



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 311 095**

⑤1 Int. Cl.:
F02M 25/028 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **03718806 .7**

⑨6 Fecha de presentación : **16.04.2003**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1497547**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **19.01.2005**

⑤4 Título: **Sistema de pulverización de agua.**

③0 Prioridad: **19.04.2002 FI 20020756**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.02.2009

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.02.2009

⑦3 Titular/es: **Marioff Corporation Oy**
Virnatie 3
01300 Vantaa, FI

⑦2 Inventor/es: **Sundholm, Göran**

⑦4 Agente: **Curell Suñol, Marcelino**

ES 2 311 095 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 pulverización de agua.

5 **Antecedentes de la invención**

La presente invención se refiere a un sistema de pulverización de agua según se define en el preámbulo de la reivindicación 1.

10 La invención se refiere específicamente a un sistema para suministrar una neblina de líquido acuoso al aire de admisión de un motor de pistones, preferentemente turbocargado, a fin de reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno (NOx). A las elevadas temperaturas de combustión, el proceso de combustión en los cilindros de un motor de pistones produce óxidos de nitrógeno, que se emiten a la atmósfera conjuntamente con el gas de escape. A causa de los efectos perjudiciales sobre el clima de las emisiones de óxidos de nitrógeno, se realizan esfuerzos para minimizar su producción.

Como ya se sabe, el añadir agua al proceso de combustión o bien en forma de vapor de agua o en gotitas de agua reduce la formación de los óxidos de nitrógeno. Este fenómeno se basa en un efecto de enfriamiento. Cuando se evapora el agua pulverizada en el cilindro, reduce la temperatura del aire en el cilindro a la vez que al mismo tiempo reduce la presión. La caída de presión ejerce un efecto adverso sobre la eficiencia, si bien la reducción de la presión y de la temperatura ejerce un efecto favorable sobre la formación de los óxidos de nitrógeno. Cuando se suministra el agua en forma de gotitas conjuntamente con el aire de admisión, parte de ella se malgasta adicionalmente durante el periodo de barrido y aumenta el consumo de agua. Cuando se suministra aire saturado de vapor de agua al cilindro, aumenta la capacidad térmica del gas de llenado y el gas tiene un efecto substancialmente mayor de reducir las temperaturas del proceso de combustión que lo tiene el aire seco. El efecto de reducir las temperaturas de combustión aumenta con la concentración del vapor de agua, empero sin producir un efecto indeseable sobre la eficiencia. Puesto que un aumento de la temperatura del gas suministrado en el cilindro aumenta también la generación de óxidos de nitrógeno así como el consumo de agua, es de desear mantener la temperatura del gas lo más baja posible, pero lo bastante elevada para asegurar que el gas suministrado en el cilindro contenga una cantidad de vapor de agua suficiente para la reducción de los óxidos de nitrógeno.

Un aparato para vaporizar una cantidad deseada de agua se da a conocer en los documentos US nº 5.758.606 y US nº 6.196.165. Un inconveniente de este aparato es que el dispositivo montado entre el turbocargador y el cilindro aumenta el volumen cúbico de los conductos de entrada de aire, lo que ejerce un efecto considerable sobre la potencia producida por el motor. La potencia producida depende del volumen cúbico después del turbocargador porque durante un aumento o reducción de la potencia la presión de aire producida por el turbocargador aumenta la densidad del aire y la cantidad de gas suministrado al cilindro. Si se aumenta el volumen cúbico entre el turbocargador y el cilindro, entonces pasará un tiempo considerablemente más largo antes de que la cantidad de aire producida por el turbocargador lleve la presión al nivel deseado y aumente la potencia generada por el motor. Otro inconveniente del aparato es que el agua caliente empleada para la vaporización y esparcida sobre las superficies de evaporación tiene el efecto de aumentar la temperatura del aire. El dispositivo es incapaz de aprovechar el efecto de refrigeración producido en conexión con la vaporización del agua, pero el gas que sale del dispositivo se halla a una temperatura relativamente elevada, de manera que aumentan considerablemente la cantidad de vapor de agua requerida para la reducción de los óxidos de nitrógeno y por lo tanto también el consumo de agua.

Específicamente, el documento WO98/10185 da a conocer un aparato en el cual el aire producido por un turbocargador y la presión de este aire se aprovechan en la inyección de agua para humidificar el aire suministrado al turbocargador. Un inconveniente de este sistema es la temperatura relativamente baja del aire suministrado, que es la razón por la cual la cantidad de vapor de agua evaporado en el aire permanece pequeña, y de esta manera no se consigue ningún efecto reductor significativo de los óxidos de nitrógeno. Otro inconveniente es que cuando aumenta la cantidad de agua, no se pueden evaporar las gotitas de agua una vez el aire ha alcanzado un estado de saturación, con el resultado de que las gotitas de agua pasan al turbocargador y provocan el desgaste de las paletas del turbocargador provocado por la erosión causada por las gotitas. Desde un punto de vista termodinámico, es deseable el paso de las gotitas en el turbocargador ya que reduce el trabajo realizado por éste, al aumentar la presión del aire presurizado producido en la salida y al reducir simultáneamente su temperatura. En la práctica, no obstante, un compresor de aire que gira a una velocidad muy elevada - aproximadamente 50.000 a 100.000 vueltas/min - ha resultado ser muy sensible a la erosión por gotitas antes mencionada. El documento EP-A-1205659 da a conocer un método de introducir agua en el aire de admisión comprimido y de controlar la temperatura del aire de admisión haciendo que éste atraviese un intercambiador térmico.

El objetivo de la presente invención es conseguir un sistema de pulverización de agua concebido para suministrar una neblina de agua en los conductos de aire de admisión, especialmente, de un motor de pistones y permitir evitar los inconvenientes de la técnica anterior.

65 El sistema de la invención está caracterizado principalmente por la reivindicación 1.

El sistema de la invención está caracterizado adicionalmente por lo que se expone en las reivindicaciones 2 - 16.

La solución de acuerdo con la invención presenta numerosas ventajas significativas. En el aparato de acuerdo con la invención, se eliminan los efectos indeseables y deficiencias antes descritas al emplear una pulverización de agua ajustable, que se distribuye en uno o más puntos del conducto de admisión de aire al variar el número y/o tamaño y/o calidad de las boquillas utilizadas, en función de la carga y temperatura del motor. De acuerdo con la invención, el flujo de agua se distribuye a una serie de pequeñas boquillas para hacer posible la producción de gotitas suficientemente pequeñas y/o la distribución de estas gotitas sobre un área mayor en el conducto de admisión de aire para lograr una vaporización óptima. En el sistema de acuerdo con la invención, la pulverización puede ser dirigida preferentemente también a los puntos óptimos de los conductos de admisión de aire donde la temperatura y/o el flujo de aire son más altos. En el sistema de acuerdo con la invención, el número de boquillas que pulvericen, el punto y/o el sentido de inyección de la pulverización en los conductos de admisión de aire pueden variarse en función de la cantidad de agua requerida, por ejemplo, sobre la base de la carga y/o la velocidad de rotación del motor. En el sistema de acuerdo con la invención, es posible además mantener una elevada presión de boquilla para mantener suficientemente pequeño el tamaño de las gotitas de la neblina que se pulveriza. Además, el sistema permite que se varíe la pulverización entre boquillas provistas de diferentes propiedades. El sistema de acuerdo con la invención produce un tamaño óptimo de gotita del líquido inyectado en el aire de admisión. Al emplear un sistema de limpieza de boquillas como parte del sistema de pulverización de agua, se consigue un funcionamiento muy fiable del sistema, porque se evita la posibilidad de atascamiento de las boquillas. Al emplear boquillas escamoteables como parte del sistema, se reduce adicionalmente el riesgo de atascamiento de las boquillas. Por otra parte, con el empleo de boquillas escamoteables, las boquillas no representan impedimento alguno al flujo en el conducto de admisión de aire cuando el sistema no está en uso.

Dado que el aparato está conectado directamente a las estructuras del conducto de admisión de aire y produce una neblina fina directamente sin emplear cámaras adicionales u otros recipientes, puede aprovechar completamente la cantidad de calor necesaria para la vaporización del agua, con lo cual enfría el aire de admisión en cada punto de inyección de pulverización a una temperatura cerca de la temperatura de bulbo húmedo (o temperatura de saturación adiabática, que en el caso de una mezcla de aire y agua es prácticamente lo mismo), o sea, a la temperatura a la cual se puede reducir la temperatura del aire por la vaporización de agua. Dado que la conexión del aparato de acuerdo con la invención a un motor turbocargado no comporta cambio alguno en el volumen cúbico del sistema de admisión de aire, no ejerce tampoco efecto adverso alguno sobre la potencia producida por el motor.

Otra ventaja de la invención es que se puede aumentar escalonadamente la humedad del aire de admisión después de cada punto de suministro de calor, con lo cual se ajusta la humedad del gas suministrado al cilindro y por lo tanto la formación de los óxidos de nitrógeno dentro de límites deseados.

Breve descripción de las figuras

A continuación se describirá la invención detalladamente con la ayuda de un ejemplo y con referencia a los dibujos anexos, en los cuales:

la Figura 1 presenta un sistema de acuerdo con la invención en conexión con un motor de pistones turbocargado;

la Figura 2a, 2b presenta una vista en sección de un cabezal pulverizador en el sistema de acuerdo con la invención;

la Figura 3a presenta un diagrama de un sistema de control del sistema de pulverización de acuerdo con la invención;

la Figura 3b presenta una gráfica que representa el funcionamiento del sistema de la Figura 3a;

la Figura 4 presenta un sistema de pulverización de acuerdo con la invención y un sistema de limpieza utilizado en el sistema de pulverización; y

la Figura 5 presenta un diagrama de un sistema de acuerdo con la invención.

Descripción detallada de la invención

Como ya se ha indicado, la invención se refiere a un sistema de pulverización de agua, especialmente para la humidificación del aire de admisión de un motor de pistones 1 para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno, y dicho sistema comprende por lo menos una boquilla 9, 10, 11, 12, 13 para pulverizar una neblina de líquido acuoso en el conducto de admisión de aire 2 y medios 21, 15, 17, 18, 9-13 para transportar un líquido a la boquilla. El sistema comprende medios para producir una pulverización ajustable de agua en por lo menos un punto del conducto de admisión de aire 2, en función de la carga y/o velocidad de rotación y/o temperatura del motor. En el sistema, la cantidad de agua (flujo de agua) que se ha de inyectar en el conducto de admisión de aire 2 se distribuye entre una serie de boquillas 9, 10, 11, 12, 13. El flujo de agua se distribuye típicamente a una pluralidad de pequeñas boquillas para lograr un tamaño de gotita pequeño. La cantidad de agua que se ha de inyectar se distribuye al conducto de admisión de aire 2 sobre un área mayor para lograr una vaporización óptima, preferentemente en puntos donde la temperatura y/o caudal de aire es elevado, preferentemente en su valor más elevado, o en la proximidad de estos puntos. En el sistema, el número de boquillas pulverizadoras 9, 10, 11, 12, 13 en funcionamiento en un momento dado se adapta, o es adaptable en función de la cantidad necesaria de agua que se haya de pulverizar. El punto y/o el sentido de inyección

ES 2 311 095 T3

de la pulverización de neblina de agua se adapta, o es adaptable en función de la cantidad necesaria de agua que se haya de inyectar. El sistema está diseñado para mantener una elevada presión en boquilla para mantener el tamaño de las gotitas del líquido pulverizado en un valor pequeño. El sistema comprende preferentemente boquillas 9, 10, 11, 12, 13 provistas de diferentes propiedades, lo que permite variar el número y/o tipo de las boquillas en funcionamiento en función de la cantidad de agua requerida. Pueden disponerse varias boquillas 9, 10, 11, 12, 13 del sistema en el mismo marco de montaje 6, 7. El sistema comprende un equipo de control mediante el cual se puede ajustar la acción pulverizadora de por lo menos algunas de las boquillas 9-13.

El sistema comprende por lo menos un elemento valvular 13, 14, mediante el cual se ajusta y/o se abre o cierra el paso del flujo de líquido a las boquillas 9-13. El sistema comprende un sistema de control que mantiene un nivel de presión por lo menos casi constante o predeterminado en por lo menos un tubo de suministro 17 que conduce a las boquillas independientemente del caudal de salida de la bomba 15. Una forma de realización del sistema comprende una unidad de bomba reguladora del caudal de salida que controla la presión de manera que la presión en por lo menos un tubo de suministro que conduce a una boquilla es constante. Otra forma de realización del sistema emplea un sistema de control que comprende una bomba de caudal de salida constante y controla la presión mediante un sistema de válvulas para producir una presión constante en por lo menos un tubo de suministro que conduce a una boquilla. El sistema comprende además un sistema para limpiar las boquillas y/o mantener las boquillas limpias.

La Figura 1 es una representación diagramática de un sistema/aparato de acuerdo con la invención, instalado en conexión con el conducto de admisión de aire 2 de un motor de pistones, tal como un motor diesel. Se muestran el conducto de admisión de aire 2 y el conducto de escape de gas 3 en una forma simplificada en la figura. El motor presentado en la figura está provisto de un compresor 4 del aire de admisión, que suministra aire bajo una presión positiva al conducto de admisión de aire 2 del motor. Para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno del motor, el conducto de admisión de aire está provisto de por lo menos una boquilla 9-13 montada para suministrar una neblina de agua en el conducto de admisión de aire 2. En el caso ilustrado en la figura, el conducto de admisión de aire está provisto también de un elemento intercambiador de calor 5, tal como un refrigerador intermedio de aire de carga, que funciona también como calefactor.

Por lo menos una de las boquillas del sistema de pulverización está conectada directamente a las estructuras del conducto de admisión de aire 2, y se produce una neblina fina directamente en el aire de admisión en el conducto de admisión de aire por medio de su cabezal de boquillas 6, 7 que comprende por lo menos una boquilla. Cuando se emplea la solución de la invención, no es necesario proporcionar cámaras adicionales u otros recipientes en el conducto de admisión de aire. Las boquillas suministran una neblina de agua bajo una elevada presión en el conducto de admisión de aire. El aparato comprende medios para producir la cantidad necesaria de agua a la presión deseada y para lograr un tamaño de gotita lo más favorable posible. La presión en la tubería de suministro de líquido supera típicamente los 10 bar, preferentemente es superior a los 30 bar, y más preferentemente superior a los 50 bar. La presión puede hallarse típicamente entre 10 - 300 bar. El líquido, especialmente un líquido acuoso inyectado en el conducto de admisión de aire es una neblina fina. El 50% del volumen de agua (Dv50) presenta la forma de gotitas que presentan típicamente un tamaño de gotita inferior a los 200 micrómetros, preferentemente inferior a los 100 micrómetros y más preferentemente inferior a los 50 micrómetros. En condiciones de elevada carga, el tamaño de las gotitas puede ser mayor.

El sistema comprende unos medios para suministrar un líquido acuoso a las boquillas. En la forma de realización presentada en la Figura 1, el sistema comprende una fuente de líquido 21, de la cual se bombea el líquido a través de un tubo 17 por medio de una bomba 15. La bomba funciona impulsada por una fuente motriz 16. La bomba es típicamente una bomba de elevada presión, por ejemplo una bomba de desplazamiento. El líquido puede dirigirse a través de canales 18, 19 a diferentes boquillas 9-13. Como se muestra en la Figura 1, varias boquillas 9-11; 12-13 pueden estar conectadas al mismo marco de montaje 6, 7. El marco de montaje 6, 7 presentado en la figura tiene un canal separado para cada una de las boquillas 9, 10, 11, 12, 13. Ello hace posible controlar la presión y/o el flujo del medio de presión suministrado a cada boquilla 9, 10, 11, 12, 13 de forma individual. De acuerdo con otra forma de realización de la invención, las boquillas del cabezal pulverizador pueden estar dispuestas en grupos de manera que un canal de suministro conduce a varias boquillas. Las boquillas del cabezal pulverizador pueden tener diferentes propiedades, que se han adaptado de acuerdo con la ubicación de cada boquilla. La forma del cabezal pulverizador, el número de boquillas y su orientación pueden variar en función de la aplicación. Es posible también suministrar diferentes medios a la boquilla, tales como agua y gas. La figura no muestra las boquillas con detalle, pero pueden ser intercambiables en función de la aplicación. Las boquillas son, por tanto, de un tipo tal que producen una pulverización de neblina fina cuando se les suministra un líquido bajo una elevada presión. Se conocen muchos tipos de boquilla de esta categoría, por ejemplo, de la tecnología de extinción de fuegos que emplea la neblina de agua. Por ejemplo, los documentos WO 92/20454 y WO 94/06567 dan a conocer boquillas que producen una neblina de agua con una elevada presión. Naturalmente, otros tipos de boquillas pueden emplearse también, por ejemplo, el documento WO 01/45799 da a conocer todavía otra boquilla.

El sentido de flujo del aire de admisión en el conducto de admisión de aire 2 se indica por una flecha en la figura.

El sentido de inyección de la neblina líquida pulverizada a través de las boquillas se selecciona típicamente para que se logre una diferencia relativa máxima de velocidad y temperatura.

ES 2 311 095 T3

Es típico que aumente la cantidad de agua suministrada a través de las boquillas con un aumento de la carga del motor. De esta manera, cuando la carga del motor es baja, es posible suministrar el agua a sólo algunas de las boquillas y aumentar el número de boquillas que pulverizan cuando la carga aumenta. De modo similar, el cabezal pulverizador puede estar provisto de boquillas dotadas de propiedades diferentes, tales como caudal, tamaño de la gotita producida por las boquillas, etc. Es posible de esta manera formar diferentes combinaciones que pueden adaptarse a una amplia gama de diferentes aplicaciones, diferentes tipos de motor, diferentes lugares y condiciones.

Típicamente, la cantidad de agua suministrada a través de las boquillas aumenta con un aumento de la carga del motor. Esta situación puede implementarse, por ejemplo, mediante el empleo de un sistema de control con el cual se aumenta la velocidad de rotación de la bomba 16 por el dispositivo motor que acciona la bomba. Con ello aumenta la presión en la tubería de suministro 17 y, sobre la base de los datos proporcionados por un transmisor de presión, se abren los pasos de flujo de líquido 18, 19 para más boquillas 9-13 y/o se incorpora una boquilla provista de una mayor capacidad de pulverización al abrir un paso de flujo de líquido para ella. De modo similar, cuando la carga disminuye, se cierran los pasos de flujo de líquido para algunas de las boquillas y/o se incorpora una boquilla con una menor capacidad de pulverización. De modo correspondiente, puede emplearse una disposición en la cual, cuando la carga es baja, se inyecta el líquido de boquillas que producen un tamaño menor de gotita, y cuando la carga aumenta, se aumenta el tamaño de las gotitas, por ejemplo, abriendo un paso de flujo de líquido a boquillas que producen gotitas de mayor tamaño. Es posible también emplear una disposición en la cual, en condiciones de baja carga que comporten una menor temperatura, la presión en la tubería de suministro es más elevada, con lo cual se producen gotitas de menor tamaño por la boquilla cuando la carga es baja.

El control puede implementarse también mediante el empleo de un control de potencia constante para controlar la bomba. La potencia de la bomba iguala la presión en la tubería multiplicada por la cantidad de líquido que fluye por unidad de tiempo ($P[kW]=p[\text{bar}]*Q[l/\text{min}]=\text{constante}$). El propósito de este modo de control es de mantener constante la potencia de la bomba. Cuando el caudal aumenta, se reduce la presión y viceversa, de manera que la potencia permanece substancialmente constante o casi constante.

Las formas de realización que se describen arriba son sólo ejemplos. Por consiguiente, en algunas formas de realización la cantidad de agua suministrada se reduce en función de la carga del motor.

El aparato de acuerdo con la invención es capaz de aprovechar al máximo la cantidad de calor requerida para la vaporización del agua, enfriando el aire de admisión en cada punto de inyección pulverizada a una temperatura cercana a la temperatura de bulbo húmedo (o temperatura de saturación adiabática, que en el caso de una mezcla de aire y agua es prácticamente lo mismo), o sea, a la temperatura a la cual es posible reducir la temperatura del aire por la vaporización de agua.

En el aparato de acuerdo con la invención, la humedad del aire de entrada aumenta preferentemente de forma escalonada después de cada punto de aportación de calor. En el sentido del flujo del aire de admisión, se inyecta la neblina de agua antes del último punto de aportación de calor, que puede emplearse ventajosamente como superficie de evaporación del agua. Mediante esta disposición, se regula la humedad del gas suministrado al cilindro y por tanto la formación de óxidos de nitrógeno dentro de los límites deseados.

El aparato comprende un sistema necesario para el control de la cantidad de agua que se haya de inyectar, mediante el cual se puede controlar la cantidad de agua a evaporar en el aire de admisión y el enfriamiento del aire de admisión. El aparato comprende elementos valvulares 13, 14 dispuestos en conexión con los pasos de flujo de líquido que conducen a las boquillas, por ejemplo, en conexión con los tubos 18, 19. Las válvulas 13, 14 van controladas, típicamente, por un sistema de control 20, que permite abrir y cerrar los pasos de flujo de líquido 18, 19 según precise.

Las Figuras 2a y 2b presentan una forma de realización de un cabezal pulverizador que puede utilizarse en el sistema. El cabezal pulverizador 201 para humidificar el aire de entrada de un motor de pistones comprende por lo menos una boquilla 203 y un canal 211 para suministrar un líquido que humidifica el aire de admisión en el conducto de admisión de aire 205 o en un espacio que conduce al conducto de admisión de aire. El cabezal pulverizador es móvil entre por lo menos dos posiciones, una primera posición, en la cual el cabezal pulverizador está retraído, y una segunda posición, en la cual el cabezal pulverizador 201 sobresale. En el estado inactivo, en la primera posición (Figura 2a), el cabezal pulverizador está en una posición retraída, mientras que en el estado activo, en la segunda posición (Figura 2b), por lo menos una boquilla 203 del cabezal pulverizador se extiende a una posición dentro del conducto de admisión de aire respecto del nivel de la superficie interior del conducto de admisión de aire 205 y/o los bordes del soporte 202 del cabezal pulverizador.

El soporte 202 está provisto de por lo menos un elemento de guía 213, y el cabezal pulverizador, preferentemente su parte de vástago 207, provista de por lo menos una superficie complementaria 214 que se corresponde con el elemento de guía para mantener el cabezal pulverizador en la orientación deseada. El elemento de guía 213 es, por ejemplo, una ranura con la cual está encajada una nervadura del vástago alineada en la dirección de movimiento. El elemento de guía puede consistir también, por ejemplo, en elementos rodantes, tales como bolas o rodillos, estando un contraelemento 214 encajado entre estos con capacidad de movimiento.

El cabezal pulverizador 201, preferentemente su vástago 207, y el soporte 202 están dispuestos para funcionar como combinación de pistón-cilindro en la cual el cabezal pulverizador, preferentemente su vástago 207, está provisto

ES 2 311 095 T3

de una parte de pistón 206 y el soporte 202 comprende una cámara cilindro 208, estando el pistón ajustado en éste con capacidad de desplazamiento. En la forma de realización de la Figura 2a, un medio de presión se suministra de la entrada 209 a través de un elemento de tubo (no mostrado) en el espacio de la cámara cilindro por debajo del pistón 206 desde el extremo distante 216 del soporte 202 respecto del conducto de admisión de aire 205. Mediante la acción
5 del medio de presión, el pistón se desplaza hacia arriba en la figura, con lo cual promueve el desplazamiento del cabezal pulverizador 201 montado en el vástago 207 a la segunda posición mostrada en la Figura 2b. De esta manera, se admite el medio de presión de la cámara 208 a través del canal 211 previsto en el vástago 207 a la boquilla 203, desde donde se inyecta en el conducto de admisión de aire. El canal 211 está provisto, típicamente, de un elemento estrangulador 217. El pistón 206 está provisto de un elemento sellador 212 o equivalente para proporcionar un ajuste
10 deslizante entre él y la superficie interior de la cámara cilindro 208.

Dispuestos en conexión con el cabezal pulverizador se hallan medios para desplazar el cabezal pulverizador 201 de la posición saliente a la posición retraída. El sistema comprende, típicamente, un elemento elástico 210 dispuesto entre el cabezal pulverizador 201 y el soporte 202 para desplazar el cabezal pulverizador de la posición saliente a la
15 posición retraída. El elemento elástico está situado preferentemente entre el pistón 206 y la parte extrema del soporte 202 junto al conducto de admisión de aire 205. El elemento elástico es un resorte helicoidal, que se comprime cuando la boquilla se desplaza a la posición saliente. Cuando la presión del medio de presión que actúa sobre el pistón cae por debajo del valor deseado, se desplaza el cabezal pulverizador a la posición retraída por la acción de la fuerza del resorte y/o una eventual presión que actúe en el conducto de admisión de aire.

El cabezal pulverizador está fijado a la pared 205 del conducto de admisión de aire típicamente por una unión rígida, empleando, por ejemplo, medios sujetadores 204, tales como tornillos o pernos, en su pestaña 215. La pared 205 del conducto de admisión de aire está provista de una abertura para el cabezal pulverizador. En la forma de realización de la Figura 2a, el cabezal pulverizador, por lo menos sus boquillas 203, como se ve en la dirección de
25 movimiento del cabezal pulverizador, permanece fuera de la superficie imaginaria formada por los bordes interiores de la abertura en la pared del conducto de admisión de aire, o sea, los bordes del lado interior del conducto de admisión de aire. Si el cabezal pulverizador presenta una forma substancialmente cilíndrica, entonces las boquillas se abren típicamente a la superficie cilíndrica. De modo similar, si el cabezal pulverizador presenta una forma cónica, entonces las boquillas se abren en la superficie cónica. Típicamente, las boquillas se abren a la superficie lateral del cabezal
30 pulverizador.

La Figura 3a presenta un diagrama que representa de forma esquemática la disposición de control empleada en el sistema de pulverización de agua de acuerdo con la invención. El sistema comprende por lo menos dos boquillas 301a, 301b, 301c, 301d, que están dispuestas en el conducto de admisión de aire del motor (no mostrado) o en un espacio correspondiente que conduzca a la cámara de combustión del motor para humidificar el aire de admisión. En
35 el caso presentado en la Figura, se muestran cuatro boquillas, conduciendo un canal 302a, 302b, 302c, 302d a cada boquilla desde un tubo de suministro 304 que suministra un medio de presión, preferentemente un líquido acuoso. Se suministra el medio de presión a la tubería de suministro por una bomba 306, accionada por un dispositivo motor 307. La bomba bombea el medio de presión desde una fuente de medio de presión 310, tal como un depósito. Las referencias numéricas 308 y 309 indican un tubo y una válvula de alivio a través de los cuales puede fluir el líquido en el caso de que la presión de la bomba y la presión en el tubo 308 excedieran un determinado valor límite prefijable. Las referencias numéricas 313 y 315 indican válvulas y la referencia numérica 314 indica un filtro. El filtro impide
40 que partículas que pudieran obstruir las válvulas 301a, 301b, 301c, 301d del cabezal pulverizador entren en el sistema de pulverización. Cuando la superficie del líquido en el depósito 310 cae por debajo de un nivel determinado, un interruptor de nivel 311 abrirá la válvula 313. El interruptor 324 cerrará la válvula cuando el nivel de agua en el depósito 310 ha subido a una altura dada.

La bomba 307 es preferentemente una bomba de caudal de salida constante que bombea siempre la misma cantidad Q de medio de presión por unidad de tiempo en el tubo de suministro 304 mientras está en funcionamiento. El impulsor
50 de la bomba es preferentemente un motor, como un motor eléctrico de corriente continua, que impulsa la bomba a una velocidad constante. Los canales 302a, 302b, 302c, 302d que conducen a las boquillas están provistos de elementos valvulares A1, B1, C1, D1, que pueden ser abiertos y cerrados bajo el mando del sistema de control. El sistema de control controla típicamente las válvulas A1, B1, C1, D1 de acuerdo con la cantidad requerida de líquido a pulverizar, preferentemente de acuerdo con la carga del motor, de manera que la cantidad de líquido suministrada al aire de admisión aumenta típicamente con la carga del motor. El sistema comprende un tubo de retorno 305, a través del cual la cantidad de líquido no suministrada al aire de admisión vuelve al depósito 310. Dispuestos entre el tubo de suministro 304 y el tubo de retorno 305 se hallan elementos valvulares A2, B2, C2, D2 que pueden ser abiertos y
55 cerrados bajo el mando del sistema de control. Para cada canal de suministro cerrado 302a, 302b, 302c, 302d de las boquillas 301a, 301b, 301c, 301d, está previsto un canal correspondiente 303a, 303b, 303c, 303d que se abre en el tubo de retorno 305. Si todas las válvulas A1, B1, C1, D1 de los canales de suministro a las boquillas están abiertas, entonces las válvulas A2, B2, C2, D2 de los pasos de flujo que conducen al tubo de retorno 305 están cerradas, y viceversa. La suma de los valores k de los canales de retorno corresponde substancialmente a la suma de los valores k de las boquillas cerradas y aquéllos de sus canales de suministro. En la forma de realización representada en la Figura 3, cada canal 303a, 303b, 303c, 303d que conduce al tubo de retorno 305 está provisto de un elemento estrangulador, que
60 se ajusta para corresponderse con el valor k de la boquilla en el estado cerrado. De esta manera, la suma de los valores k en el sistema permanece substancialmente constante. En el caso de la Figura 3, el elemento valvular A1 en el canal de suministro 302a que conduce desde el tubo de suministro a la válvula 301a está abierto, con lo cual permite que el líquido fluya a la boquilla. Las válvulas B1, C1, D1 en los canales de suministro que conducen a las otras boquillas

ES 2 311 095 T3

están cerradas, con lo cual impiden el flujo de líquido a las boquillas 301b, 301c, 301d. De manera correspondiente, la válvula A2 del canal 303a que conduce al tubo de retorno 305 está cerrada, lo que impide el flujo de líquido a través del canal 303a al tubo de retorno. Las válvulas B2, C2, D2 de los otros canales 303b, 303c, 303d dispuestas entre el tubo de suministro y el tubo de retorno están abiertas, lo que permite el flujo de líquido a su través al tubo de retorno 305. Los canales están provistos de un estrangulamiento 317b, 317c, 317d o equivalente, que corresponde a los valores k de las boquillas cerradas. Al proporcionar boquillas provistas de características diferentes y capacidades diferentes de caudal, se puede abarcar con precisión una gama de control muy amplia. En el caso de la Figura 3, al emplear una bomba con una capacidad de caudal de salida de 15 l/min, donde la boquilla 301a tiene un caudal de salida de 1 l/min, la boquilla 301b un caudal de salida de 2 l/min, la boquilla 301c un caudal de salida de 4 l/min y la boquilla 301d un caudal de salida de 8 l/min, se puede abarcar la gama entera de 1-15 l/min abriendo y cerrando las válvulas. La Figura 3b visualiza la cantidad de agua Q suministrada al conducto de admisión de aire como función de la carga del motor (Carga). Típicamente la presión del sistema es constante. Cuando la carga del motor aumenta, es aumentada la cantidad de líquido que fluye en el aire de admisión a través de las boquillas aumentando el número de boquillas y/o seleccionando una boquilla que permita el flujo de una mayor cantidad de líquido a su través por unidad de tiempo. Cuando la carga del motor disminuye, se reduce la cantidad de líquido que fluye a través de las boquillas que suministran el líquido al aire de admisión reduciendo el número de boquillas y/o seleccionando una boquilla que permita el flujo de una menor cantidad de líquido a su través por unidad de tiempo. En conexión con la operación arriba descrita, la cantidad de agua suministrada al tubo de retorno por la ruta de "atajo" se ajusta de forma correspondiente en proporción inversa a la cantidad de agua suministrada a través de las boquillas. De manera correspondiente, se ajusta el estrangulamiento para que por lo menos cuando se está inyectando el líquido en el aire de admisión en el sistema la suma de los valores k (Σk) permanezca substancialmente constante con independencia de si el líquido se hace pasar por las boquillas o por el tubo de retorno o de si una porción de la cantidad de líquido se hace pasar por las boquillas y otra porción, substancialmente el resto de ella, a través del tubo de retorno. El caudal correspondiente a una boquilla se da por la fórmula $Q=k\sqrt{p}$, donde Q es el caudal, p es la presión que fuerza el medio a través de la boquilla y k es la resistencia de la boquilla. El valor del factor k depende del área de la abertura de la boquilla, entre otras cosas. En el caso de una abertura circular, el valor del factor k depende del diámetro d de la abertura de acuerdo con la ecuación $k=0,78 \cdot d^2$ cuando la abertura es una llamada abertura corta. La resistencia del tubo de retorno se adapta para que se corresponda con la resistencia de las boquillas cerradas. El líquido que fluye de retorno en el tubo de retorno 305 también se puede hacer circular a través de un intercambiador de calor, que posibilita aprovechar el calor del líquido y/o suministrar más calor a éste a través del intercambiador de calor. El tubo de retorno 305 puede estar provisto también de un elemento filtrante para filtrar las impurezas del líquido circulante. Naturalmente, el agua procedente de la fuente de líquido también puede hacerse pasar por un elemento filtrante para eliminar por lo menos una parte de las impurezas.

El sistema puede comprender adicionalmente medios para producir aire presurizado para reducir aun más el tamaño de las gotitas. El sistema puede comprender además un equipo diseñado para producir aire presurizado, mediante el cual se limpian las boquillas después de su uso, lo que impide que queden obstruidas. La Figura 4 presenta un sistema de limpieza en un sistema de pulverización de agua, especialmente en un sistema de pulverización de agua diseñado para la humidificación de aire de admisión, que comprende por lo menos una boquilla pulverizadora 401a, 401b, 401c, 401d para inyectar líquido en el aire de admisión. El aparato comprende medios 420, 421, 425a, 425b, 425c, 425d para suministrar un segundo medio de presión a la boquilla 401a, 401b, 401c, 401d después de interrumpido el suministro de un primer medio de presión, tal como un líquido y/o un gas destinado a la humidificación del aire de admisión a la boquilla, para impedir que se obstruya la boquilla. El aparato comprende una fuente de medio de presión, como una bomba 420 que bombea aire a presión, y medios para transportar el medio de presión desde la fuente de medio de presión a la boquilla 401a, 401b, 401c, 401d. Para transportar el segundo medio de presión, se emplea una tubería 421, 425a, 425b, 425c, 425d conectada en el canal de suministro 402a, 402b, 402c, 402d entre el elemento valvular A1, B1, C1, D1 y la boquilla 401a, 401b, 401c, 401d. Cada tubería 425a, 425b, 425c, 425d empleada para suministrar el segundo medio de presión está provista de una válvula de retención 423 para impedir que el primer medio de presión fluya a través del canal de suministro a las otras boquillas y/o a la fuente de medio de presión. El segundo medio de presión es un líquido y/o un gas.

La Figura 5 presenta todavía otra forma de realización del sistema de pulverización de agua de acuerdo con la invención. Comprende boquillas 1a, 1b, 1c, 1d dispuestas en canales de suministro 2a, 2b, 2c, 2d, poseyendo cada canal un número diferente de boquillas colocadas en diferentes posiciones en el conducto de admisión de aire K. En esta forma de realización también, los elementos valvulares A1-A2, B1-B2, C1-C2, D1-D2 que controlan el flujo de líquido que pasa a los canales de suministro 2a, 2b, 2c, 2d de las boquillas y el canal de retorno 3a, 3b, 3c, 3d se controlan por pares. Estos pares de elementos valvulares se controlan más apropiadamente por medio de electroválvulas A1', B1', C1', D1'. Los canales de retorno están provistos de estrangulamientos variables 17a, 17b, 17c, 17d, mediante los cuales se puede ajustar el flujo según se desee. De forma correspondiente, se puede variar también la presión abriendo y cerrando los elementos estranguladores del canal de retorno. En esta forma de realización, los elementos valvulares y los estrangulamientos están dispuestos como bloques de control, indicados en la figura por la referencia numérica 39 y una línea quebrada. Esta forma de realización comprende asimismo un sistema de limpieza de las boquillas, en el cual se suministra un medio de presión, como aire presurizado, de una fuente de medio de presión a través de una tubería 21 por medio de una bomba. El conducto 21 de suministro de medio de presión del sistema de limpieza está provisto de un elemento estrangulador variable para el control del flujo. El sistema de control comprende además un sistema regulador de temperatura, mediante el cual se puede ajustar la temperatura del líquido que se ha de inyectar. El sistema comprende un elemento intercambiador de calor 33 dispuesto en la línea de retorno 5, al cual se puede suministrar calor a través de un conducto y válvula 38. Cuando se haya de inyectar una pequeña cantidad de líquido,

ES 2 311 095 T3

la mayor parte de la cantidad de líquido suministrada por la bomba vuelve a través de la línea de retorno. La presión se convierte por lo menos en parte en calor a medida que atraviesa los elementos estranguladores 17a-17d, con lo cual de esta manera se calienta el líquido que pasa a la línea de retorno. De la línea de retorno, por lo menos parte del líquido puede transportarse directamente a la bomba 6 o al depósito 10. En este caso, el elemento intercambiador de calor 33 puede resultar superfluo porque el propio sistema genera suficiente calor en el líquido. De modo similar, el intercambiador de calor 33 puede recuperar también calor y transferirlo a otra parte. La línea de retorno 5 está provista también preferentemente de un elemento filtrante 34 para eliminar impurezas del líquido.

En el sistema de acuerdo con la invención, algún otro medio de presión, como un gas, preferentemente aire, puede suministrarse también en el líquido. En este caso, puede emplearse una solución del mismo tipo que figura, por ejemplo, en la solicitud de patente finesa FI 20010514, que aún no se había publicado en la fecha de presentación de la presente solicitud.

Resulta evidente para el experto en la materia que la invención no está limitada a las formas de realización descritas anteriormente, sino que puede variar dentro del alcance de las reivindicaciones presentadas a continuación.

20

25

30

35

40

45

50

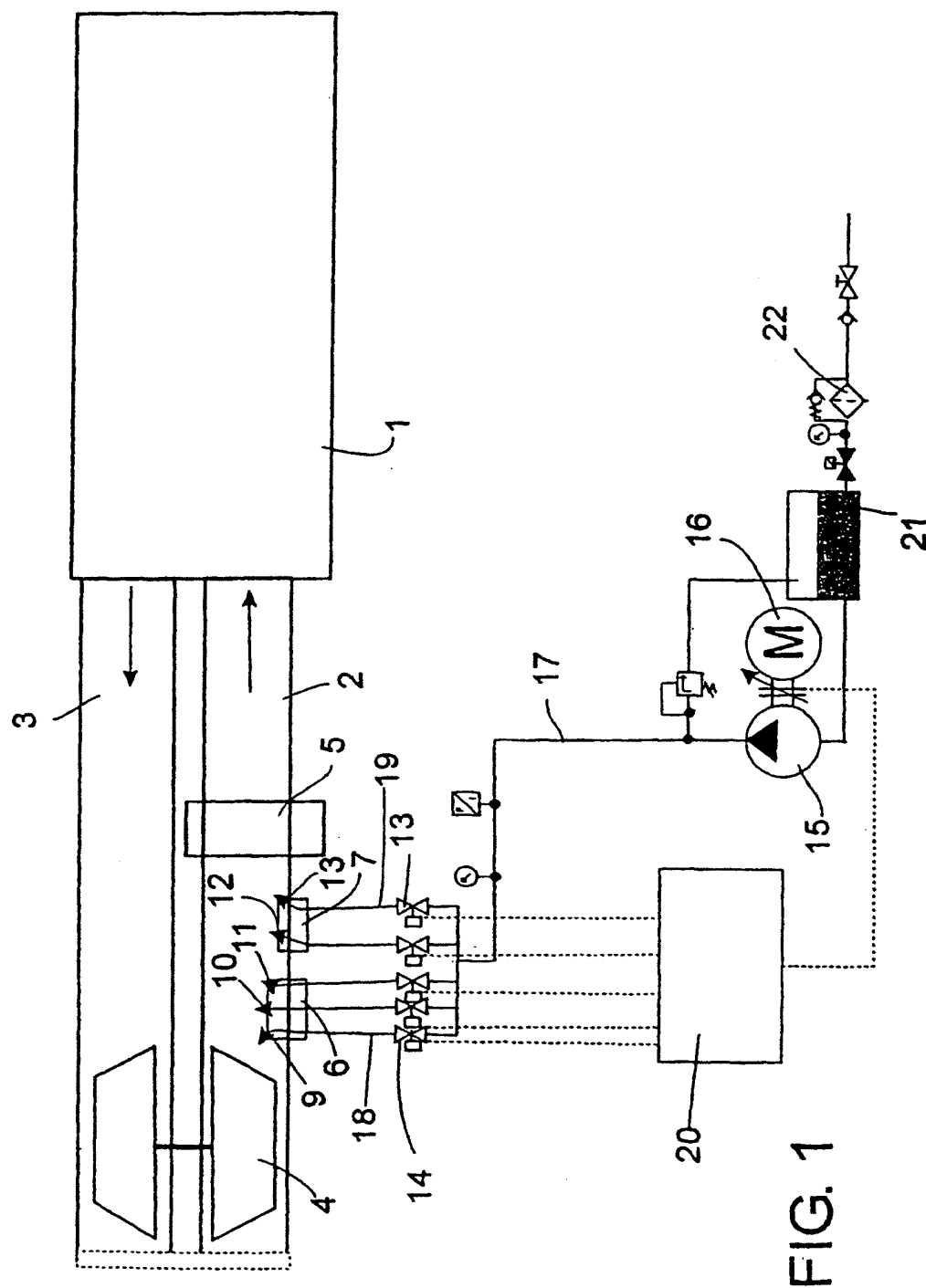
55

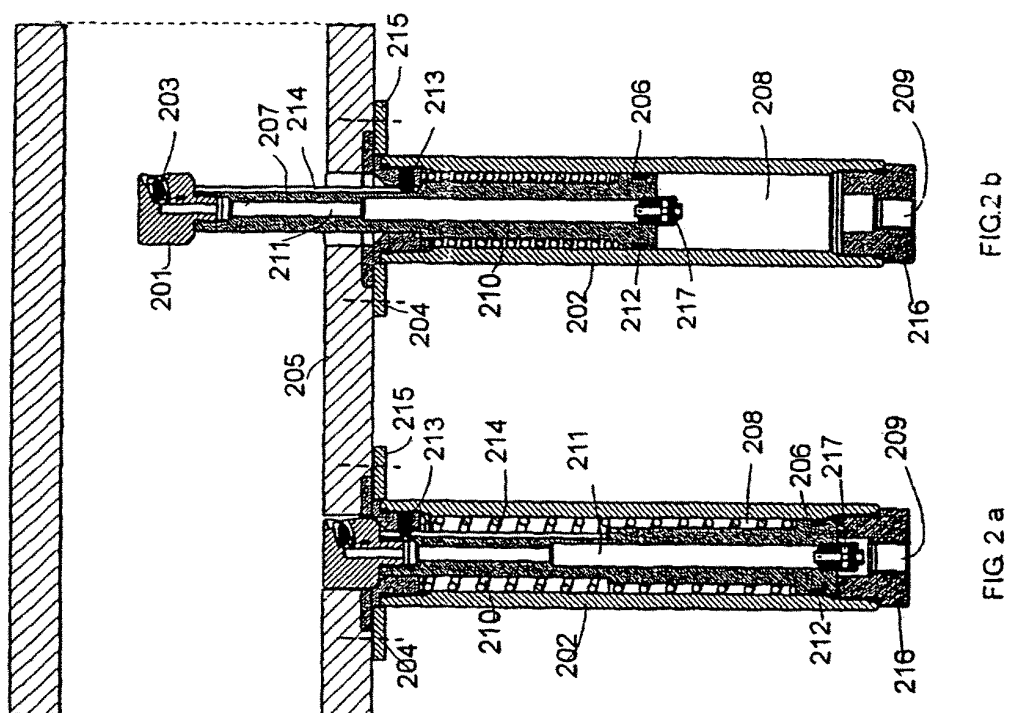
60

65

REIVINDICACIONES

1. Sistema de pulverización de agua, especialmente para la humidificación del aire de admisión de un motor de pistones para reducir las emisiones de óxidos de nitrógeno, comprendiendo dicho sistema por lo menos una boquilla (9, 10, 11, 12, 13) para pulverizar una neblina de líquido acuoso en el conducto de admisión de aire (2) y unos medios para transportar el líquido que se debe pulverizar a la boquilla, **caracterizado** porque el sistema comprende unos medios para controlar la temperatura del líquido que se debe inyectar y para conseguir la inyección de una pulverización de neblina de líquido acuoso en por lo menos un punto del conducto de admisión de aire (2) en función de la carga y/o velocidad de rotación y/o temperatura del motor.
2. Sistema de pulverización de agua según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la cantidad de líquido acuoso que se debe pulverizar en el conducto de admisión de aire (2) se distribuye en el sistema a varias boquillas (9, 10, 11, 12, 13).
3. Sistema de pulverización de agua según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque la cantidad de líquido acuoso que se debe pulverizar se distribuye en el conducto de admisión de aire (2) sobre una mayor área para lograr una vaporización óptima, preferentemente a puntos con una elevada temperatura y/o flujo de aire o en su proximidad.
4. Sistema de pulverización de agua según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque el número de boquillas (9, 10, 11, 12, 13) en el sistema está adaptado en función de la cantidad requerida de líquido que se debe pulverizar.
5. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado** porque el punto de inyección y/o el sentido de inyección de la pulverización de neblina de líquido está adaptado en función de la cantidad requerida de líquido acuoso que se debe pulverizar.
6. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado** porque el sistema comprende unas boquillas (9, 10, 11, 12, 13) provistas de diferentes propiedades, variando el número y/o tipo de boquillas que pulverizan de acuerdo con la cantidad de líquido requerida.
7. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado** porque varias boquillas (9-13) del sistema están dispuestas en el mismo marco de montaje (6, 7).
8. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado** porque el sistema comprende un aparato regulador mediante el cual se puede controlar la acción inyectora de por lo menos algunas de las boquillas (9-13).
9. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado** porque el sistema comprende por lo menos un elemento valvular (13, 14) mediante el cual se ajusta y/o se abre o se cierra el paso de flujo de líquido que conduce a una de las boquillas (9-13).
10. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado** porque el sistema comprende un sistema regulador mediante el cual se mantiene la presión en por lo menos un tubo de suministro (17) que conduce a las boquillas por lo menos casi constante o a un nivel predeterminado con independencia del caudal de salida de la bomba.
11. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque el sistema comprende una unidad de bomba reguladora de caudal de salida mediante la cual se regula la presión por un control de presión de manera que la presión en por lo menos un tubo de suministro (17) que conduce a una boquilla es constante.
12. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado** porque el sistema comprende un sistema de control que comprende una bomba de caudal de salida constante y que controla la presión mediante un sistema de válvulas para mantener una presión constante en por lo menos un tubo de suministro que conduce a una boquilla.
13. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado** porque el sistema comprende además un sistema para limpiar las boquillas y/o mantener las boquillas limpias.
14. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizado** porque la presión en la tubería de suministro de líquido es de 10 a 300 bar.
15. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizado** porque el tamaño de gotitas de la neblina de agua se encuentra típicamente por debajo de 200 micrómetros.
16. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizado** porque se suministra un segundo medio de presión, típicamente un gas, preferentemente aire, a por lo menos una boquilla.





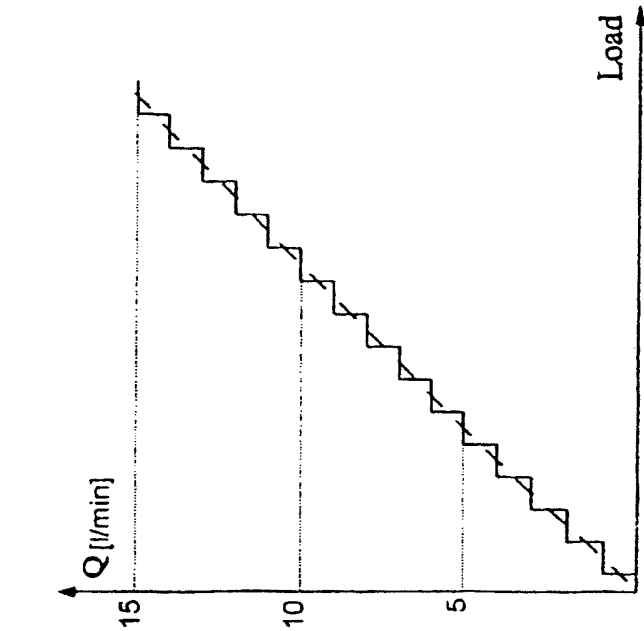


FIG. 3b

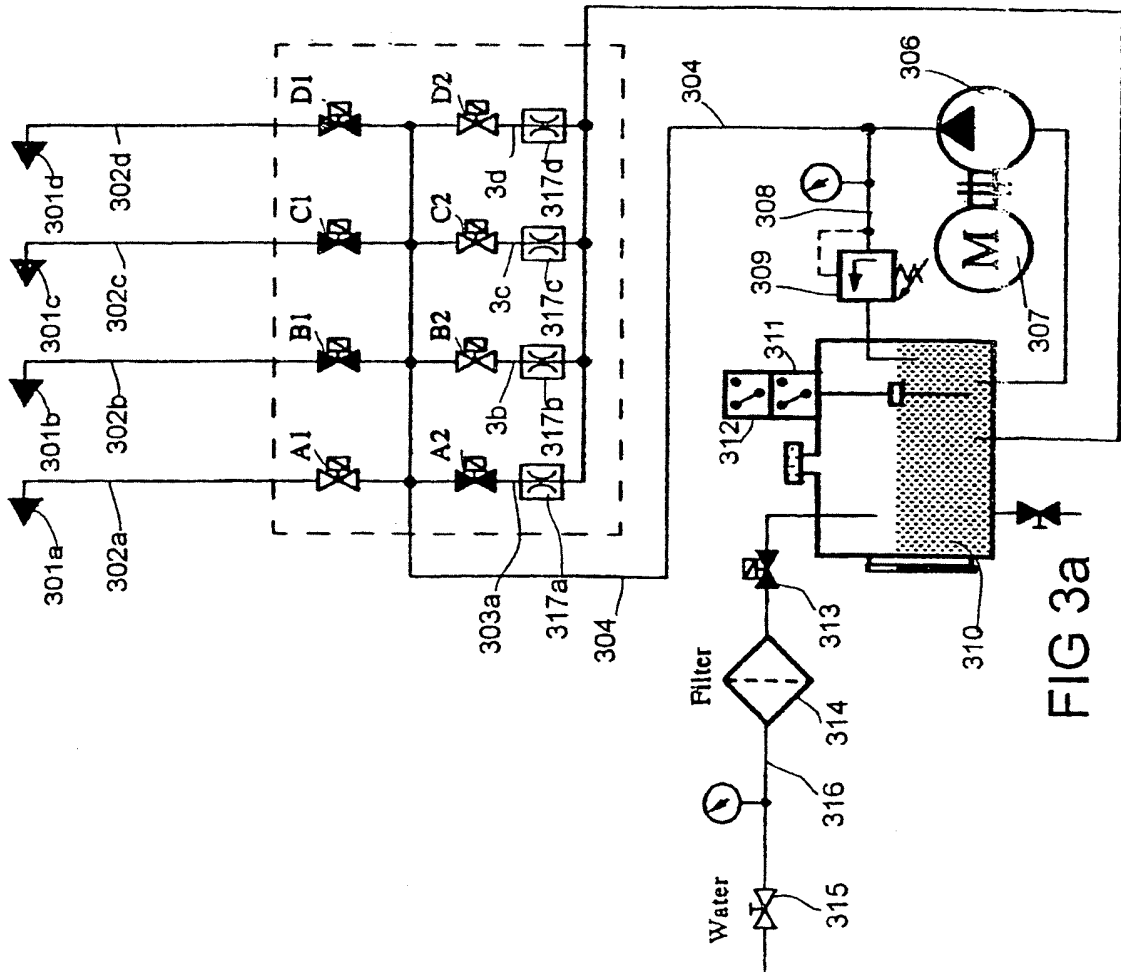


FIG 3a

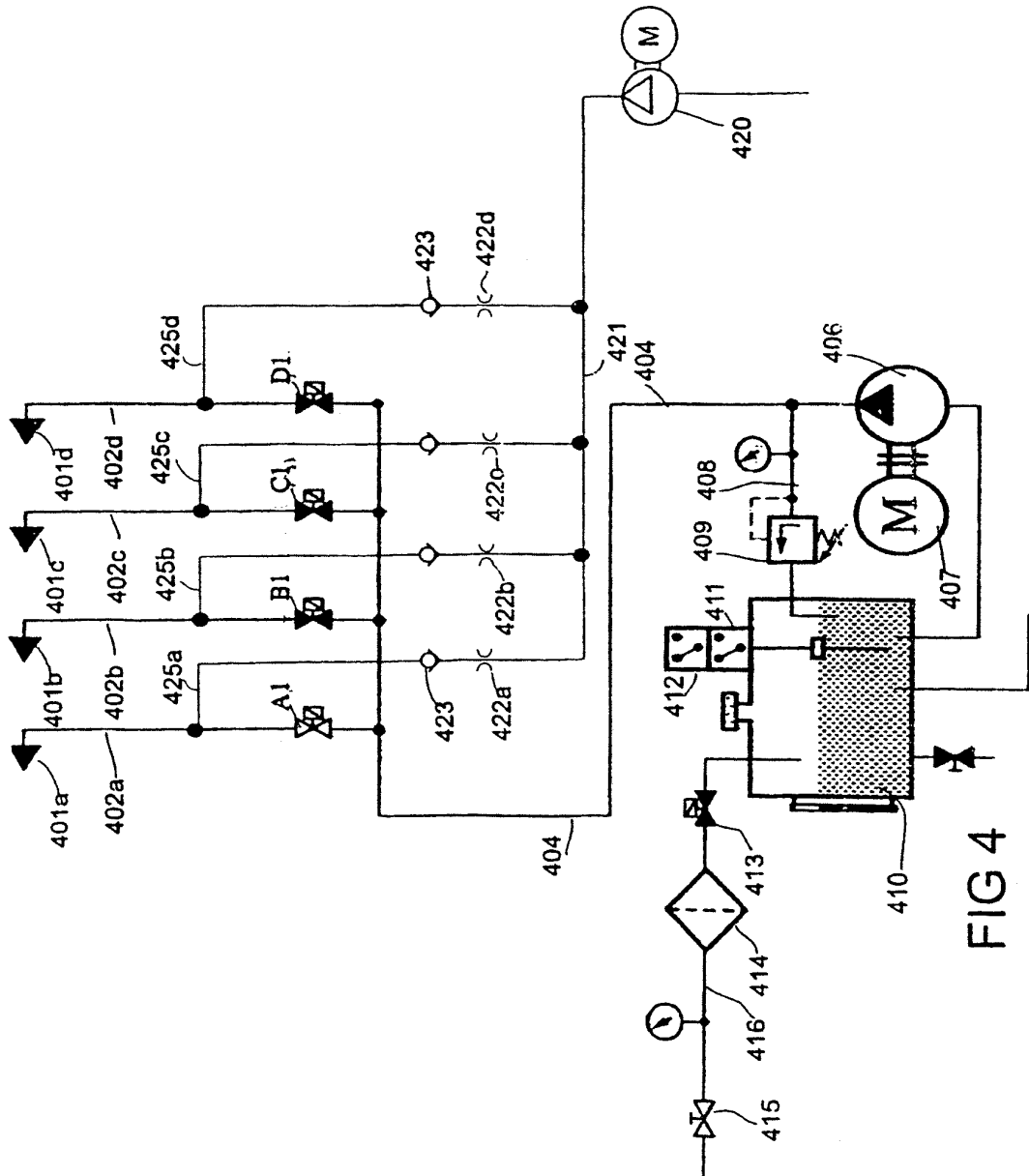


FIG 4

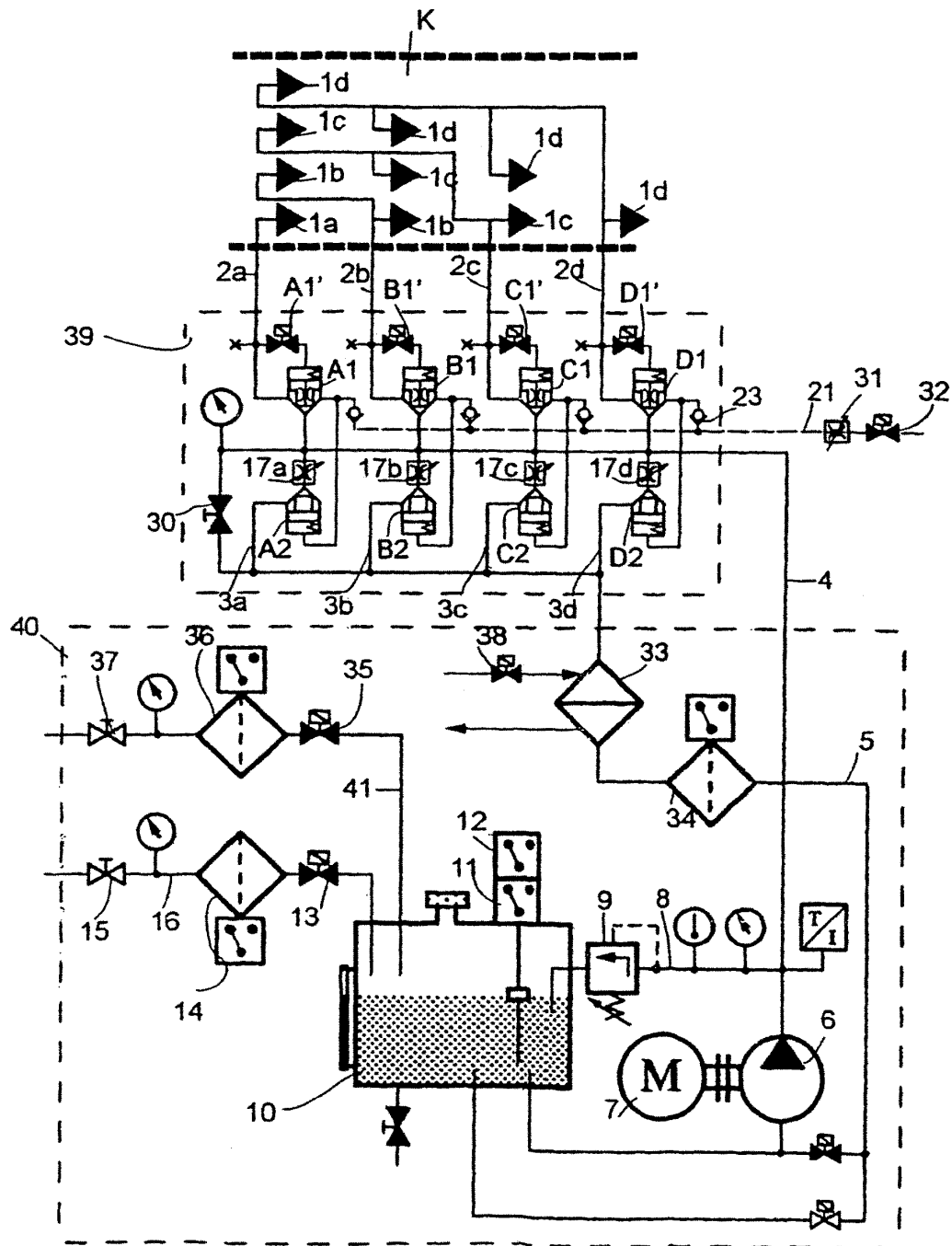


FIG. 5