



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 282 837**

51 Int. Cl.:
F02M 63/02 (2006.01)
F02M 59/34 (2006.01)
F02M 59/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **04425945 .5**
86 Fecha de presentación : **23.12.2004**
87 Número de publicación de la solicitud: **1674718**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **28.06.2006**

54 Título: **Un sistema de inyección de carburante con volumen de almacenamiento para un motor de combustión interna.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.10.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.10.2007

73 Titular/es:
C.R.F. SOCIETA' CONSORTILE PER AZIONI
Strada Torino, 50
10043 Orbassano, Torino, IT

72 Inventor/es: **Ricco, Mario;**
De Matthaëis, Sisto Luigi;
Ricco, Raffaele y
Lepore, Domenico

74 Agente: **Ungría López, Javier**

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

Un sistema de inyección de carburante con volumen de almacenamiento para un motor de combustión interna.

5 La presente invención se refiere a un sistema de inyección de carburante con volumen de almacenamiento para un motor de combustión interna (EP-A-1219827).

10 Los modernos sistemas de inyección de carburante para motores de combustión interna incluyen normalmente una bomba para suministrar carburante a alta presión a un carril común que tiene un volumen dado de almacenamiento de carburante y para alimentar a varios inyectores de cilindro del motor. La bomba incluye al menos un elemento de bombeo alternativo que cada vez realiza una carrera de admisión y una carrera de compresión o distribución.

15 Como es conocido, para que sea atomizado adecuadamente, el carburante se debe poner a presión sumamente alta, por ejemplo en la región de 1600 bar en condiciones de carga máxima del motor. Las normas actuales que controlan la contaminación por gases de escape de motores exigen que la presión de alimentación del carburante a los inyectores sea reproducible lo más exactamente que sea posible con respecto al mapa de la unidad de control electrónica central. Las fluctuaciones de presión, en el carril común, con respecto a la presión establecida se pueden limitar si el volumen del carril común está sobre el orden de magnitud de la cantidad de carburante aspirada por cada inyector por ciclo de combustión. Tal carril común, sin embargo, es invariablemente voluminoso y por lo tanto difícil de acomodar en el motor.

20 Para controlar en el carril común la presión aplicada en la unidad central de control, se ha propuesto ajustar, a lo largo del conducto de distribución de la bomba al carril común, una válvula de solenoide de derivación controlada por una unidad electrónica en función de varios parámetros operativos del motor. También se ha propuesto operar el elemento de bombeo por medios de excéntrica que operan sincrónicamente con cada inyector.

30 En los sistemas conocidos de este tipo, cada elemento de bombeo tiene un flujo instantáneo, cuyo valor máximo es menos que el valor máximo de cada inyector, de modo que, durante cada inyección, solamente parte del carburante inyectado, aproximadamente 20%, es suministrado normalmente por la bomba, siendo suministrado el resto por el carril común. Por lo tanto, los sistemas de este tipo tienen el inconveniente de requerir necesariamente un carril común de tamaño adecuado. Además, la bomba opera permanentemente a la tasa de flujo máximo, mientras que las válvulas de solenoide de derivación drenan simplemente el carburante bombeado excedente, que excede del aspirado por los inyectores, al depósito, disipando así calor.

35 Un objeto de la invención es proporcionar un sistema de inyección de carburante, que es altamente fiable y elimina los inconvenientes de los sistemas conocidos optimizando el rendimiento y minimizando el volumen de almacenamiento de carburante entre la bomba y los inyectores.

40 Según la presente invención, se facilita un sistema de inyección de carburante para motor de combustión interna según la reivindicación 1. Más específicamente, el dispositivo de control de flujo incluye una válvula de solenoide de encendido-apagado a lo largo del conducto de admisión del elemento de bombeo, cuyo flujo instantáneo máximo es más grande que el flujo máximo de cada inyector, y la válvula de solenoide es controlada por una unidad de control troceadora sincrónicamente con la carrera de admisión.

45 La unidad de control troceadora realiza control de modulación de pulsos en anchura (PWM) de la válvula de solenoide de encendido-apagado con un instante de inicio e instante de fin de admisión del elemento de bombeo, con el fin de controlar el volumen de carburante alimentado a la cámara de compresión modulando tanto el instante en que la válvula de solenoide se abre como el instante en que se cierra.

50 La invención también se refiere a un método de controlar la presión de carburante en un volumen de almacenamiento para varios inyectores de carburante, según la reivindicación 9.

55 Varias realizaciones preferidas no limitadoras de la invención se describirán a modo de ejemplo con referencia a los dibujos acompañantes, en los que:

La figura 1 representa un diagrama de un sistema de inyección de carburante de carril común según la presente invención.

60 La figura 2 representa un detalle de una variación del sistema de inyección según la invención.

La figura 3 representa un gráfico operativo del sistema de inyección en las figuras 1 y 2.

Y la figura 4 representa un gráfico operativo de un sistema de inyección conocido.

65 El número 1 en la figura 1 indica en conjunto un sistema de inyección de carburante de carril común para un motor de combustión interna, por ejemplo diesel 2 incluyendo varios cilindros 3, por ejemplo cuatro, que cooperan con pistones correspondientes (no representados) para girar un eje de accionamiento 4.

ES 2 282 837 T3

El sistema de inyección 1 incluye un número de inyectores controlados eléctricamente 5 asociados con cilindros 3 y para inyectarles carburante a alta presión. Los inyectores 5 están conectados a un volumen de almacenamiento que tiene un volumen dado para uno o más inyectores 5.

5 En la realización de la figura 1, el volumen de almacenamiento se define por un carril común 6, al que todos los inyectores 5 están conectados, y que es suministrado por una bomba de alta presión, indicada en conjunto por 7, con carburante a alta presión a lo largo de un conducto de distribución a alta presión 8. El volumen de almacenamiento también puede ser distribuido en el conducto de distribución de la bomba 8 a los inyectores 5.

10 A su vez, la bomba de alta presión 7 es alimentada por una bomba de baja presión, por ejemplo una bomba movida por motor 9, a lo largo de un conducto de admisión de carburante a baja presión 10. La bomba movida por motor 9 está situada normalmente en el depósito de carburante 11, al que está conectado un conducto de drenaje de carburante excedente 12 del sistema de inyección 1. El conducto de drenaje 12 drena al depósito 11 tanto el carburante excedente drenado por los inyectores 5 como cualquier carburante excedente drenado por el carril común 6 cuando la presión
15 excede de la definida por una válvula reguladora de solenoide 15. Para controlar la distribución de la bomba 7, un dispositivo regulador incluyendo al menos una válvula de solenoide de encendido-apagado 27 está situado entre la bomba movida por motor 9 y la bomba de alta presión 7.

El carburante en el depósito 11 está a presión atmosférica. En el uso real, la bomba movida por motor 9 comprime
20 el carburante a una presión baja, por ejemplo de alrededor de 2-3 bar; y la bomba de alta presión 7 comprime el carburante entrante procedente del conducto de admisión 10 para suministrar carburante a alta presión, por ejemplo de aproximadamente 1600 bar, a lo largo del conducto de distribución 8 al carril común 6. Cada inyector 5 es activado para inyectar al cilindro correspondiente 3 una cantidad variable de carburante, es decir, del orden entre un valor mínimo y máximo, bajo el control de una unidad electrónica de control 16, que puede ser definida por la unidad
25 microprocesadora central de control del motor 2.

La unidad de control 16 recibe señales que indican las condiciones operativas de motor 2, tales como la posición del pedal acelerador y la velocidad del eje de accionamiento 4, que son detectadas por sensores correspondientes, y la presión de carburante en el carril común 6 detectada por un sensor de presión 17. La unidad de control 16 procesa
30 las señales entrantes por medio de un programa especial para controlar cuándo y durante cuánto tiempo los inyectores individuales 5 han de operar, así como la válvula reguladora de solenoide 15.

La bomba de alta presión 7 incluye uno o más elementos de bombeo alternativos 18, definido cada uno por un cilindro 19 que tiene una cámara de compresión 20, en la que desliza un pistón 21. La cámara de compresión 20
35 comunica con el conducto de admisión 10 mediante una válvula de admisión 25, y comunica con el conducto de distribución 8 mediante una válvula de distribución 30. El pistón 21 es activado, por medios excéntricos 22 montados en un eje 23, para realizar un movimiento alternativo sinusoidal incluyendo una carrera de admisión y una carrera de compresión o distribución, como se explica con detalle más adelante.

40 En ejemplo de la figura 1, es decir de una bomba 7 con dos elementos de bombeo 18 controlados por una excéntrica 22, y con una carrera de compresión por cada elemento de bombeo 18 por cada revolución del eje 23 de la bomba 7, el eje 23 está conectado al eje de accionamiento 4 por un dispositivo de transmisión 26, de modo que una carrera de compresión se realiza por cada inyección por inyectores 5 a cilindros respectivos 3. En un motor de cuatro tiempos 2, por lo tanto, la velocidad de rotación del eje 23 de la bomba 7 es igual a la velocidad de rotación del eje 4 del motor 2
45 (relación de transmisión = 1). El eje 23 puede ser definido por un eje para operar también otros dispositivos de motor 2.

En motores con cuatro o más cilindros, la bomba 7 incluye normalmente varios elementos de bombeo 18, que pueden ser activados por una excéntrica común. En la realización de la figura 1, la bomba 7 incluye dos elementos de
50 bombeo diametralmente opuestos 18 activados por una excéntrica común 22.

En el gráfico de la figura 3, el eje x representa la carrera de admisión Ps-Pi y la carrera de compresión Pi-Ps de un elemento de bombeo 18. La velocidad del elemento de bombeo 18 se representa por una curva sinusoidal 24, que por lo tanto también representa el flujo instantáneo Q del elemento de bombeo 18 en la ausencia de válvula de
55 solenoide de encendido-apagado 27. Por lo tanto, la zona subtendida por la curva 24 representa el volumen máximo de admisión/distribución de carburante para cada carrera de la bomba.

La operación de un inyector 5 para cada inyección al cilindro respectivo 3 se representa por un rectángulo I_0ABI_1 , cuya base en el eje x es un segmento entre un punto de inicio I_0 y un punto de fin I_1 , y cuya altura indica el flujo
60 instantáneo (que aquí se supone constante) del inyector 5. Por lo tanto, la zona del rectángulo I_0ABI_1 representa el volumen de carburante distribuido por el inyector 5 en la etapa de inyección, y que varía tanto en duración, variando la posición de los puntos I_0 e I_1 , y variando el flujo instantáneo del inyector, es decir, la altura del rectángulo I_0ABI_1 , por ejemplo variando la presión del carburante en el carril común 6.

65 En la tecnología conocida, como se representa en el gráfico de la figura 4, el volumen de carburante I_0DCI_1 distribuido por la bomba durante la inyección es solamente una fracción, por ejemplo aproximadamente 20%, del flujo máximo del inyector 5, de modo que, en condiciones de carga máxima del motor 2, el resto ABCD, es decir, el otro 80% del volumen de carburante a inyectar, debe ser suministrado por el carril común 6. Por lo tanto, el volumen de carril

ES 2 282 837 T3

común 6 debe ser considerable para evitar una caída excesiva de presión del carburante dentro del transcurso de cada inyección. Por lo tanto, 80% del carburante debe ser suministrado al carril común 6 por distribuciones adicionales por elementos de bombeo 18 en el intervalo de tiempo entre el final de la inyección precedente y el inicio de la representada en la figura 4, en la que la bomba, por ejemplo, incluye tres elementos de bombeo 18 que operan continuamente a la tasa de flujo máximo.

Según la invención, el flujo instantáneo máximo del elemento de bombeo 18 es más grande que el flujo máximo de cada inyector 5, y puede ser ventajosamente más de 150%, por ejemplo, puede ser del rango de entre 150% y 250%, del flujo máximo del inyector 5.

La carrera de compresión Pi-Ps del elemento de bombeo 18 se realiza sincrónicamente con la inyección por el inyector 5. A su vez, la válvula de solenoide de encendido-apagado 27 es controlada-troceada por la unidad de control 16, ventajosamente por medio de software correspondiente. Durante la carrera de admisión Ps-Pi, la unidad de control 16 controla la válvula de solenoide de encendido-apagado 27 entre un instante de apertura, es decir, un inicio de admisión T₂, y un instante de cierre, es decir, de fin de admisión T₃. Más específicamente, la unidad de control 16 controla la válvula de solenoide 27 por una señal lógica de modulación por anchura de pulso (PWM) y a una frecuencia relacionada con la velocidad del eje 23 de la bomba 7. Durante la carrera de admisión Ps-Pi, la válvula de solenoide de encendido-apagado 27 alimenta a la cámara de compresión 20, en el intervalo T₂-T₃, un volumen predeterminado T₂T₃NP de carburante, donde la zona T₂T₃NP es equivalente a la zona T₀HP_s en la figura 3, que varía en función de la anchura y la posición de tiempo del intervalo T₂-T₃, y es proporcional a la carga producida por la bomba movida por motor 9.

Tan pronto como la válvula de aspiración 25 es cerrada por su muelle para finalizar la carrera de aspiración Ps-Pi, ambas fases de carburante vapor y líquido están presentes en la cámara de compresión 20. Durante la primera porción Pi-T₀ de la carrera de compresión Pi-Ps, la válvula de distribución 30 permanece cerrada, a causa de la compresibilidad del carburante vapor introducido previamente, y se abre en el instante T₀, cuando la fase vapor ya no está presente y la presión de carburante de fase líquido excede de la presión de carburante en el conducto de distribución 8.

Por lo tanto, la bomba 7 solamente distribuye durante la porción T₀-T₁ de la carrera de compresión de cada elemento de bombeo 18. Dado que el trabajo realizado por el elemento de bombeo 18 para comprimir el vapor en la porción inicial de la carrera de compresión Pi-T₀ es despreciable, la bomba 7 disipa muy poca energía. Por lo tanto, el volumen T₂T₃NP de carburante introducido durante la carrera de admisión por la válvula de solenoide 27 define inequívocamente el instante de inicio de distribución T₀, y se selecciona en función de las condiciones operativas de motor 2, es decir el flujo demandado por los inyectores 5.

Por lo tanto, la unidad de control 16 trocea-modula la distribución de los elementos de bombeo 18, y controla la apertura de la válvula de solenoide 27 modulando tanto el instante de inicio de admisión T₂ como el instante de fin de admisión T₃, con el fin de suministrar a la cámara de compresión 20 un volumen de fluido (zona T₂T₃NP en la figura 3) que define inequívocamente el instante de inicio de distribución T₀. Por lo tanto, el volumen de fluido suministrado al conducto de distribución 8 (zona T₀HT₁ en la figura 3) es ligeramente más grande que el carburante a inyectar por el inyector 5 en la inyección correspondiente (zona I₀ABI_i en la figura 3). Por lo tanto, el carril común 6 solamente tiene que suministrar una cantidad mínima de carburante (zona DBC en la figura 3) durante la inyección, de modo que, a pesar del pequeño volumen de almacenamiento de carril común 6, la presión en él permanece más o menos constante. Como tal, el carril común 6 se puede hacer pequeño o incluso del mismo volumen que el conducto de alta presión 8, dado que el carburante aspirado del carril común es sustituido casi total y simultáneamente durante la misma inyección.

Más específicamente, los instantes de apertura y cierre T₂ y T₃ de la válvula de solenoide 27 corresponden a dos puntos intermedios en la carrera de admisión del elemento de bombeo 18, y pueden ser ventajosamente baricéntricos con respecto a un instante T₄, en el que el elemento de bombeo 18 está a velocidad máxima y por ello la depresión en la cámara 20 es máximo. Por otra parte, el instante T₀ corresponde a un punto intermedio en la carrera de compresión del elemento de bombeo 18, que está ligeramente avanzado con respecto al instante de inicio de inyección 10, de modo que la zona T₀HDAO₀ es sustancialmente igual a la zona DBC.

En la realización de la figura 2, los dos elementos de bombeo 18 están dispuestos en línea y son activados por dos excéntricas 22 fijadas en posiciones diametralmente opuestas al eje 23; y la válvula de solenoide de encendido-apagado 27 está montada de nuevo en una porción 31 del conducto de admisión 10 común a ambos elementos de bombeo.

Por lo tanto, el sistema de inyección descrito anteriormente proporciona un método de controlar la presión de carburante en el volumen de almacenamiento 6, por lo que el carburante es suministrado por al menos un elemento de bombeo alternativo 18 que realiza una carrera de compresión, caracterizándose el método de control por incluir los pasos de:

- proporcionar un elemento de bombeo 18 con un flujo instantáneo máximo más grande que el flujo instantáneo máximo de una inyección por cada inyector 5;

ES 2 282 837 T3

- proporcionar una válvula de solenoide de encendido-apagado 27 a lo largo de un conducto de admisión 10 de dicho elemento de bombeo 18;
- activar el elemento de bombeo 18 sincrónicamente con dicha inyección; y
- controlar dicha válvula de solenoide de encendido-apagado 27 durante la carrera de admisión del elemento de bombeo 18, con el fin de suministrar un volumen predeterminado de carburante que define inequívocamente el instante de inicio de distribución T_0 .

Así se reduce la cantidad de carburante suministrado por el carril común 6 a cada inyector 5 en cada inyección.

Las ventajas, en comparación con los sistemas conocidos, del sistema de inyección según la invención serán claras por la descripción anterior. En particular, el carril común 6 se puede hacer muy pequeño o incluso eliminar, con obvios beneficios con respecto a la disposición del sistema de inyección en el compartimiento motor.

Es claro que se puede hacer más cambios en el sistema de inyección descrito con referencia a las figuras 1 y 2, sin apartarse, sin embargo, del alcance de las reivindicaciones acompañantes. Por ejemplo, cada elemento de bombeo 18 de la bomba 7 puede estar provisto de su propia válvula de solenoide de encendido-apagado 27 en el conducto de admisión relativo; el intervalo T_2 - T_3 puede estar situado en cualquier lugar dentro de la carrera de admisión P_s - P_i ; la válvula de solenoide de encendido-apagado 27 puede estar integrada con la bomba 7, que, a su vez, puede ser definida incluso por un elemento de bombeo 18; y la bomba 7 puede estar definida incluso por una bomba con tres o más elementos de bombeo radiales, y usarse en motores distintos de los de cuatro cilindros.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de inyección de carburante con volumen de almacenamiento para un motor de combustión interna que tiene un número de cilindros (3), incluyendo el sistema de inyección una bomba (7) para suministrar carburante a alta presión a un volumen de almacenamiento (6), y un número de inyectores (5) alimentados por dicho volumen de almacenamiento (6) y activados para realizar una inyección de carburante presurizado a un cilindro correspondiente (3) del motor (2); teniendo dicha inyección un flujo de carburante a presión instantáneo máximo dependiendo de las condiciones operativas del motor (2); incluyendo dicha bomba (7) al menos un elemento de bombeo alternativo (18) que realiza una carrera de admisión (Ps-Pi) y una carrera de compresión (Pi-Ps) para cada una de dichas inyecciones; y habiéndose previsto un dispositivo de control (27) para variar la cantidad de carburante suministrado por dicha bomba (7) al volumen de almacenamiento (6), teniendo dicho elemento de bombeo (18) un flujo instantáneo máximo más grande que el flujo instantáneo máximo de cada uno de dichos inyectores (5); **caracterizado** porque dicho dispositivo de control incluye una válvula de solenoide de encendido-apagado (27) situada a lo largo del conducto de admisión (10) de dicho elemento de bombeo (18); siendo controlada dicha válvula de solenoide de encendido-apagado (27) por una unidad de control troceadora (16) con modulación por anchura de pulsos (PWM) de manera que introduzca en la cámara de compresión (20) de dicho elemento de bombeo (18) un volumen de carburante definido inequívocamente por un instante de apertura (T2) y un instante de cierre (T3) de dicha válvula de solenoide de encendido-apagado (27) sincrónicamente con dicha carrera de admisión (Ps-Pi).
2. Un sistema de inyección según la reivindicación 1, **caracterizado** porque dicho volumen de carburante define inequívocamente el instante de inicio de distribución (T_0) en dicha carrera de compresión (Pi-Ps); seleccionándose dicho volumen de carburante en función de las condiciones operativas del motor (2); y coincidiendo el final del instante de admisión (T_i) con el final (Ps) de dicha carrera de compresión (Pi-Ps).
3. Un sistema de inyección según la reivindicación 2, **caracterizado** porque la distribución es sustancialmente simultánea con dicha inyección.
4. Un sistema de inyección según la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado** porque el flujo instantáneo máximo de dicho elemento de bombeo (18) es al menos 150% de dicho flujo máximo del inyector (5).
5. Un sistema de inyección como el reivindicado en una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque dicha bomba (7) incluye al menos dos elementos de bombeo (18), cada uno de los cuales tiene una cámara de compresión (20) que comunica con un conducto de admisión común (10, 31); estando situada dicha válvula de solenoide de encendido-apagado (27) a lo largo de dicho conducto de admisión (10, 31).
6. Un sistema de inyección según la reivindicación 5, **caracterizado** porque dichos elementos de bombeo (18) son coaxiales y opuestos, y son activados por una excéntrica común (22).
7. Un sistema de inyección según la reivindicación 5, **caracterizado** porque dichos elementos de bombeo (18) son paralelos, y son activados por dos excéntricas correspondientes (22).
8. Un sistema de inyección según la reivindicación 6 ó 7, **caracterizado** porque cada elemento de bombeo (18) está asociado con una válvula de solenoide de encendido-apagado correspondiente (27); estando situada cada una de dichas válvulas de solenoide de encendido-apagado (27) a lo largo del conducto de admisión del elemento de bombeo relativo (18).
9. Un método de controlar la presión de carburante en un volumen de almacenamiento (6) para al menos uno inyector de carburante (5) de un motor de combustión interna (2), donde el carburante es suministrado al volumen de almacenamiento (6) por al menos un elemento de bombeo alternativo (18) que realiza una carrera de admisión (Ps-Pi) y una carrera de compresión (Pi-Ps), **caracterizado** por incluir los pasos de:
 - proporcionar un elemento de bombeo (18) que tiene un flujo instantáneo máximo más grande que el flujo instantáneo máximo de dicho inyector (5);
 - proporcionar una válvula de solenoide de encendido-apagado (27) a lo largo de un conducto de admisión (10) de dicho elemento de bombeo (18);
 - activar dicho elemento de bombeo (18) sincrónicamente con cada una de dichas inyecciones; y
 - controlar dicha válvula de solenoide de encendido-apagado (27) para modular un volumen de carburante introducido a la cámara de compresión de bombeo (20) durante la carrera de admisión (Ps-Pi) de dicho elemento de bombeo (18) definido inequívocamente por un instante de apertura (T2) y un instante de cierre (T3) de dicha válvula de solenoide de encendido-apagado (27) durante dicha carrera de admisión (Ps-Pi).

ES 2 282 837 T3

10. Un método según la reivindicación 9, **caracterizado** por los pasos adicionales siguientes:

- controlar la distribución del elemento de bombeo (18) de manera que sea sustancialmente simultánea con dicha inyección; y
- controlar el instante de inicio de distribución (T_0) de dicho elemento de bombeo (18) en dicha carrera de compresión (Pi-Ps) en función de las condiciones operativas del motor (2), siendo el instante de fin de distribución (T_i) de dicho elemento de bombeo (18) sustancialmente coincidente con el final (Ps) de dicha carrera de compresión (Pi-Ps).

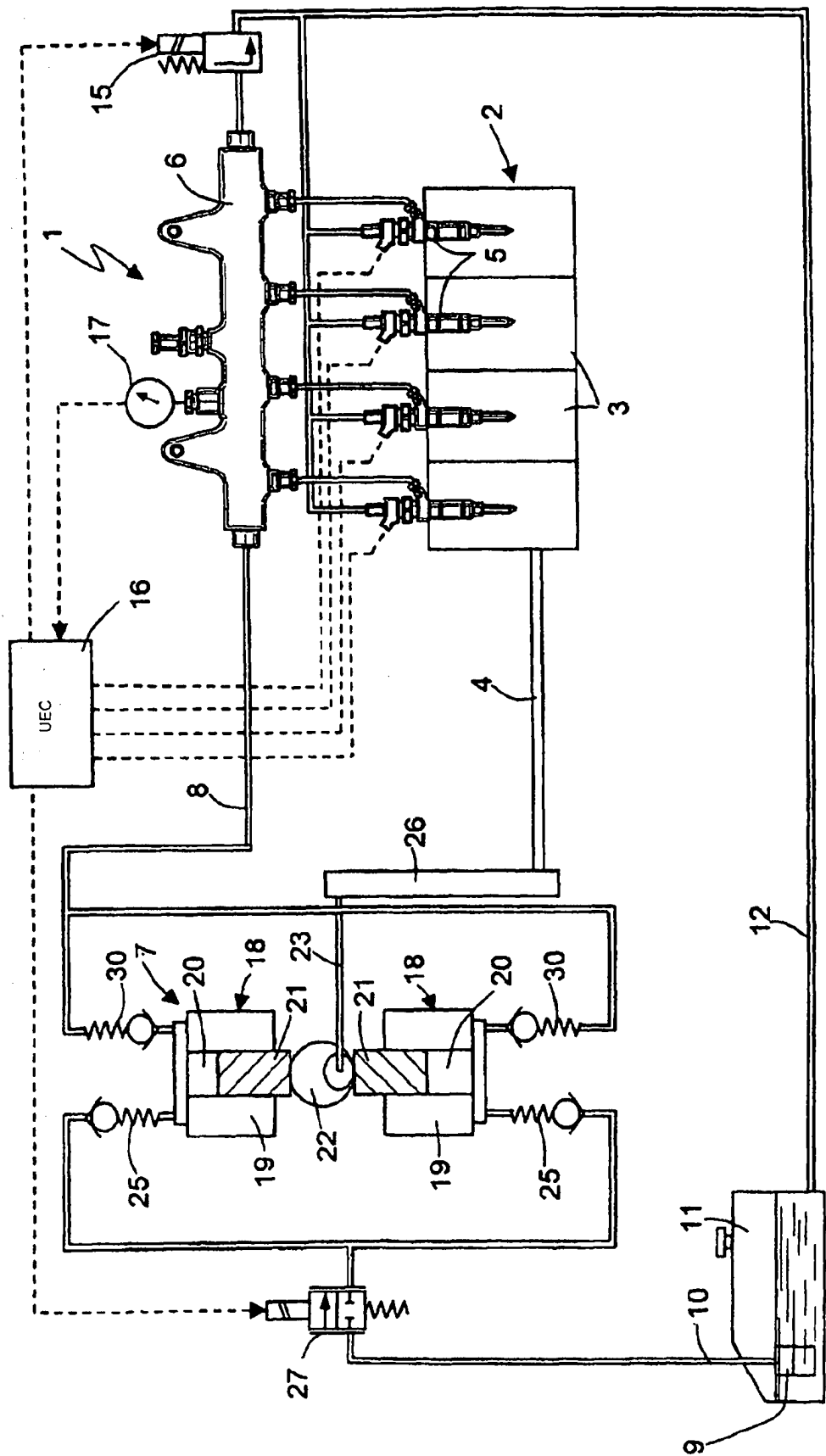


Fig.1

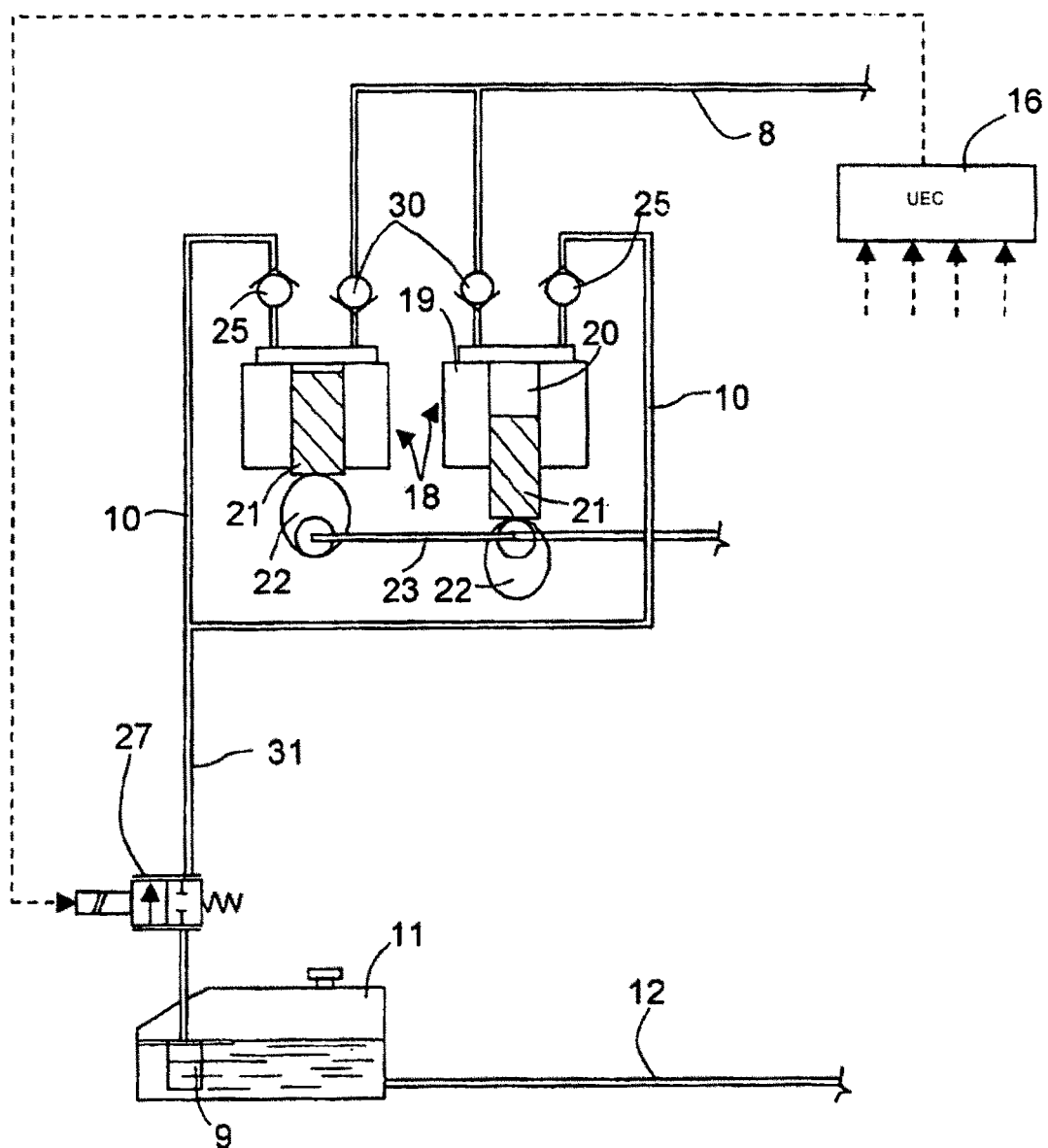


Fig.2

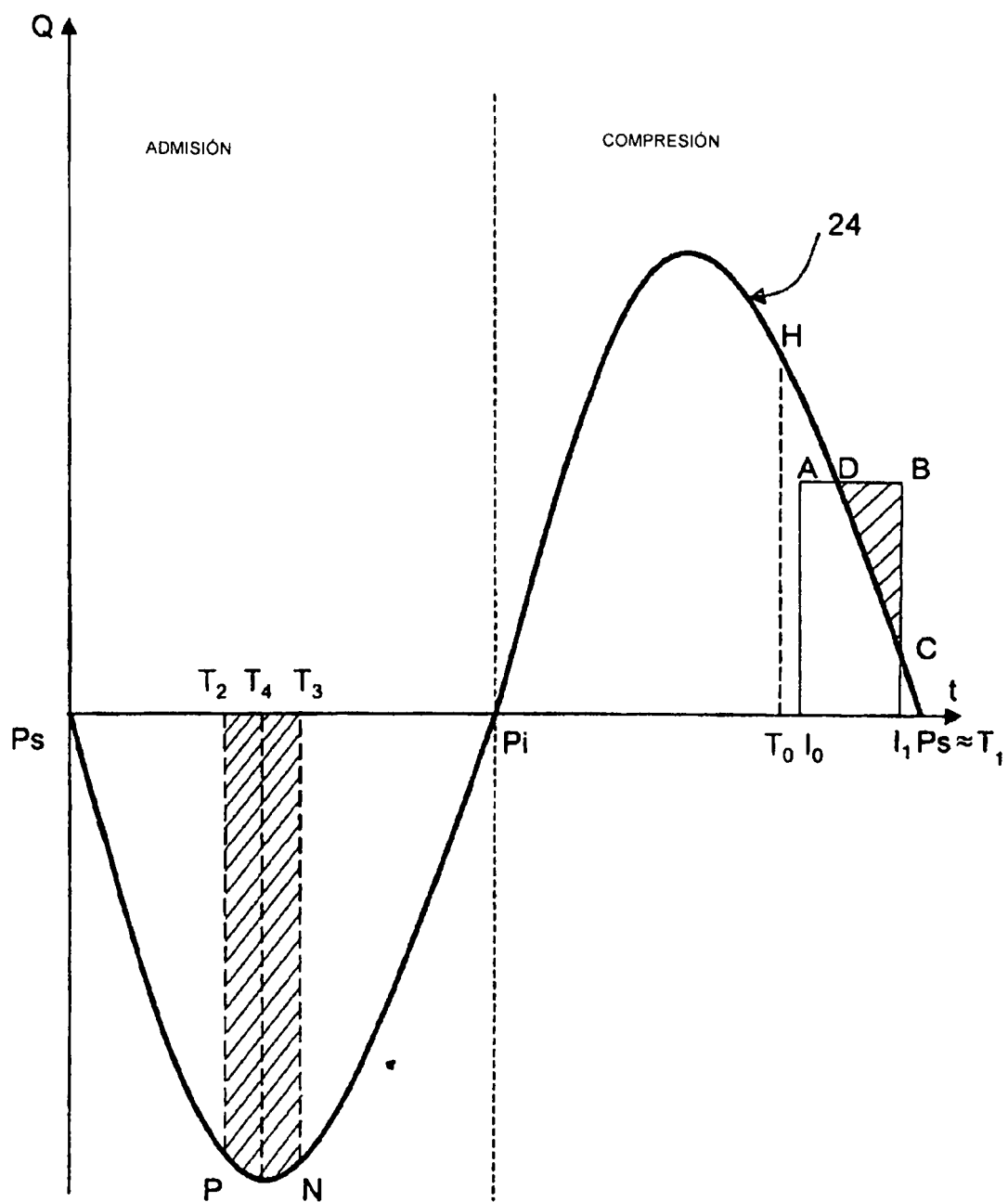


Fig.3

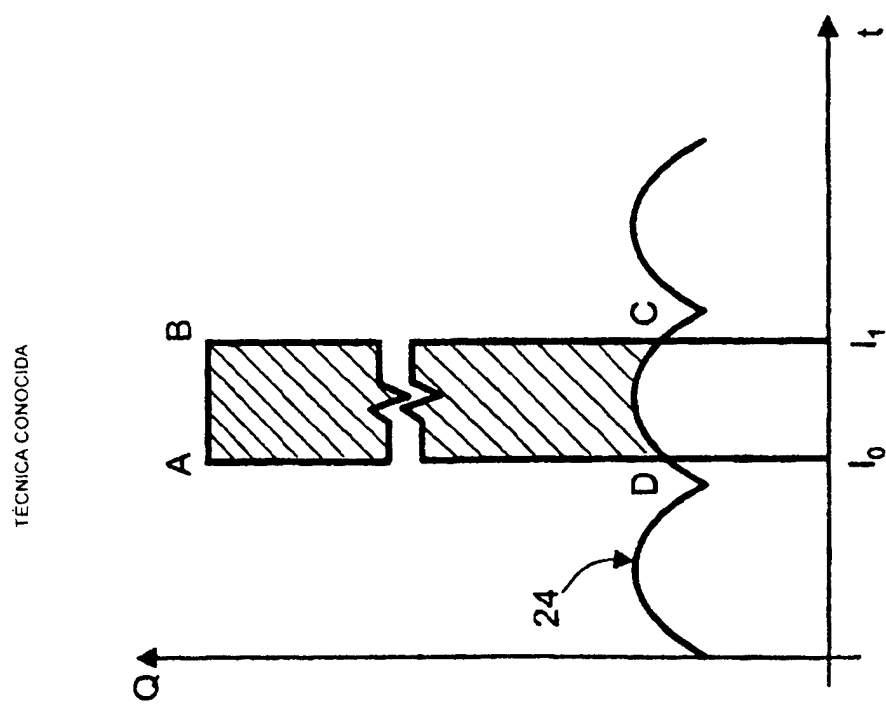


Fig.4