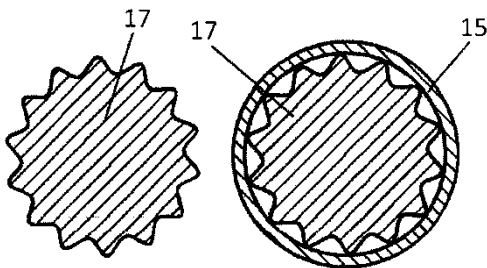


Fig. 8

Fig. 7

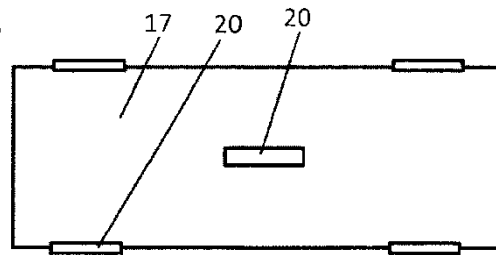


Fig. 5

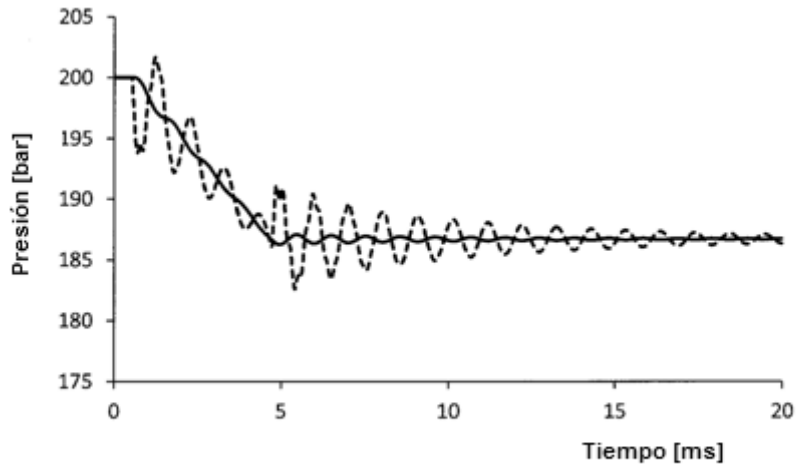


Fig. 9

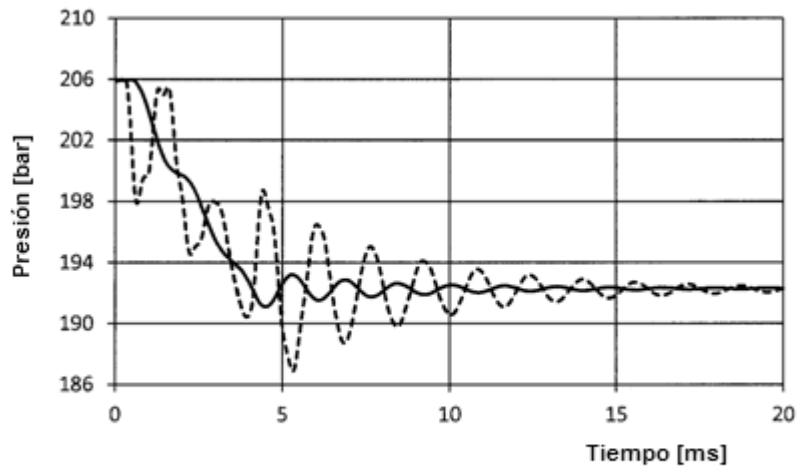


Fig. 10

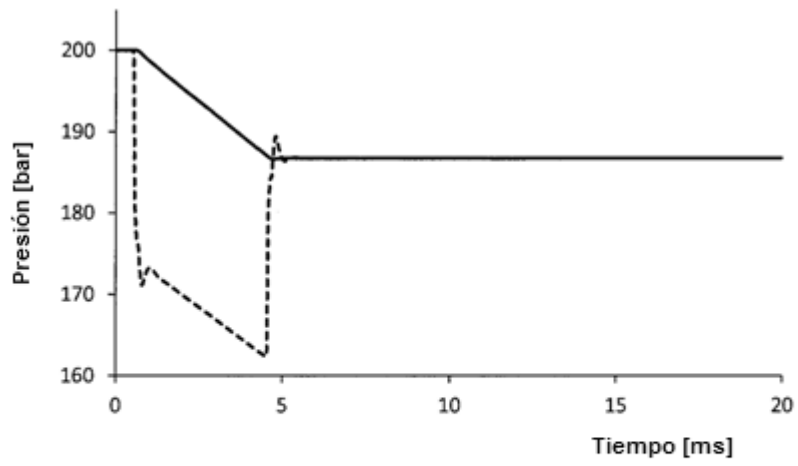


Fig. 11

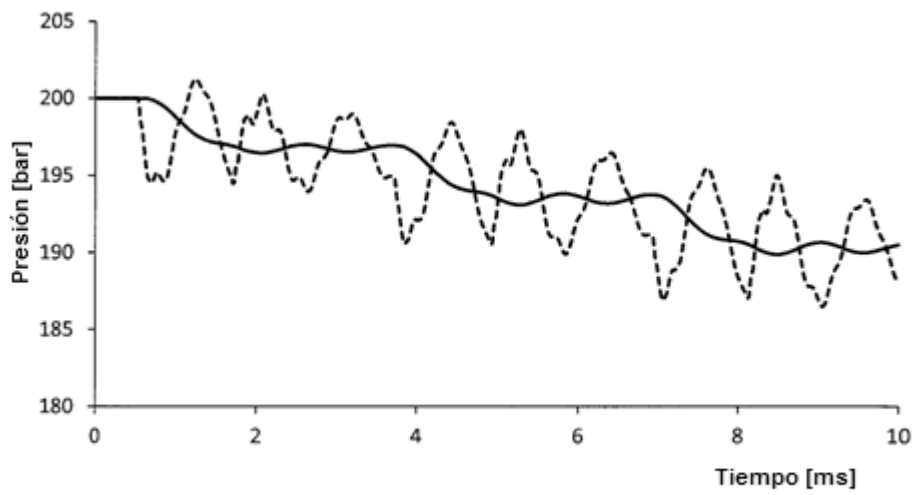


Fig. 12

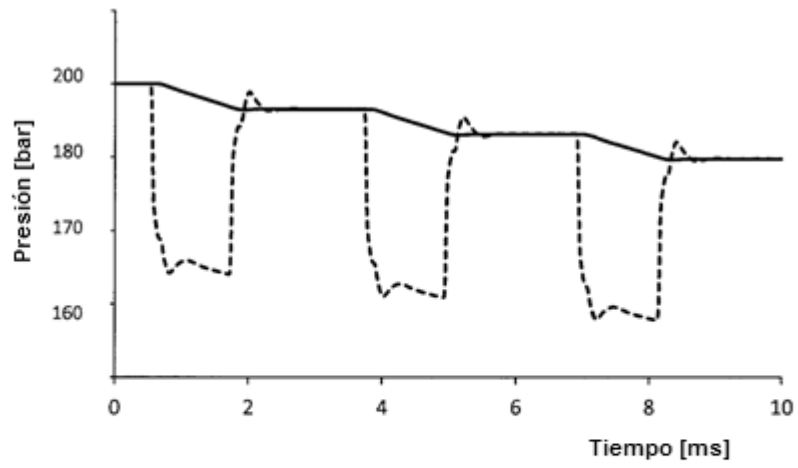


Fig. 13

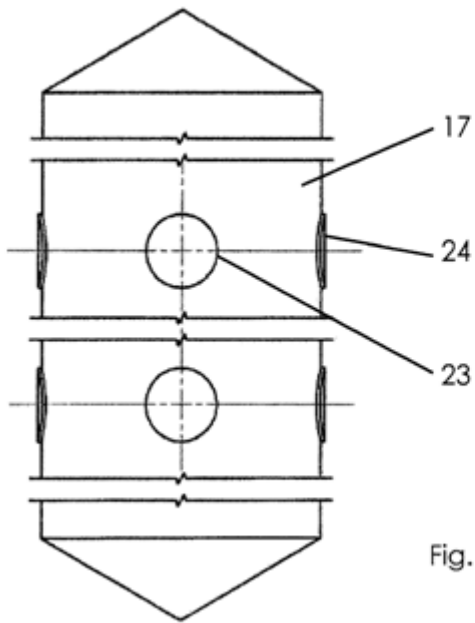


Fig. 14

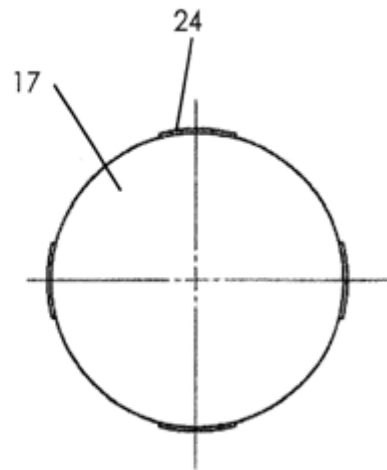


Fig. 15