



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 351 056**

51 Int. Cl.:

F02M 69/30 (2006.01)

F02M 69/32 (2006.01)

F02M 53/02 (2006.01)

F02M 53/06 (2006.01)

F02M 63/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06790475 .5**

96 Fecha de presentación : **12.09.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1934467**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.06.2008**

54 Título: **Sistema auxiliar de arranque en frío para motores flexibles y de alcohol con entrada de aire y calentamiento por alcohol.**

30 Prioridad: **12.09.2005 BR PI0504047**
09.05.2006 BR CI0504047

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
31.01.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
31.01.2011

73 Titular/es: **FIAT AUTOMOVEIS S.A. - Filial Mecânica**
Av. do Contorno da Fiat 3455
32530 Betim, BR

72 Inventor/es: **Sales, Luis Carlos Monteiro**

74 Agente: **Trullols Durán, María del Carmen**

ES 2 351 056 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).

MEMORIA DESCRIPTIVACAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un sistema auxiliar de arranque en frío, del tipo utilizado preferiblemente en
5 motores con motor de combustión interna que utilizan alcohol como combustible, incluyendo la posibilidad de utilizar la presente invención en los motores de “combustible flexible” (alcohol/gasolina/GNV).

EXPLICACIÓN DE LA TÉCNICA ANTERIOR

Los sistemas denominados “auxiliares de arranque
10 en frío”, generalmente conocidos en la técnica, comprenden un depósito de gasolina con inyección por electrobomba que, a través de una electroválvula y una válvula de “una vía” (unidireccional), inyecta una cantidad determinada de gasolina en el colector de admisión o en el área próxima a la válvula de admisión del cilindro, en el momento del
15 arranque del motor y durante las aceleraciones en el periodo de calentamiento del motor.

La cantidad de gasolina y el tiempo de alimentación se controlan desde una unidad electrónica que actúa directamente sobre la inyección de la electrobomba a través de un relé, así como
20 sobre la electroválvula.

No obstante, y a pesar de la aplicación frecuente de estos sistemas en vehículos a alcohol, presentan inconvenientes.

En concreto, la cantidad de gasolina inyectada es crítica desde distintos puntos de vista y, entre ellos, podemos destacar
25 su influencia directa junto a la emisión de contaminantes por parte del vehículo. Además, la inyección de una cantidad insuficiente de gasolina impide el arranque del motor, dañando y reduciendo la vida útil del motor de arranque y provocando un evidente malestar en el usuario.

También se relaciona con el control de la cantidad
30 de gasolina inyectada la capacidad de conducción durante el periodo de calentamiento del motor, la fuerte influencia en los niveles de emisión de contaminantes y el consumo de combustible.

Otro factor negativo de los sistemas de arranque en frío que utilizan gasolina es la obstrucción del conducto de admisión y
35 del orificio calibrado a través del cual se inyecta la gasolina. Esto

sucede sobre todo debido al envejecimiento de la gasolina que permanece durante largo tiempo sin utilizarse dentro del depósito, por lo que la gasolina se oxida, pierde sus propiedades y provoca la formación de resina. Esto se debe a que el arranque con este sistema sólo se produce en los días más fríos del invierno, en los que la gasolina es necesaria para accionar el motor en frío. Ejemplos de esta tecnología son las solicitudes de patente brasileñas PI 8801648-0 y PI 9002905-4.

Además, la distancia entre el punto de entrada de la gasolina, situado en el colector de admisión, y las válvulas de admisión produce una acumulación inaceptable de gasolina en las paredes de dicho colector, provocando fugas al sistema de arranque en frío. Este problema es aún más grave si se trata de motores con colector de admisión con ramales largos. Para resolver este problema, recientemente se presentó la solicitud de patente brasileña PI 0300761-8, consistente en un sistema de inyección auxiliar dotado de una salida auxiliar de inyección de combustible para el arranque en frío, acercando la inyección a su punto de combustión.

Para optimizar el arranque, la conducción durante el calentamiento del motor y la consiguiente reducción de los niveles de emisión de contaminante, se desarrolló un sistema de arranque en frío para motores de alcohol fríos que utilizan una tobera de inyección (5.^a tobera) para introducir la gasolina en el colector de admisión. En el caso de colectores con ramales largos, el sistema utiliza dos toberas de inyección (una por cada dos cilindros) situadas cerca de la válvula de admisión y cerca de la entrada al cilindro, según las solicitudes de patente PI 9905212-1 (5.^a tobera) y C1 99052121 (con dos toberas adicionales) del mismo depositante.

La introducción de gasolina en el colector de admisión a través de las toberas de inyección permite un mejor control de la cantidad y la forma de la inyección de gasolina en el momento del arranque en frío y durante el periodo de calentamiento del motor. Con el sistema convencional no es posible este control optimizado de la gasolina, es decir, la introducción de gasolina en el colector de admisión a través de un conducto con un orificio calibrado.

El sistema descrito en el proceso PI 0300761-8 se refiere a la introducción de combustible auxiliar (gasolina o vapores procedentes del depósito de combustible) para el arranque en frío a través de un canal adyacente a la tobera de inyección, pudiendo
5 añadirse así el combustible auxiliar cerca de la válvula de admisión y en combinación con el combustible principal. Esta solicitud presenta una gran similitud con el objetivo del sistema descrito en el proceso C1 99052121, donde dos inyectores adicionales cerca de las válvulas de admisión pulverizan la gasolina para contribuir al arranque y al
10 funcionamiento en frío del motor de alcohol.

Para sustituir la inyección auxiliar de gasolina se han propuesto diversos sistemas que contemplan el calentamiento del alcohol y, en consecuencia, la eliminación de la gasolina y de cualquiera de los aparatos necesarios para constituir un sistema
15 auxiliar de arranque en frío, que puede presentar fallos y causar problemas en el funcionamiento del motor.

En el sistema descrito en la solicitud de patente MU-7502050-5, el tiempo necesario para el calentamiento completo del alcohol puede ser muy prolongado debido a que primero se debe
20 calentar el aceite que envuelve una espiral para obtener la temperatura pretendida del alcohol contenido en dicha espiral.

En el sistema en que el alcohol se calienta dentro de los inyectores de tobera, la cantidad de combustible calentado puede ser insuficiente para las aceleraciones en frío, ya que el caudal máximo
25 de combustible necesario en esta operación a baja temperatura no se puede calentar rápidamente dentro del pequeño volumen que admite el inyector de tobera.

En el sistema en que el alcohol calentado se introduce en el colector de admisión, se puede producir una pérdida de
30 calor dentro de los conductos y el combustible puede llegar a la cámara de combustión con una temperatura insuficiente. Recordemos que el punto de inflamación (temperatura a partir de la cual hay una cantidad suficiente de vapor de combustible para que se produzca la combustión) el alcohol es de 13 °C y su combustión por debajo de
35 dicho punto es difícil, en situaciones donde el motor funciona a muy

baja temperatura, tales sistemas pueden resultar ineficaces, ya que, además de la pérdida de calor, una cantidad considerable de alcohol puede permanecer depositada en las paredes de los conductos (condensación).

5 El objetivo de la presente invención es conseguir un nuevo sistema de arranque en frío para motores de alcohol o con la posibilidad de utilizarse en motores de combustibles múltiples (motores flexibles), eliminando así todos los aparatos necesarios para la inyección de gasolina, como respaldo para los arranques y las
10 aceleraciones en frío.

El nuevo sistema sustituye el sistema convencional de introducción de gasolina durante el arranque en frío y mientras el motor se calienta por un sistema de calentamiento por aire y/o alcohol. Según la temperatura ambiente, la admisión de aire y el calentamiento
15 del alcohol se pueden realizar por separado.

La admisión de aire se calienta mediante resistencias eléctricas situadas estratégicamente en las partes que componen el sistema de admisión, es decir, en el conducto de aspiración y/o filtro de aire y/o cuerpo del acelerador y/o conductor del
20 colector y/o conductos del cabezal, o en cada una de estas partes por separado, o combinando las distintas posibilidades.

El aire calentado puede suministrarse también desde una turbina de accionamiento eléctrico con resistencias eléctricas para el calentamiento del aire y circulación forzada hacia el colector de
25 admisión.

Considerando únicamente los inyectores principales (uno por cilindro), el calentamiento del alcohol puede realizarse mediante resistencias situadas en la entrada de cada inyector y/o dentro de cada inyector y/o mediante una resistencia por cada
30 conducto portatoberas. Para el calentamiento del alcohol, es posible combinar estas tres posiciones de las resistencias o bien utilizar estos puntos por separado.

Otra forma de calentar el alcohol es utilizar una o dos toberas de inyección adicionales (suplementarias) para introducir el
35 alcohol calentado en el colector de admisión. En este caso, el

calentamiento del alcohol puede producirse o no en los inyectores principales o en el portatoberas principal. En tal caso, el calentamiento del alcohol utilizando los inyectores suplementarios puede realizarse de forma similar, es decir, mediante resistencias situadas en la entrada de cada inyector suplementario y/o dentro de cada inyector suplementario y/o mediante una resistencia para cada portatoberas suplementario. Para el calentamiento del alcohol, es posible combinar estas tres posiciones de las resistencias o bien utilizar estos puntos por separado.

Este sistema con el alcohol calentado mediante inyectores suplementarios está interconectado al sistema principal, es decir, la presión de funcionamiento es la misma para todos los inyectores. Como la entrada del alcohol calentado en el colector de admisión se efectúa mediante inyectores, la posibilidad de condensación o depósito en las paredes se ve minimizada, ya que la cantidad de alcohol contenida en el "pulverizador" entra casi en su totalidad en los cilindros.

Este concepto de usar inyectores suplementarios es el mismo que el presente solicitante describió en las solicitudes de patente PI 9905212-1 (5.^a tobera) y C1 99052121 (con dos toberas adicionales). La gran ventaja del uso de los inyectores suplementarios es que la salida del alcohol caliente puede controlarse y ajustarse (a través de ECU) igual que en los inyectores principales.

Los documentos DE 102004007797 y WO 2005/024224 describen unos sistemas para calentar el combustible en su raíl. En el documento DE 102004007797, el calor se forma en una cámara auxiliar y en el documento WO 2005/024224, una serie de calentadores se reparten por el sistema de combustible. Ninguno de dichos documentos utiliza estrategias para calentar simultáneamente el combustible y el aire para conseguir una mejor combustión de combustibles distintos del gasoil y la gasolina.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se comprenderá mejor a la luz de las figuras adjuntas, presentadas como meras figuras pero sin limitar el alcance de la presente invención, donde se representan algunas de las formas de entrada de aire y calentamiento del alcohol:

- 6 -

- La figura 1 representa las resistencias eléctricas situadas a la entrada de los inyectores.

- La figura 2 representa la combinación de calentamiento del conducto portatoberas y la entrada de los inyectores.

5 - La figura 3 representa la combinación de dos posibilidades de calentamiento del alcohol, en la entrada de los inyectores mediante resistencias eléctricas y dentro de cada inyector.

10 - La figura 4 representa la combinación de las tres posibilidades de calentamiento del alcohol, es decir, el alcohol se calienta dentro del conducto de distribución o portatoberas mediante resistencias eléctricas a lo largo de cada parte interna del conducto de distribución, en la entrada de los inyectores mediante resistencias eléctricas y dentro de cada inyector.

15 - La figura 5 representa las resistencias únicamente dentro de cada inyector.

- La figura 6 representa una única resistencia eléctrica dentro del conducto de distribución o portatoberas.

20 - La figura 7 representa un sistema suplementario de calentamiento del alcohol con dos toberas: los inyectores calientan el combustible según las posiciones de las resistencias eléctricas en las hipótesis a) y f).

- La figura 8 representa un sistema suplementario de calentamiento del alcohol con un inyector de tobera con resistencias eléctricas situadas en el colector de admisión en las hipótesis a) y g).

25 - La figura 9 representa las posibilidades de calentamiento del aire dentro del colector de admisión en el cuerpo del acelerador.

30 - La figura 10 representa esquemáticamente la posición de las resistencias en el conducto secundario de entrada de aire cerca del colector de escape.

- La figura 11 representa las resistencias eléctricas dentro del filtro de aire o en el conducto que envía el aire al cuerpo del acelerador y al conducto secundario.

- 7 -

- La figura 12 representa el aire calentado en el conducto de conexión del filtro al colector de admisión, sin la presencia de un conducto secundario.

5 - La figura 13a muestra el organigrama del sistema de arranque en frío del sistema auxiliar.

- La figura 13b muestra el organigrama del sistema auxiliar de arranque en frío utilizando una turbina con calentamiento eléctrico.

10 - La figura 14 representa el aire calentado que se introduce por debajo del acelerador (posición 2).

- La figura 15 representa el aire calentado que se introduce en el conducto que une el filtro del aire al cuerpo del acelerador (posición 1).

15 - Las figuras 16a a 16c representan distintas configuraciones de las válvulas de control a lo largo del proceso de calentamiento del aire utilizado en la combustión.

- Las figuras 17a a 17c representan distintas configuraciones de las válvulas de control a lo largo del proceso de calentamiento del aire utilizado en la combustión.

20 - Las figuras 18a y 18b representan distintas configuraciones de las válvulas de control a lo largo del proceso de calentamiento del aire utilizado en la combustión.

- La figura 19 representa el uso de la turbina para aumentar el par motor a bajas velocidades de rotación.

25 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

CALENTAMIENTO DEL ALCOHOL

a) calentamiento en el sistema principal (directo)

30 El calentamiento del combustible es la forma más rápida de garantizar que se alcancen temperaturas por encima del punto de inflamación. Este calentamiento se efectúa de forma que el alcohol alcanza una temperatura estimada de 30 °C, ya que por debajo del punto de inflamación de 13 °C su combustión es difícil por la cantidad insuficiente de alcohol evaporado para lograr una mezcla apropiada de aire/combustible para una buena combustión.

El alcohol se puede calentar mediante unas resistencias (3) situadas en la entrada de los inyectores (4), mediante resistencias (6) dispuestas en el interior de cada inyector (1) o mediante una resistencia (5) por cada conducto portatoberas (2), y estas tres posibilidades pueden utilizarse simultáneamente, combinadas de dos en dos o por separado, dependiendo de la necesidad de flujo de alcohol caliente y del consumo de energía. Las posibilidades de combinación son las siguientes:

- La figura 1 representa las resistencias eléctricas (3) situadas en la entrada de los inyectores (4).

- La figura 2 representa la combinación de resistencias eléctricas (5) en el conducto portatoberas (2) con resistencias eléctricas (3) situadas en la entrada de los inyectores (4).

- La figura 3 representa la combinación de resistencias eléctricas (3) situadas en la entrada de los inyectores (4) con las resistencias eléctricas (6) situadas dentro de los inyectores (1).

- La figura 4 representa la combinación de resistencias eléctricas (3) situadas en la entrada de los inyectores (4) con las resistencias eléctricas (6) situadas dentro de los inyectores (1) y con las resistencias eléctricas (5) en el conducto portatoberas (2).

- La figura 5 representa las resistencias eléctricas (6) situadas dentro de los inyectores (1).

- Y la figura 6 representa las resistencias eléctricas (5) en el conducto portatoberas (2).

El calentamiento del alcohol debería garantizar que, tras la inyección, su temperatura sea superior a la del punto de inflamación. La temperatura de 30 °C constituye una estimación segura, ya que por debajo de 13 °C (punto de inflamación del alcohol), la combustión del alcohol es difícil por la cantidad insuficiente de alcohol evaporado para lograr una mezcla apropiada de aire/combustible para una buena combustión.

Es importante señalar que las resistencias eléctricas (3) (situadas inmediatamente delante de los inyectores (1)) y el conducto portatoberas (2), denominado también "galería de combustible", son útiles para el precalentamiento del alcohol y para

reducir el efecto de flujo de alcohol frío que entra en el inyector (1) tras el arranque y las primeras aceleraciones en frío.

El calentamiento de los pequeños volúmenes de alcohol dentro de los inyectores (1) se produce de forma prácticamente instantánea cuando no hay flujo, es decir, con el alcohol inactivo listo para su inyección. No obstante, este mismo volumen es insuficiente en aceleraciones tras el arranque en frío, ya que cuanto el mayor flujo de alcohol a baja temperatura (por debajo o cerca de los 13 °C) no permite un calentamiento adecuado. En tal caso, es necesario combinar el calentamiento de aire en la admisión de alcohol.

Tal como se representa en las figuras 3 y 4, el calentamiento del alcohol será más eficiente, ya que se precalienta mediante las resistencias eléctricas (3) situadas en la entrada de los inyectores (4) y con las resistencias eléctricas (5) del conducto portatoberas (2). De esta forma, el efecto de la temperatura final del alcohol se reduce en las aceleraciones en frío, debido a que el flujo de salida del inyector (1) se verá minimizado; así, el precalentamiento permite que se caliente un volumen de alcohol antes de su paso por el inyector (1).

Las resistencias eléctricas que calientan el alcohol se activan y desactivan a través de la unidad de mando electrónico (ECU), debido a que la temperatura del agua del motor del aire contenido en el colector de admisión como se explicará posteriormente en: b) se calienta en el sistema suplementario (indirecto).

El alcohol se puede calentar usando los inyectores suplementarios de forma similar al calentamiento directo (sistema principal), es decir, con resistencias situadas en la entrada de cada inyector suplementario y/o dentro de cada inyector suplementario y/o mediante una resistencia por cada conducto portatoberas suplementario.

Una primera hipótesis implica el uso de dos toberas suplementarias situadas en el colector de admisión, que pulverizan el alcohol a alta presión, formando una proyección caliente.

En esta hipótesis, el alcohol se puede calentar mediante las resistencias (56) situadas en la entrada de los inyectores

(51), mediante las resistencias (57) que se encuentran dentro de cada inyector (52) o mediante una resistencia (55) por cada conducto portatoberas (50), y estas tres posibilidades pueden utilizarse simultáneamente, combinadas de dos en dos o por separado, según la
5 necesidad del flujo de alcohol calentado y el consumo de energía. Las posibilidades de combinación son las siguientes:

- La figura 7a representa las resistencias eléctricas (55) en el conducto portatoberas (50).

10 - La figura 7b representa la combinación de las resistencias eléctricas (55) del conducto portatoberas (50) con las resistencias eléctricas (57) situadas en los inyectores (52).

- La figura 7c representa la combinación de las resistencias eléctricas (55) del conducto portatoberas (50) con las resistencias eléctricas (56) situadas en la entrada de los inyectores (51)
15 y con las resistencias eléctricas (57) situadas dentro de los inyectores (52).

- La figura 7d representa la combinación de las resistencias eléctricas (56) situadas en la entrada de los inyectores (51) con las resistencias eléctricas (57) situadas dentro de los inyectores
20 (52).

- La figura 7e representa las resistencias eléctricas (56) situadas en la entrada de los inyectores (51).

- Y la figura 7f representa las resistencias eléctricas (57) situadas dentro de los inyectores (52).

25 Una segunda hipótesis es el uso de una tobera suplementaria situada entre el cuerpo del acelerador y el conducto portatoberas principal, pulverizando el alcohol y la alta presión formando una pulverización caliente. En esta hipótesis, el alcohol se calienta mediante las resistencias (65) situadas en la entrada del
30 inyector (60), mediante resistencias (66) dentro del inyector (61) o mediante una resistencia (67) por cada conducto portatoberas (70), pudiendo utilizarse las tres posibilidades simultáneamente, combinadas de dos en dos o por separado, según la necesidad de flujo de alcohol calentado y el consumo de energía. Las posibilidades de combinación
35 se muestran a continuación:

- 11 -

- La figura 8a representa la combinación de las resistencias eléctricas (67) del conducto portatoberas (70) con las resistencias eléctricas (65) situadas en la entrada del inyector (60) y con las resistencias eléctricas (66) situadas dentro del inyector (61).

5 - La figura 8b representa la combinación de las resistencias eléctricas (67) en el conducto portatoberas (70) con las resistencias eléctricas (66) situadas dentro del inyector (61).

10 - La figura 8c representa la combinación de las resistencias eléctricas (67) en el conducto portatoberas (70) con las resistencias eléctricas (65) situadas en la entrada del inyector (60).

 - La figura 8d representa las resistencias eléctricas (67) del conducto portatoberas (70).

15 - La figura 8e representa la combinación de las resistencias eléctricas (65) situadas en la entrada del inyector (60) con las resistencias eléctricas (66) situadas dentro del inyector (61).

 - La figura 8f representa las resistencias eléctricas (65) situadas en la entrada del inyector (60).

 Y la figura 8g representa las resistencias eléctricas (66) situadas dentro del inyector (61).

20 CALENTAMIENTO DEL AIRE

 Es necesario calentar el aire en el sistema de admisión para minimizar las pérdidas de calor del alcohol calentado durante la entrada en el cilindro que, a su vez, tendrá las paredes frías. Esta situación se ve agravada cuando la temperatura ambiente está por debajo o alrededor de 0 °C. Para minimizar el consumo de energía mientras el motor se calienta, tras el arranque en frío, las resistencias eléctricas se desactivan y el aire calentado se utiliza según el calor en las proximidades del colector de escape. Tras el calentamiento completo del motor, el aire frío normalmente se introduce por otro conducto.

30 El calentamiento del aire mediante resistencias eléctricas se realiza en función del calor por convección natural instantánea antes del arranque (aire inactivo dentro del sistema de admisión) y convección forzada tras el inicio del arranque el motor (aire en movimiento por los cilindros). Las resistencias funcionan accionadas

por el sistema de control del motor, es decir, el paso de corriente eléctrica a través de ellas se produce gracias a un comando electrónico procedente de la unidad electrónica del motor (unidad de mando electrónico, o ECU). Este comando está programado para liberar la corriente eléctrica según la temperatura ambiente mediante unos sensores situados en el colector de admisión y/o según la temperatura del agua del motor mediante sensores de temperatura de dicha agua del motor.

Las figuras 9 a 12 representan como fomentar el calentamiento del aire de entrada mediante resistencias eléctricas o calentando las partes metálicas del sistema de admisión en contacto directo con la entrada de aire. En el caso de las resistencias eléctricas, pueden situarse estratégicamente en las partes que componen el colector de entrada (10), es decir, en el conducto de succión y/o cuerpo del acelerador (10c) y/o conductos del colector (10b) y/o conductos de succión del cabezal (no representados) o en cada una de estas partes por separado. A continuación se indica de forma más detallada:

- La figura 9 representa las resistencias (11, 12, 13) situadas en la parte superior del colector de succión (10a) o admisión, en la parte inferior del colector (10c) y en el cuerpo del acelerador (10c).

- La figura 10 representa esquemáticamente la posición de las resistencias (26) en el conducto secundario (23) de admisión de aire cerca del colector de escape no mostrado.

- La figura 11 representa las resistencias eléctricas (27) dentro del filtro de aire (20) o en el conducto de envío de aire (25) al cuerpo del acelerador (10c) y el conducto secundario (23).

- Y la figura 12 representa el calentamiento del aire dentro del filtro de aire (20) o en el conducto de envío del aire (25) al cuerpo del acelerador (10c).

Las posiciones de las resistencias eléctricas pueden variar en función de las necesidades constructivas del colector de admisión y la dinámica de fluidos. En el caso de nuevos colectores, las resistencias eléctricas pueden considerarse al principio del proyecto y situarse estratégicamente dentro del propio colector de admisión (10),

en el filtro de aire (20) o en el conducto de envío de aire (25) al cuerpo del acelerador (10c) de forma que el flujo de aire y, en consecuencia, el funcionamiento del motor no se vean afectados.

5 En el caso de colectores de admisión ya en uso y con el proyecto definido, la mejor posición para las resistencias eléctricas es dentro del conducto secundario (23). Este conducto (23) resulta útil como entrada de aire únicamente cuando el motor está frío.

10 Para un mejor efecto de calentamiento del conducto (23), éste debe tener un volumen lo más cercano posible al volumen de aire transportado en un ciclo completo del motor. Considerando como régimen permanente el flujo de aire que entra y sale de los cilindros, la masa de aire frío contenida en el colector de admisión en los dos primeros giros del cigüeñal que forman un ciclo completo y son iguales a la capacidad del cilindro del motor se sustituirán por el volumen de
15 aire calentado en el conducto secundario (23). De esta forma, en el arranque en frío del motor habrá un volumen de aire calentado suficiente para la combustión optimizada del alcohol, es decir, previamente calentado.

20 En tal caso, mientras el motor está frío (verificado mediante la temperatura del agua y/o la temperatura del aire dentro del colector de admisión), la entrada de aire se producirá a través del conducto secundario (23), mientras que en el momento del arranque y hasta el calentamiento del motor, recibirá el calor internamente desde las resistencias eléctricas (26).

25 El circuito de admisión aún cuenta con el filtro de aire (20), un tubo de envío del aire filtrado al colector de admisión (25), el deflector (24) y la válvula termostática (21). La entrada de aire al comienzo del funcionamiento en frío y en las primeras aceleraciones en frío se suministrará en función de la proporción de calor generado por
30 las resistencias eléctricas (26) dentro del conducto secundario (23).

Las resistencias eléctricas se activan a través de la unidad de mando electrónico o ECU en función de la temperatura del agua del motor y la temperatura dentro del colector de admisión. Los valores indicativos son temperaturas inferiores a 30 °C. La temperatura
35 de 30 °C es una estimación de seguridad, ya que por debajo de 13 °C,

la combustión del alcohol es difícil y una vez rebasada dicha temperatura la cantidad de alcohol evaporado podría ser insuficiente para conseguir una mezcla apropiada de aire/combustible que posibilite una buena combustión.

5 Las resistencias eléctricas (26) dentro del conducto secundario (23) se accionarán antes del arranque de la llave de encendido, junto con el calentamiento del alcohol. Este calentamiento puede comenzar, por ejemplo, al accionar el mando de la puerta del vehículo si el motor está frío ("intención de arranque en frío"). El tiempo
10 de calentamiento del aire de admisión por parte de las resistencias eléctricas (26) puede determinarse según la temperatura del aire de admisión en el conducto secundario (23) cerca del colector de escape (no se representa) o según la temperatura del agua del motor, es decir, si hay suficiente aire caliente gracias al intercambio de calor por
15 convección en las proximidades del colector de escape (no se representa).

Un deflector (24) accionado por la válvula termostática (21) permite el paso del aire calentado en función del vacío existente en el colector de admisión. El vacío presente en el
20 colector de admisión hace que el deflector (24) permita únicamente el paso de aire caliente procedente del conducto secundario (23) en el momento del arranque y aceleraciones en frío del motor.

Cuando el aire de admisión alcanza una cierta temperatura mínima (por ejemplo 30 °C), el deflector (24) comienza a
25 cerrar el paso del aire calentado y comienza a liberar el paso de aire frío debido a la acción de la válvula termostática (21) (relé bimetálico). Cuando la temperatura del aire calentado alcanza una cierta temperatura máxima (por ejemplo 50 °C), el paso del aire calentado quedará completamente cerrado debido a la acción de la misma válvula
30 termostática (21). El cierre completo del paso de aire caliente y la consecuente liberación del aire frío por separado indica que el motor ha alcanzado la temperatura de funcionamiento ideal.

Este sistema dosifica el aire caliente y frío gracias a la posición del deflector (24). En tal caso, otra forma de desactivar las
35 resistencias eléctricas (23) (mediante la unidad de mando electrónico, o

ECU) es mediante la posición intermedia del deflector accionado por la válvula termostática (21), ya que en este estado habrá aire caliente disponible procedente de las proximidades del colector de escape (no se representa) y del propio colector de admisión, debido al calor
5 generado por el motor.

Una alternativa al sistema descrito previamente es el uso de una turbina (100) equipada con un sistema de calentamiento del aire con autocirculación, de forma que caliente y, al mismo tiempo, ofrece un rendimiento atmosférico mejorado al colector de admisión.

10 Antes del arranque en frío del motor (intención de arranque en frío), dicha turbina (100), con arranque eléctrico y equipada con un sistema de resistencias eléctricas (101) para calentar el aire, se arranca para forzar la circulación del aire calentado a través del colector de admisión (10).

15 De esta forma, antes del funcionamiento del motor con aire caliente, éste circula dentro del colector de admisión (10), es decir, sale de la turbina (100), entra en el colector de admisión (10) y, una vez enfriado en el recorrido, vuelve a entrar en la turbina (100). De este modo, el colector de admisión (10) quedará completamente lleno
20 de aire a una temperatura ideal para mezclarse con el alcohol antes de entrar en los cilindros del motor. A continuación, el alcohol se puede inyectar con los inyectores principales (4) o con los suplementarios (52).

En la salida de la turbina (100) hay sistemas de
25 resistencias eléctricas que calientan el aire. La turbina eléctrica (100) está conectada al colector de admisión (10) o al conducto de aire (25) que une el filtro de aire (20) al cuerpo del acelerador (10). El aire calentado sale de la turbina (100) y entra en el colector de admisión (10), circulando por cada componente y volviendo a la turbina.

30 El aire calentado se puede introducir en el colector debajo del cuerpo del acelerador (10c) o en el conducto de aire (25) que une el filtro al cuerpo del acelerador (10) tal como puede observarse en la figura 14 que representa como el aire calentado se introduce en la posición por debajo del cuerpo del acelerador (10c) y en
35 la figura 15 que representa como el aire calentado se introduce en el

conducto que une el filtro de aire al cuerpo del acelerador (25). En la configuración representada en la figura 14, el acelerador se cierra durante el proceso y el aire calentado llena todo el volumen del colector (10) por debajo del acelerador hasta la entrada de los cilindros, donde las aberturas se sitúan (103) conectadas a la entrada de la turbina (100). En la configuración representada en la figura 15 el aire calentado se introduce en el conducto de aire (25) que une el filtro de aire (20) al cuerpo del acelerador (10). En este caso, el acelerador debería estar abierto (acelerador con estérter electrónico) para permitir el paso del aire calentado al interior del colector de admisión. Al entrar el aire calentado de esta forma, se obtiene un mayor volumen de aire caliente una vez disponible durante el arranque, ya que el aire también ocupará la parte del conducto que une el filtro de aire al cuerpo del acelerador y, así, al colector de admisión.

Tras el arranque del motor con la llave de encendido, la turbina (100) y las resistencias eléctricas que calientan el aire siguen funcionando. No obstante, el aire calentado no regresa a la turbina, ya que sería absorbido en su totalidad por los cilindros, optimizando la combustión del alcohol a bajas temperaturas una vez que el aire calentado aumenta la tasa de evaporación del alcohol.

Para la recirculación del aire calentado (antes del arranque) y su uso durante el periodo de calentamiento del motor (tras el arranque), el sistema utiliza unas válvulas accionadas eléctricamente. Las figuras 16 (b, c) y 17 (b, c) representan esquemáticamente como las válvulas están dispuestas respectivamente con el aire calentado introduciéndose en el conducto que une el filtro de aire con el cuerpo del acelerador (25) y debajo del cuerpo del acelerador (10).

A título de ejemplo, en la figura 16a podemos observar que en la recirculación del aire calentado antes del arranque (intención de arranque en frío), el flujo está formado por el recorrido B-C-Y-D-F-B, y que las válvulas (202, 204) están abiertas mientras que las válvulas (201, 205) están cerradas. De esta forma, las resistencias eléctricas y la turbina se activan y el aire caliente llena el conducto de

aire, el cuerpo del acelerador (acelerador electrónico abierto) y el colector de admisión.

De este modo, en la figura 16b que representa la circulación del aire tras el arranque en frío (motor de funcionamiento en frío), el flujo está formado por el itinerario de los cilindros A-B-C-E-D y las válvulas (205-202) están abiertas, mientras que las válvulas (201, 204) están cerradas. De esta forma, el aire frío que pasa por el filtro de aire se calienta en la salida de la turbina.

En la figura 16c, el flujo de aire tras el motor de calentamiento del motor está formado por el recorrido de los cilindros A-E-D y la válvula (201) está abierta, mientras que las válvulas (202, 204, 205) están cerradas, con el circuito de calentamiento de aire desactivado.

En la configuración de la figura 17a observamos la recirculación del aire calentado antes del arranque (intención de arranque en frío) a través del flujo de aire B-C-D-F-B con las válvulas (203, 204) abiertas y las válvulas (201, 202, 205) cerradas. De esta forma, las resistencias eléctricas y la turbina se activan y el aire calentado llena el colector de admisión.

En la figura 17b observamos el flujo de aire tras el arranque en frío (motor de funcionamiento en frío), constituido por el recorrido de cilindros A-B-C-E-D, con las válvulas (205, 202) abiertas y las válvulas (201, 203, 204) cerradas. El aire frío que pasa por el filtro de aire se calienta en la salida de la turbina.

Finalmente, en la figura 17c observamos el flujo de aire tras el calentamiento del motor que sigue el recorrido de cilindros A-E-D con la válvula (1) abierta y las válvulas (202, 203, 204, 205) cerradas. El circuito de calentamiento del aire está desactivado.

Opcionalmente, el uso de cada sistema de recirculación del aire puede suprimirse antes del arranque del motor. En tal caso, solo se activarán las resistencias eléctricas antes del arranque del motor (intención de arranque en frío) y la turbina eléctrica (100) estará desactivada. En el momento del arranque con la llave de encendido, las resistencias eléctricas (101) permanecen activadas y la turbina eléctrica (100) se activa dentro para insuflar el aire caliente

dentro de los cilindros. De esta forma, el aire calentado estará presente en el arranque en frío y también se utilizará durante el periodo de calentamiento del motor para mejorar el manejo y el consumo de combustible. Las figura 18 (a, b) muestra esquemáticamente el sistema configurado de esta forma. Si el cuerpo del acelerador tiene un
5 acelerador con estárter electrónico, éste puede abrirse para aumentar el flujo de aire dentro de los cilindros.

A título de ejemplo, la figura 18a representa que el flujo de aire tras el arranque en frío (motor en funcionamiento) está
10 formado por el recorrido de cilindros A-B-C-E-D, con las válvulas (205, 202) abiertas y la válvula (201) cerrada. Las resistencias eléctricas se accionan antes del arranque. La turbina se activa para insuflar aire caliente tras el arranque el motor de arranque.

De este modo, en la figura 18b observamos el flujo
15 de aire tras el calentamiento del motor, compuesto por el recorrido de cilindros A-E-D con la válvula 1 abierta y las válvulas (202, 205) cerradas. En este momento el circuito de calentamiento del aire se desactiva.

Otra función del sistema auxiliar de arranque en frío
20 con aire de admisión y calentamiento de alcohol también puede mejorar el rendimiento del motor y reducir el consumo de combustible. Con este fin, el sistema también se puede utilizar tras la fase de calentamiento del motor.

El aumento del rendimiento del motor en esta
25 situación tiene que ver principalmente con el par y la potencia del motor cuando está funcionando en el rango de rotación más bajo (anteriormente 2.000 a 4.000 rpm).

En este caso específico también se puede utilizar la turbina (100) con estárter eléctrico instalado que insufla aire caliente en
30 el estárter operativo frío del motor (dependiendo de la capacidad de la turbina) para aumentar la presión en el colector de succión y mejorar el rendimiento volumétrico del motor. Cuando el motor se calienta, las resistencias eléctricas (101) situadas en la salida de la turbina deberían desactivarse, ofreciendo así el aire frío un mayor rendimiento
35 volumétrico. La figura 19 representa esquemáticamente la forma en

que el aire pasa por el sistema de aspiración del motor. Cuando el motor funciona en rotaciones en las que hay una deficiencia de par o potencia, la turbina se activa mediante la unidad electrónica, así como las electroválvulas. Además del aumento de par y potencia, también es posible mejorar la capacidad de manejo en rotaciones bajas.

En este caso, tal como se representa en la figura 19, el flujo de aire frío se utilizará para aumentar el par y la potencia (por ejemplo, de 2.000 a 4.000 rpm). Así, el aire fluye por los cilindros A-B-C-D-D con las válvulas (205, 202) abiertas y la válvula (201) cerrada. Con el funcionamiento de la turbina eléctrica se produce un aumento de la presión en el colector de admisión, mejorando el rendimiento volumétrico del motor.

Las resistencias eléctricas utilizadas para calentar el alcohol en el arranque y el funcionamiento en frío del motor se pueden utilizar también para calentar el combustible para que se evapore mejor; es decir, tras la fase de calentamiento del motor, reduciéndose de este modo las pérdidas (porción de combustible que no participa en la combustión y es expulsada por el tubo de escape). De esta forma es posible utilizar unas cantidades menores de combustible. En este caso, independientemente del tipo de combustible, el calentamiento puede utilizarse con el objetivo de reducir la cantidad inyectada y, en consecuencia, reducir las emisiones contaminantes a través del tubo de escape. Es importante señalar que cuando se utiliza la turbina eléctrica en regímenes de rotación bajos también se puede permitir el consumo de combustible y la emisión de contaminantes.

Para que el funcionamiento en frío del motor se inicie satisfactoriamente, el alcohol calentado procedente de la primera abertura de los inyectores debe mezclarse con el aire calentado. Para que esto suceda, la apertura de los inyectores debe retrasarse al menos durante los primeros giros (2 a 4 vueltas) del cigüeñal. Este retraso equivale al tiempo necesario para que todo el aire contenido desde el filtro de aire hasta la entrada de los cilindros se admite dentro de los cilindros y se expulsa a través del sistema de escape del motor, es decir, de uno a dos ciclos completos del motor, evitando de este modo la presencia de alcohol junto al aire frío (que podría traducirse en

una temperatura final del alcohol por debajo de 13 °C) dentro de los cilindros, ya que se puede producir condensación en los electrodos de las bujías y las paredes de los cilindros.

La condensación del alcohol es extremadamente dañina al principio del funcionamiento del motor (arranques en frío largos y aumento de la emisión de contaminantes). Estratégicamente, durante estos primeros ciclos del motor, las bujías de arranque se pueden accionar para proporcionar un calentamiento inicial de los electrodos y el interior de los cilindros. Considerando que inicialmente la rotación del motor se debe al arranque del motor y que, de media, puede ser de entre 180 y 300 rpm, el tiempo necesario para un ciclo completo (dos vueltas del cigüeñal) es de entre 0,6 y 0,4 s.

Considerando que, de media, la duración adecuada del arranque en frío es de entre 1 y 2 s con unas temperaturas ambientales de 20 y 0 °C respectivamente, en tal caso, el tiempo inicial sin inyección de alcohol debido a la “espera” y al aire calentado puede mantener el tiempo de arranque dentro de rangos aceptables.

Otra forma de reducir el tiempo de “espera” debido al aire calentado es colocar las resistencias eléctricas (27, 28) dentro del propio filtro de aire o en el conducto que une el filtro al colector de succión. También debemos considerar las posibilidades de recirculación o circulación forzada del aire calentado a través de la turbina eléctrica (100). Las resistencias eléctricas dentro del conducto secundario (23) son opcionales dependiendo del circuito de entrada de aire y su función continúa siendo la que toma el aire calentado una vez desactivadas las resistencias eléctricas.

CONTROL DEL CALENTAMIENTO

Las temperaturas de admisión y la admisión de aire y alcohol ideales se pueden determinar mediante una evaluación teórica y experimental. Junto con el sistema de calentamiento del alcohol, es posible utilizar inyectores con múltiples orificios (orificios 2, 3, 4, 6) para minimizar el efecto de volatilidad y reducir la necesidad de mayores temperaturas de calentamiento.

El comienzo del aire de admisión y el calentamiento del alcohol siempre se produce con el motor frío, basándose en la

temperatura del aire de admisión y la del agua del motor antes del arranque. Esto puede hacerse tomando como referencia la intención de arranque en frío utilizando, por ejemplo, el accionamiento del mando de la puerta del vehículo. En tal caso, al arrancar, el calor se mantiene y,
 5 de lo contrario, tras un periodo predeterminado se desactiva el sistema.

El sistema también se desactivará tras el "*calentamiento*" apropiado del motor. De esta forma, todas las aceleraciones en frío se realizarán con la mezcla de aire/combustible calentada. La desactivación del calentamiento del aire mediante
 10 resistencias eléctricas o partes metálicas del sistema de admisión también puede basarse en la temperatura del agua del motor, ya que si el motor está funcionando al completo, incluso durante el calentamiento, habrá aire caliente en las proximidades del colector de escape. Este aire caliente es útil como sustituto del aire calentado
 15 eléctricamente.

El sistema puede comprenderse como un todo gracias a los organigramas de las figuras 13a y 13b.

El esquema de la figura 13a puede resumirse en las siguientes fases:

20 - Calentamiento del alcohol y el aire (104) mediante las resistencias (3, 5, 6, 11, 12, 13, 26, 27, 28, 55, 56, 57, 65, 66 y 67) al accionar el mando de la puerta del vehículo, cuando el motor está frío (intención de arranque en frío) (102).

- Accionamiento del estérter (106).

25 - Accionamiento (110) de las bujías de arranque para proporcionar un calor inicial a los electrodos y al interior de los cilindros si la temperatura es inferior a 30 °C.

- Mantenimiento (o continuación) del calentamiento del aire de admisión (108) para las resistencias eléctricas (26).

30 Opcionalmente, el calentamiento del aire se puede realizar mediante las resistencias presentes en la turbina (100).

- Accionamiento del motor de arranque por vueltas (2 o 4 vueltas) del cigüeñal (114) de forma que todo el aire frío contenido en el filtro de aire hacia la entrada de los cilindros entre en

éstos y se expulsa a través del sistema de escape del motor, es decir, de uno a dos ciclos completos del motor.

- Mantenimiento (o continuación) del combustible calentado (112) con el alcohol inactivo listo para su inyección.

5 - Inyección calentada del alcohol caliente (116).

En caso de utilizarse inyectores suplementarios, los inyectores principales (sin calentamiento de alcohol) no inyectarán alcohol en el estárter.

- Funcionamiento del motor.

10 - Verificación de la temperatura mínima del aire.

En caso de que sea inferior a una determinada temperatura mínima (por ejemplo 30 °C), las resistencias (11, 12, 13, 26, 27, 28) mantendrán el calor (118).

En caso de que la temperatura esté entre un valor
15 mínimo (por ejemplo 30 °C) y un valor intermedio (por ejemplo 50 °C),
comenzará a cerrarse el paso de aire caliente (120) y se empezará a
liberar el paso de aire frío, gracias a la acción de la válvula termostática
(21).

En caso de que se supere una determinada temperatura máxima (por ejemplo 50 °C), el paso del aire caliente se cerrará completamente (124) gracias a la acción de la válvula termostática (21).

El esquema de la figura 13b puede resumirse en las siguientes fases:

25 - Calentamiento del alcohol y el aire (104) mediante las resistencias (3, 5, 6, 11, 12, 13, 26, 27, 28, 55, 56, 57, 65, 66 y 67, 101) al accionar el mando de la puerta del vehículo, cuando el motor está frío (intención de arranque en frío) (102).

- Accionamiento de la turbina eléctrica (100).

30 - Accionamiento de las válvulas (abiertas o cerradas;
201, 202, 203, 204, 205) para permitir la recirculación del aire
calentado a través del colector de admisión (100).

- Accionamiento del estárter (106).

- Fin de la recirculación al cerrarse las válvulas (205, 202, 204) y abrirse la válvula (201) para permitir el envío de aire calentado a los cilindros a través del cuerpo del acelerador (10).
- Accionamiento (110) de las bujías de arranque para proporcionar un calor inicial a los electrodos y al interior de los cilindros si la temperatura es inferior a 30 °C.
- Mantenimiento (o continuación) del calentamiento del aire de admisión (108) para las resistencias eléctricas (101).
- Accionamiento del motor de arranque por vueltas (2 ó 4 vueltas) del cigüeñal (114) de forma que todo el aire frío contenido en el filtro de aire hacia la entrada de los cilindros entre en éstos y se expulse a través del sistema de escape del motor, es decir, de uno a dos ciclos completos del motor.
- Mantenimiento (o continuación) del combustible calentado (112) con el alcohol inactivo listo para su inyección.
- Inyección calentada del alcohol caliente (116).
- En caso de utilizarse inyectores suplementarios, los inyectores principales (sin calentamiento de alcohol) no inyectarán alcohol en el estárter.
- Funcionamiento del motor.
- Verificación de la temperatura mínima del aire.
- En caso de que sea inferior a una cierta temperatura mínima (por ejemplo 30 °C), las resistencias (101) mantendrán el calor (118).
- En caso de que la temperatura esté entre un valor mínimo (por ejemplo 30 °C) y un valor intermedio (por ejemplo 50 °C), comenzará a cerrarse el paso caliente (120) y se empezará a liberar el paso de aire frío, gracias a la acción de la válvula termostática (21).
- En caso de que se supere una determinada temperatura máxima (por ejemplo 50 °C), el paso del aire caliente se cerrará completamente (124) gracias a la acción de la válvula termostática (21).
- Desactivación del sistema una vez calentado adecuadamente el motor ("calentamiento").

De esta forma, durante el arranque en frío o las aceleraciones en frío, el aire de admisión y la parte de alcohol utilizados siempre estarán caliente. El alcohol se mantendrá a temperaturas por encima del punto de inflamación, es decir, 13 °C, facilitando y optimizando su combustión.

En caso de que los inyectores principales no se calienten mediante alcohol, el flujo de alcohol a través de ellos debería controlarse (ajustarse) de forma que no se suministre alcohol frío ni aire caliente. En tal caso, mientras el motor esté frío, el flujo de alcohol caliente a través de los inyectores suplementarios debería ser superior al flujo de alcohol frío (a través de los inyectores principales).

Evidentemente, la gran ventaja es la completa eliminación de todos los aparatos utilizados para introducir gasolina en el colector de admisión. Además, representa una gran ventaja en estos sistemas de arranque en frío con calentamiento exclusivamente por alcohol, ya que en este caso, a temperaturas ambientales muy bajas, el alcohol caliente pierde calor hasta que se introduce en los cilindros. Para los colectores de admisión con resistencias eléctricas en su interior o que utilicen una turbina eléctrica, el calentamiento del aire estará muy cerca de la entrada de los cilindros y el tiempo “de espera” será prácticamente innecesario para el aire calentado. De esta forma no será necesario retrasar la inyección del alcohol tras el arranque con la llave de encendido.

REIVINDICACIONES

1. Sistema de calentamiento de combustible para ayudar al arranque en frío de un motor de combustión interna que utiliza alcohol como combustible, del tipo que comprende unas
- 5 resistencias (3) situadas en la entrada de los inyectores (4) del sistema de inyección principal, unas resistencias (6) dispuestas dentro de cada inyector (1) o una resistencia (5) para todos los conductos portatoberas (2), caracterizado porque comprende además unas toberas de inyección auxiliares instaladas en el colector de admisión (10),
- 10 comprendiendo dichas toberas de inyección auxiliares unas resistencias (56, 65) situadas en la entrada de los inyectores (51, 60), unas resistencias (56, 65) dispuestas dentro de cada uno de los inyectores (52, 61) o una resistencia (55, 67) para todos los conductos portatoberas (50, 70), pudiendo utilizarse estas tres posibilidades
- 15 simultáneamente, combinadas de dos en dos o por separado, dependiendo de la necesidad de flujo de alcohol caliente y del consumo de energía.
2. Sistema de calentamiento de combustible según la reivindicación 1, caracterizado porque dichas toberas de inyección auxiliares se encuentran instaladas en la salida del colector de admisión.
- 20

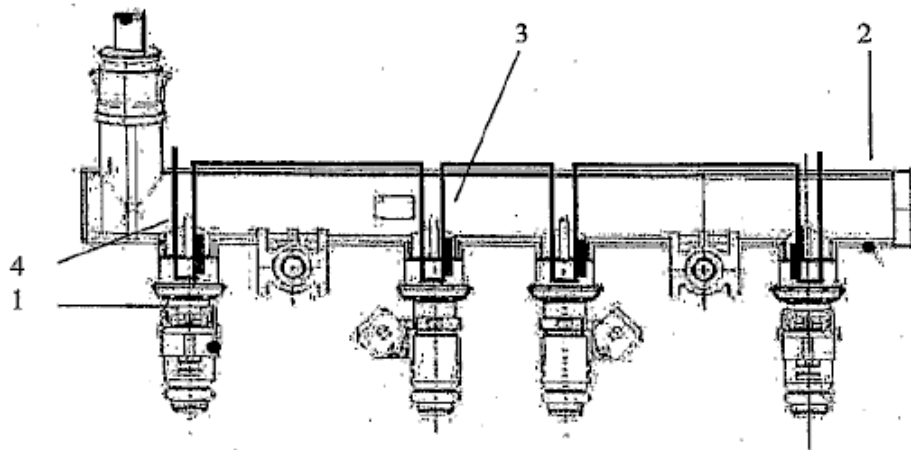


Figura 1

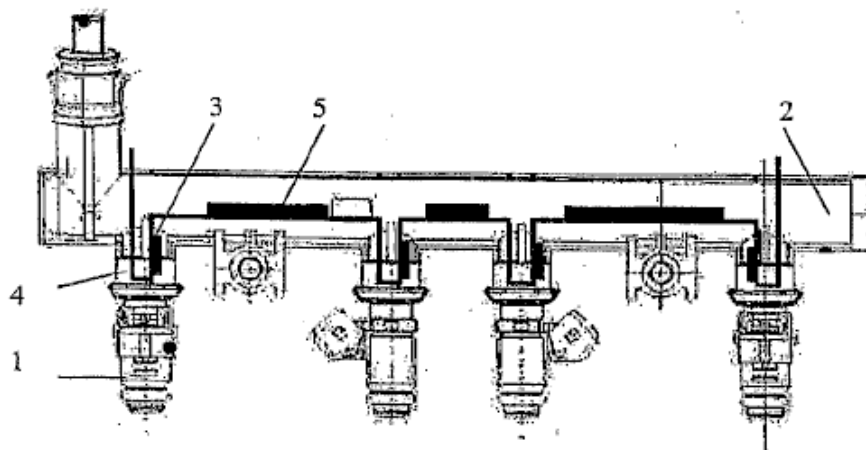


Figura 2

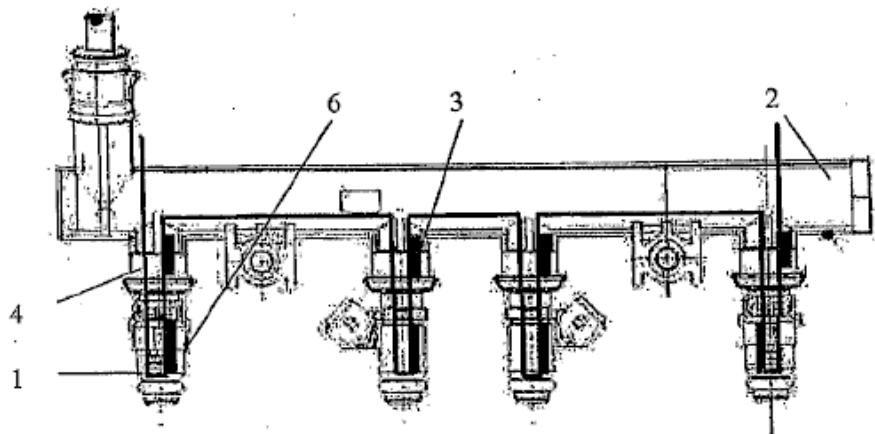


Figura 3

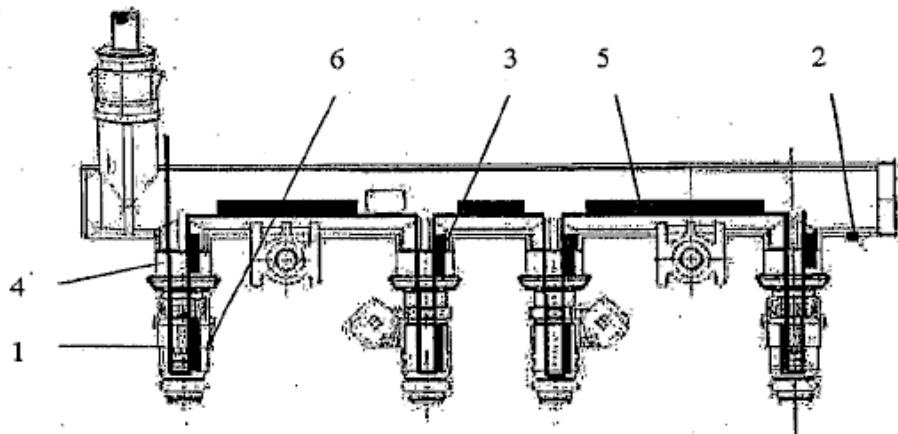


Figura 4

3/15

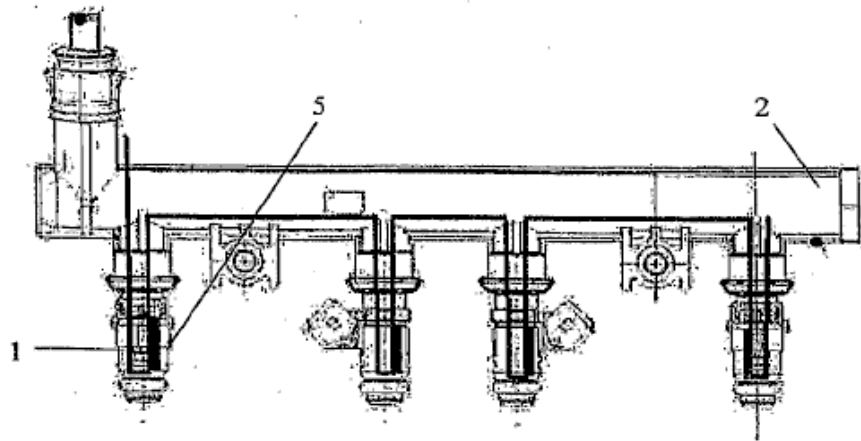


Figura 5

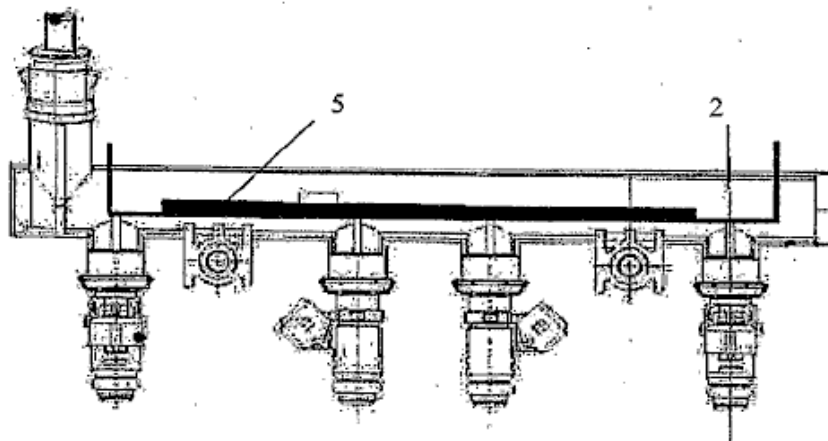


Figura 6

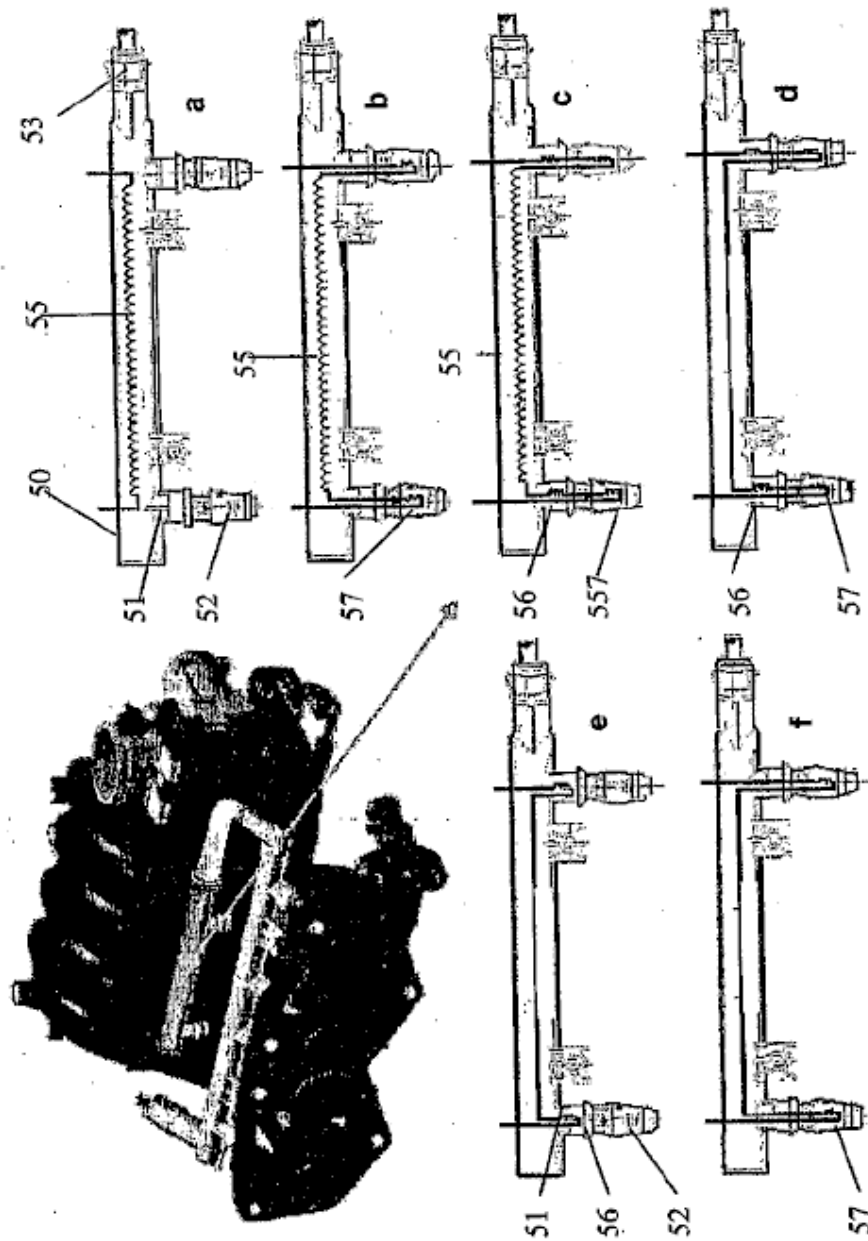


Figura 7

5/15

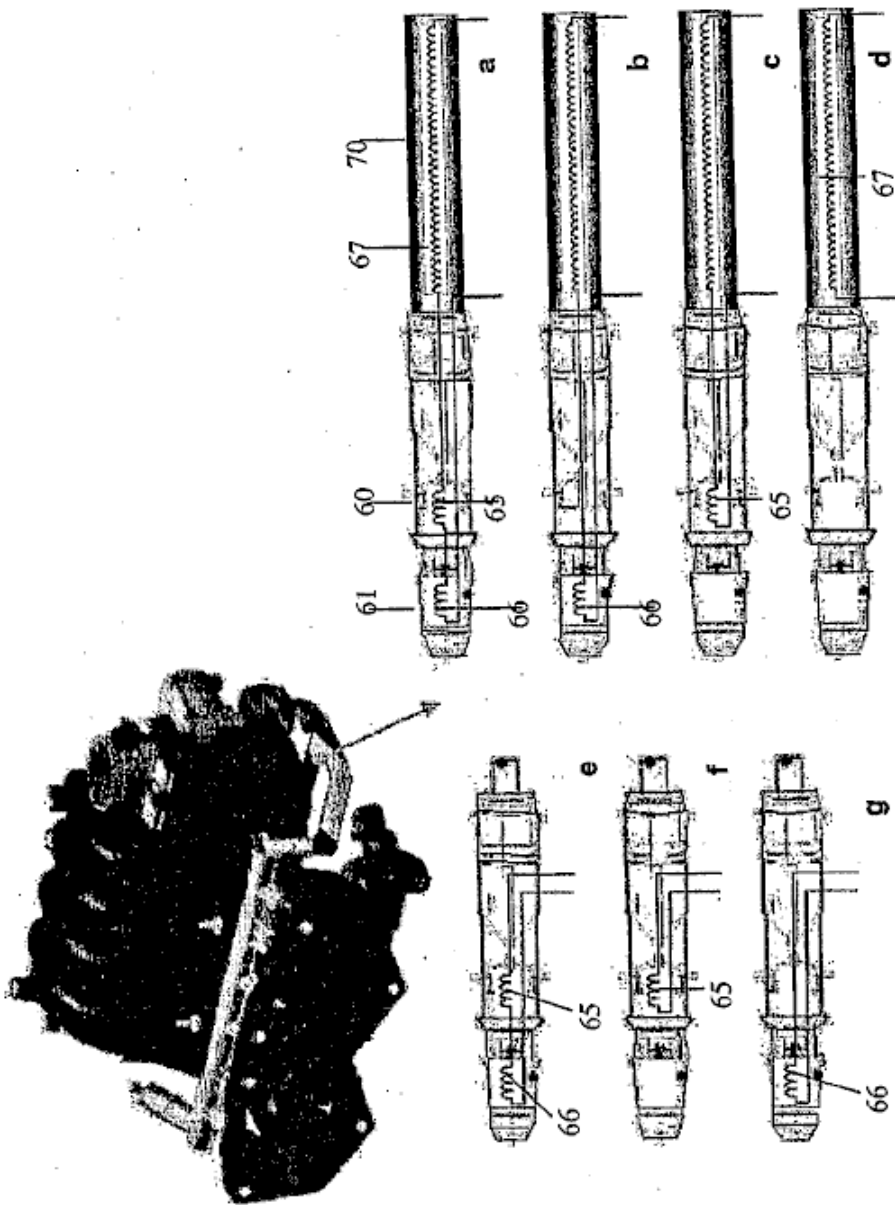


Figura 8

6/15

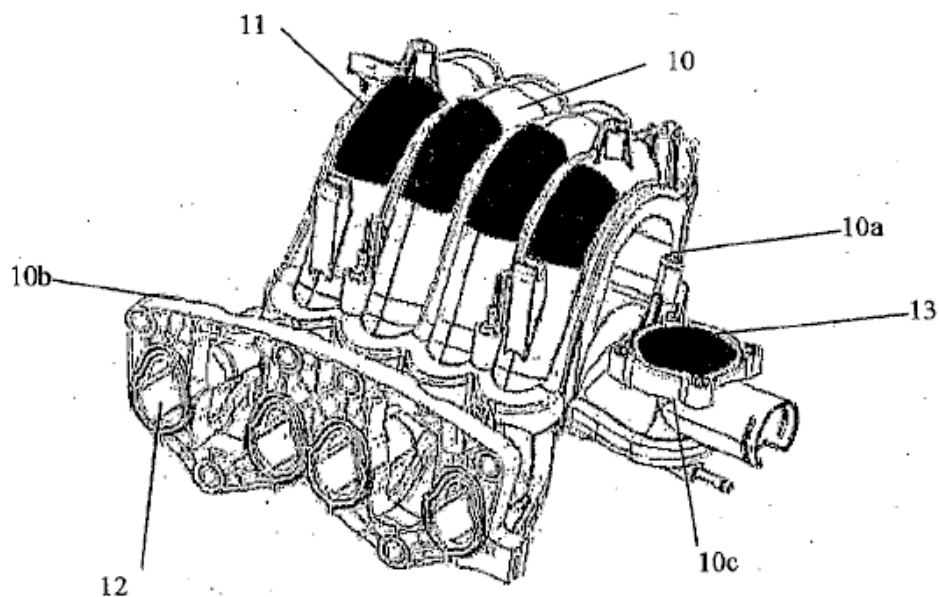


Figura 9

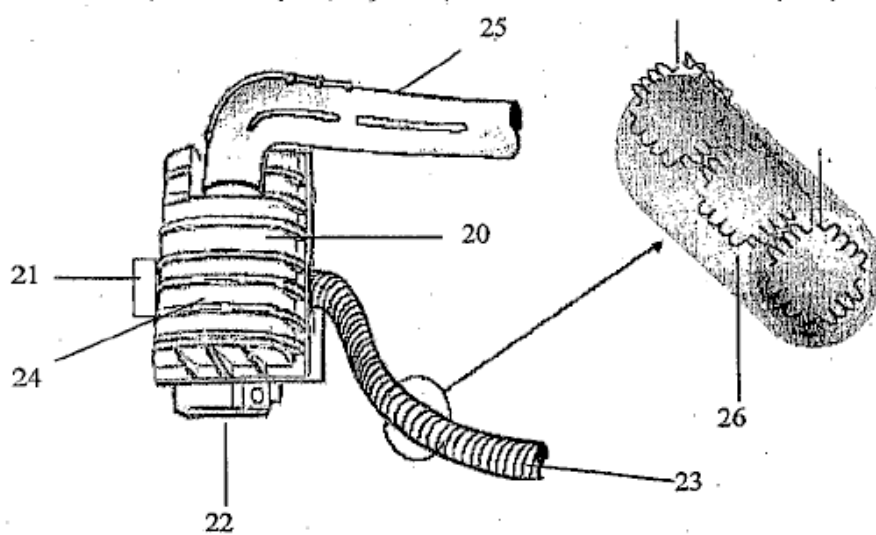


Figura 10

7/15

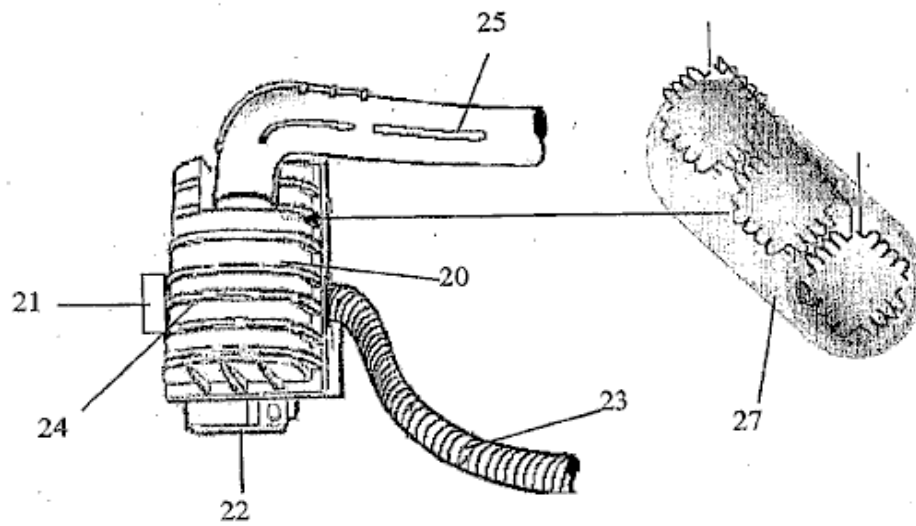


Figura 11

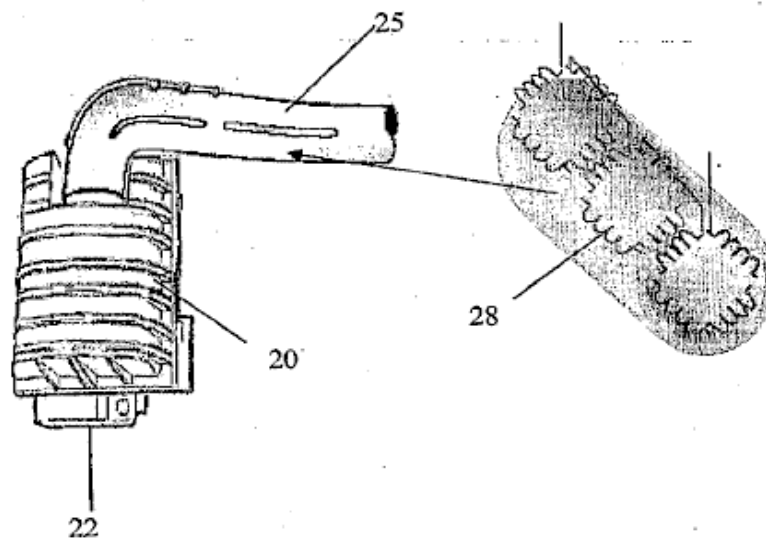


Figura 12

- 33 -

8/15

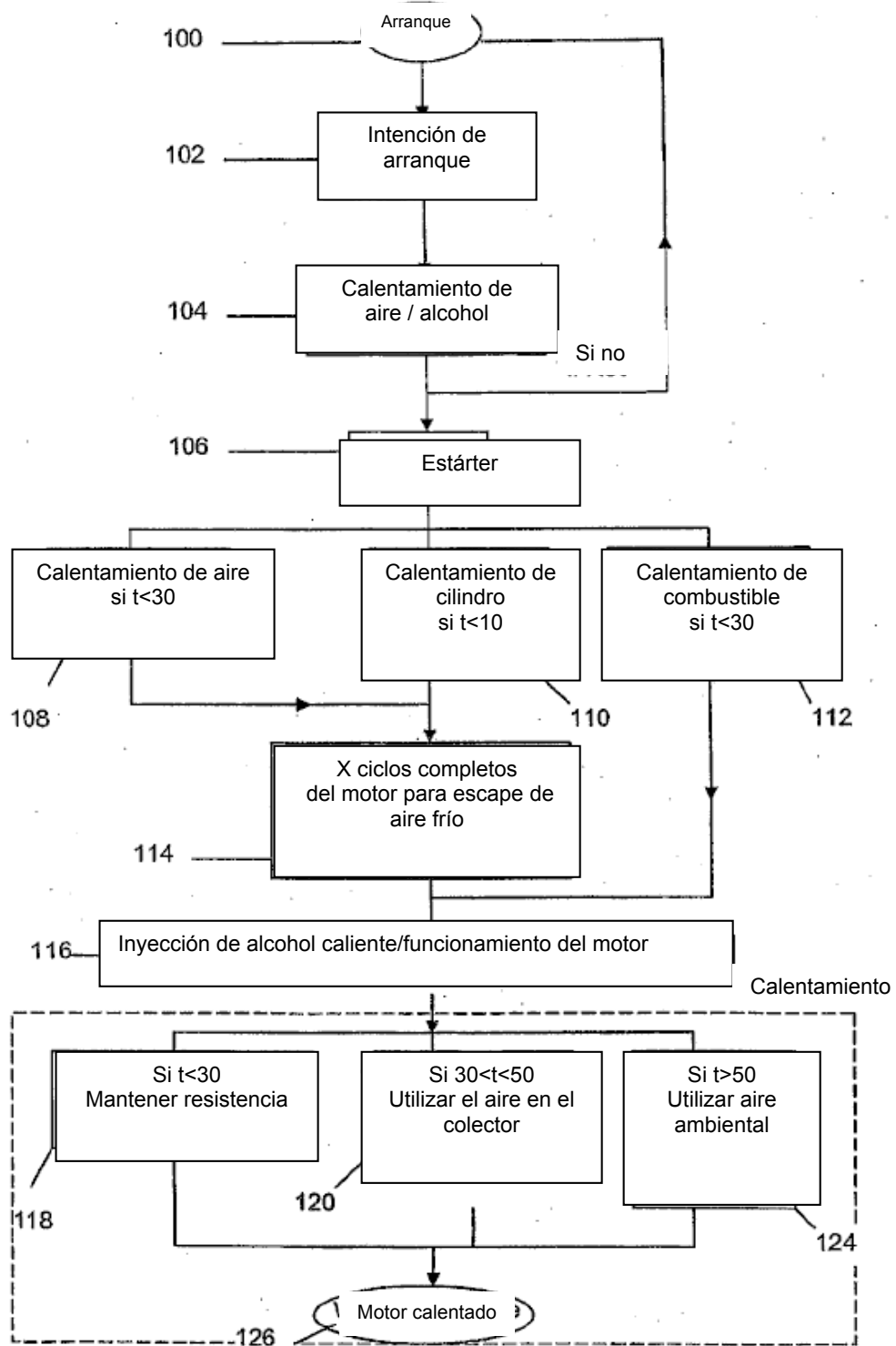


Figura 13a

- 34 -

9/15

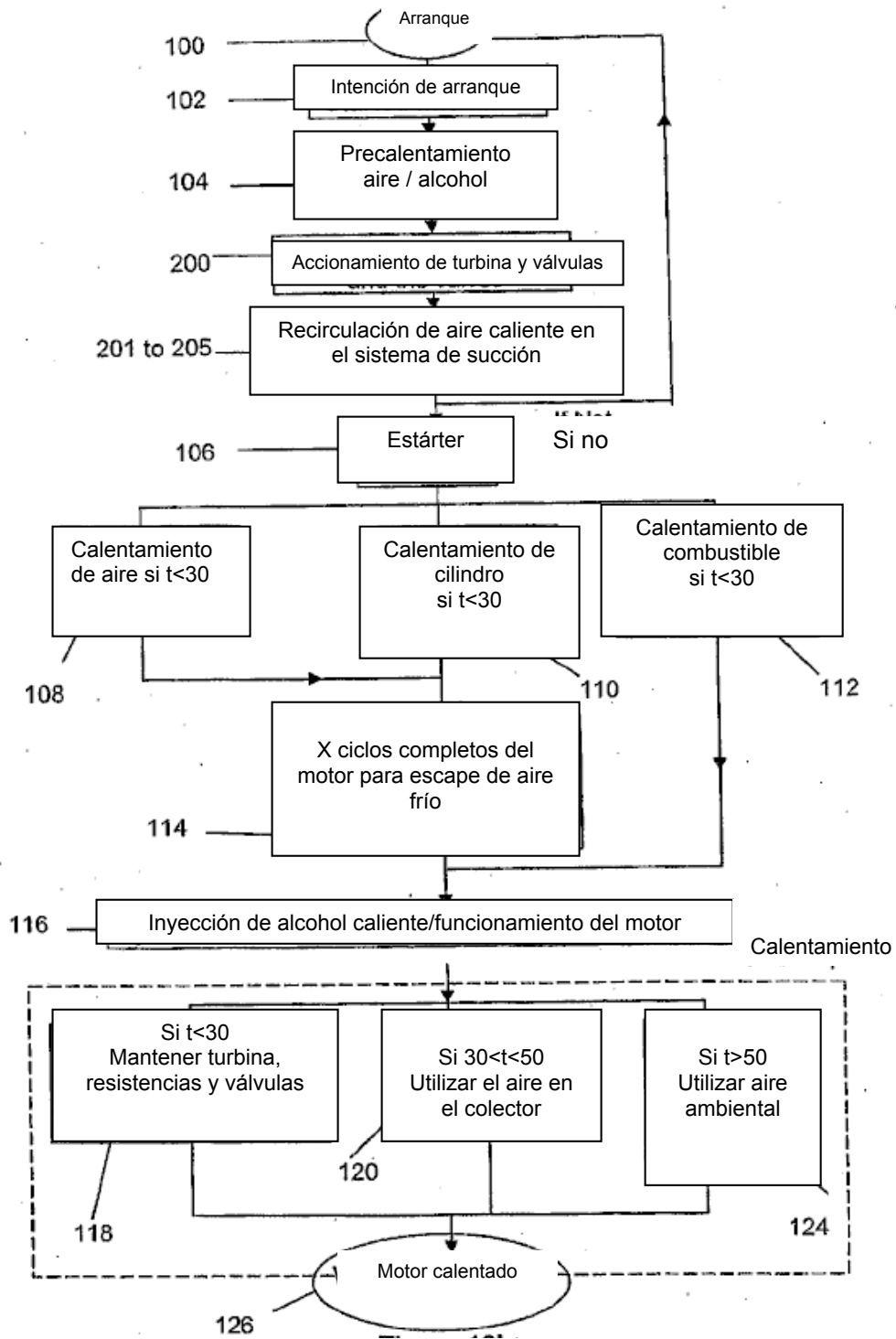


Figura 13b

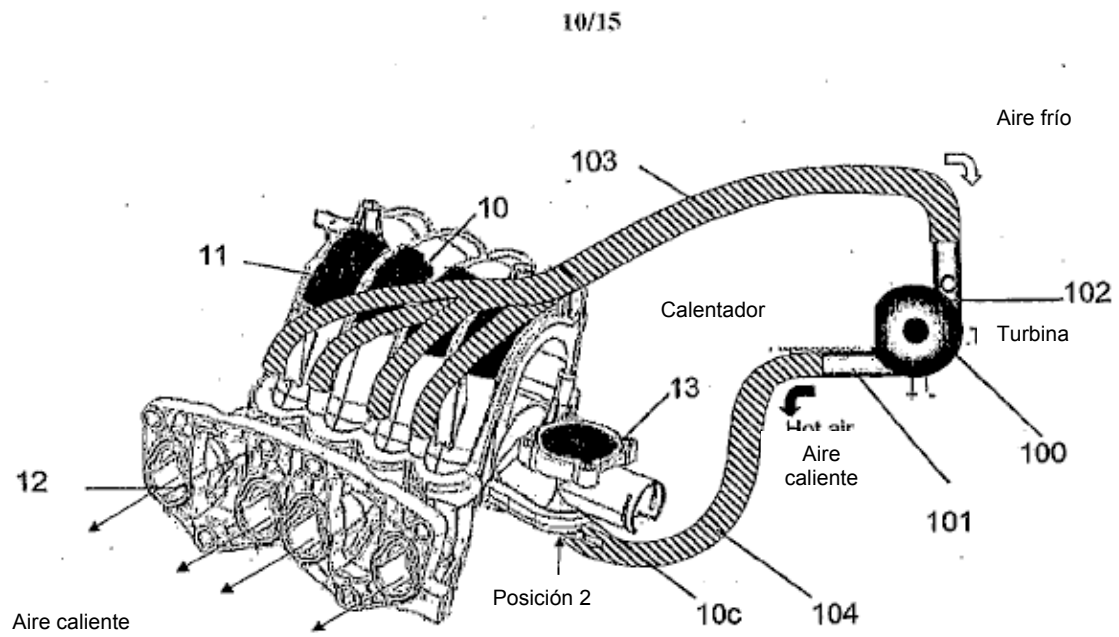


Figura 14

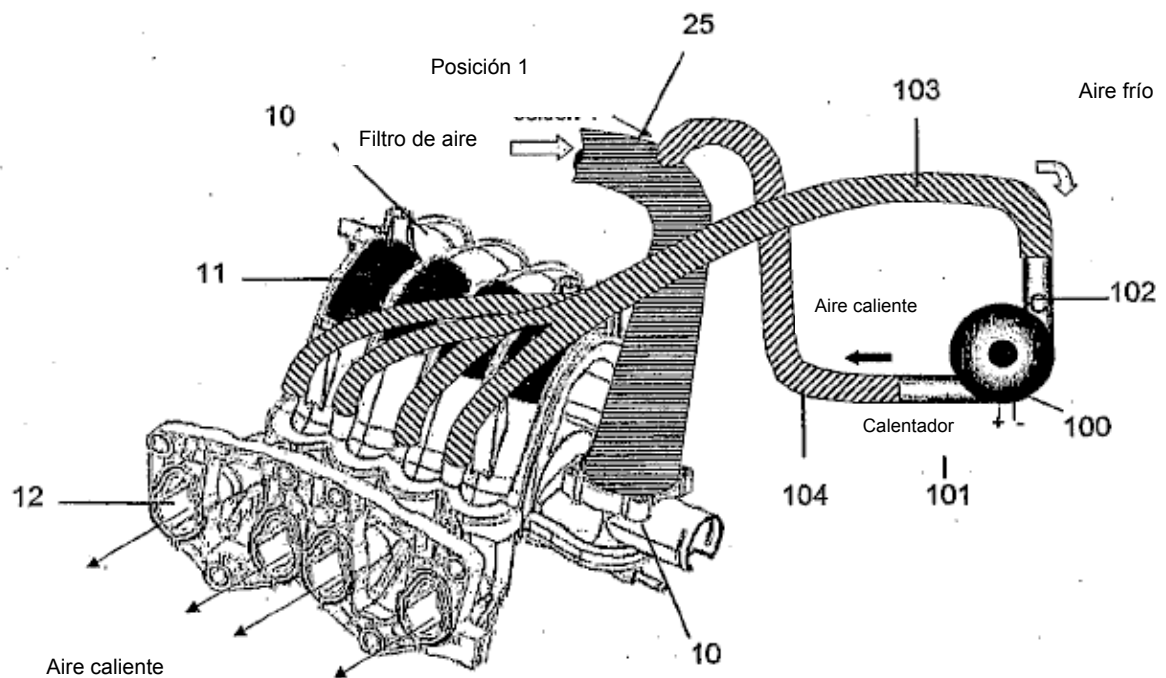


Figura 15

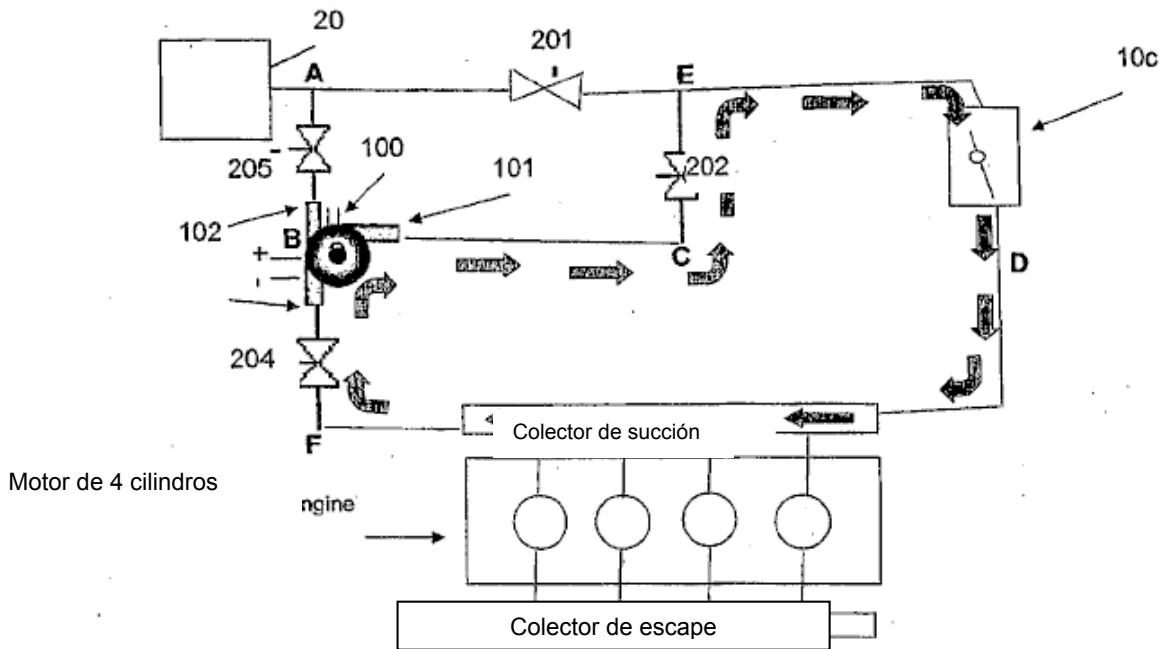


Figura 16a

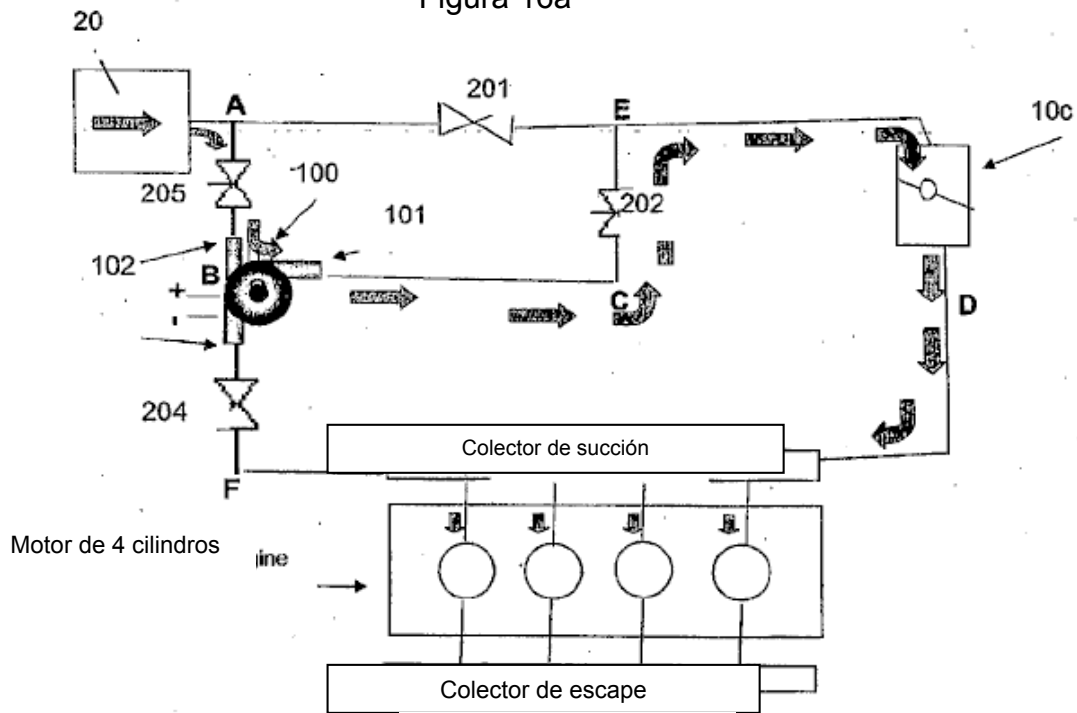


Figura 16b

12/15

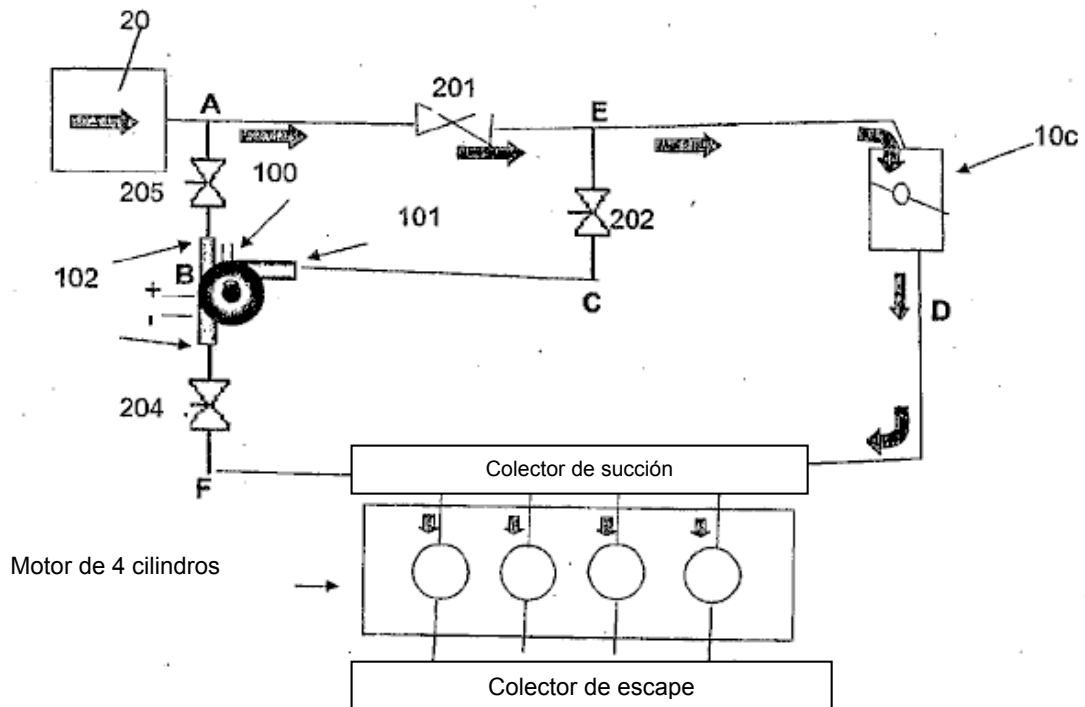


Figura 16c

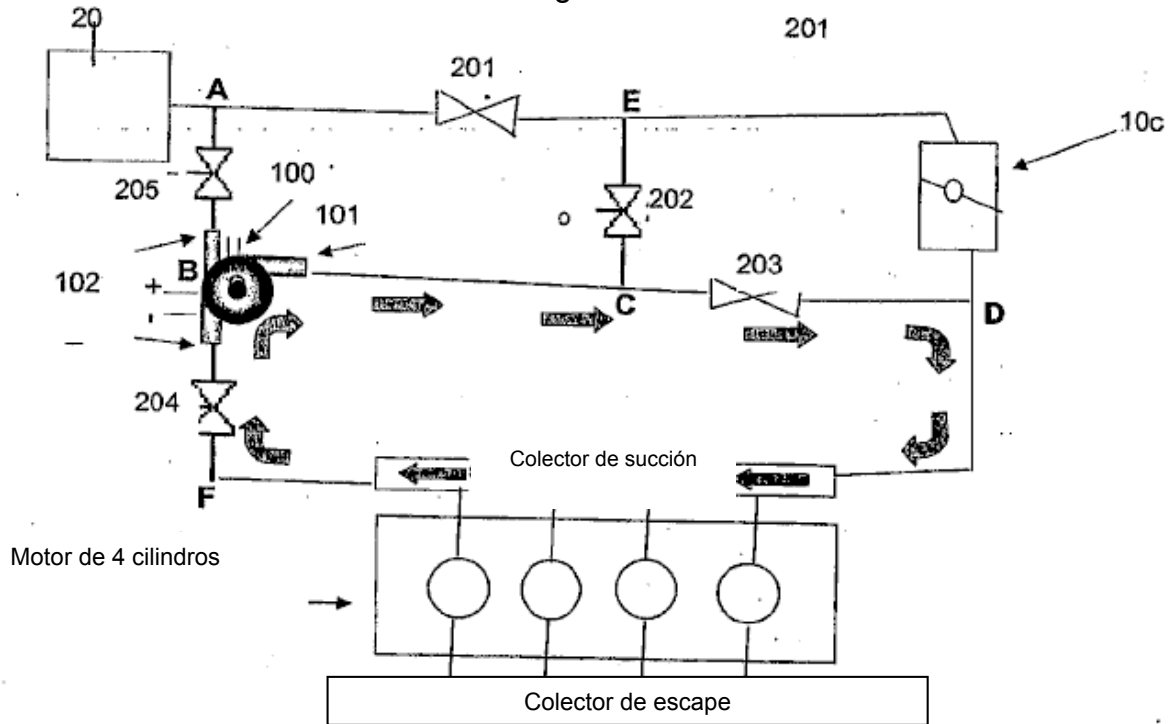


Figura 17a

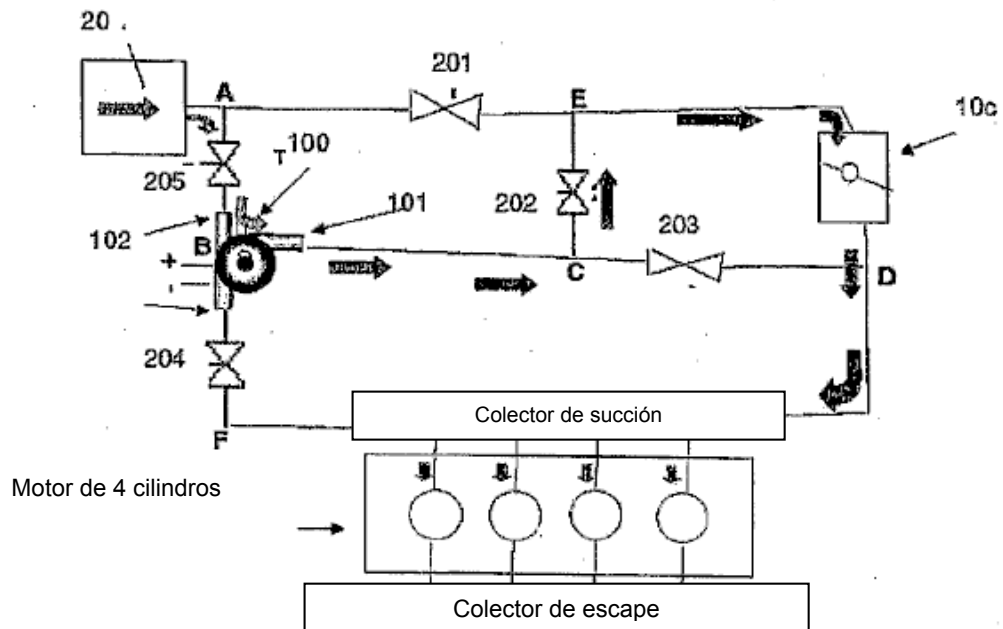


Figura 17b

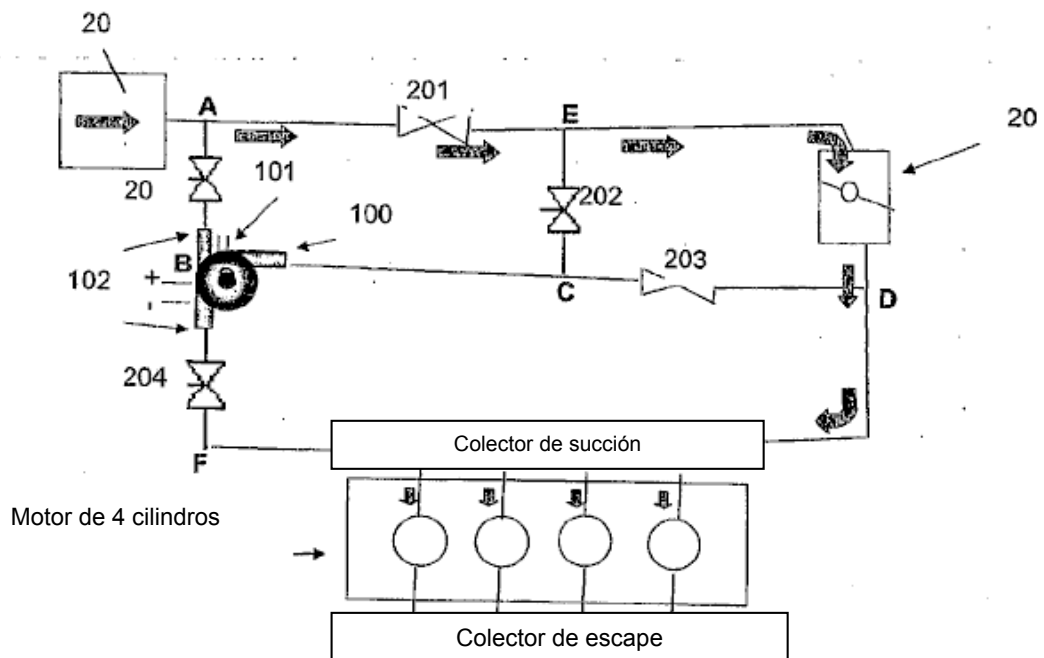


Figura 17c

14/15

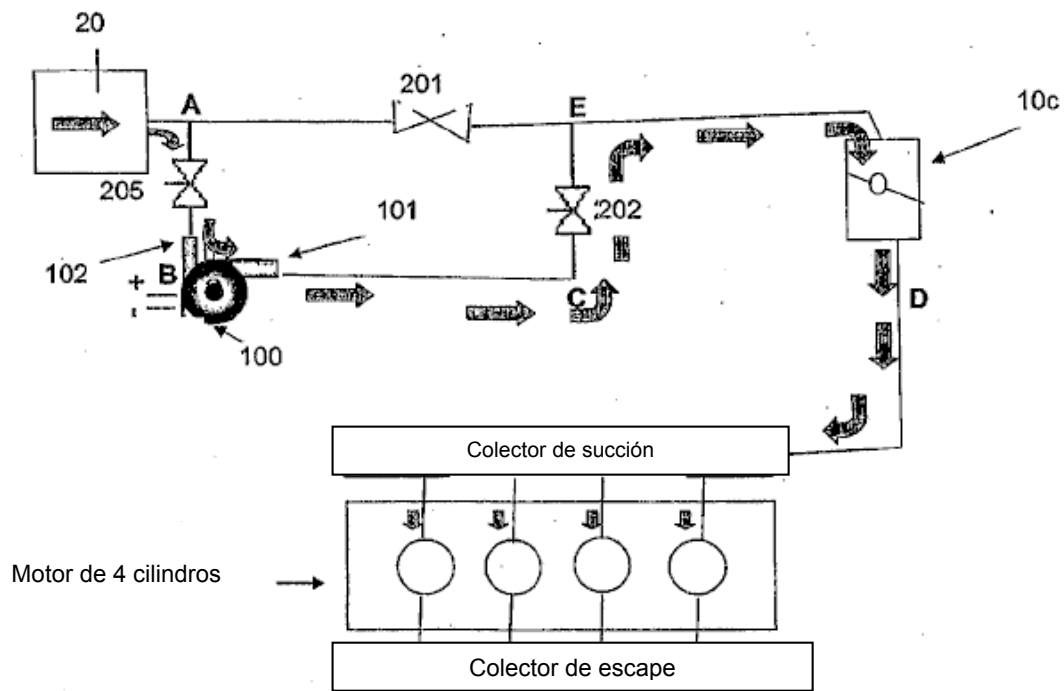


Figura 18a

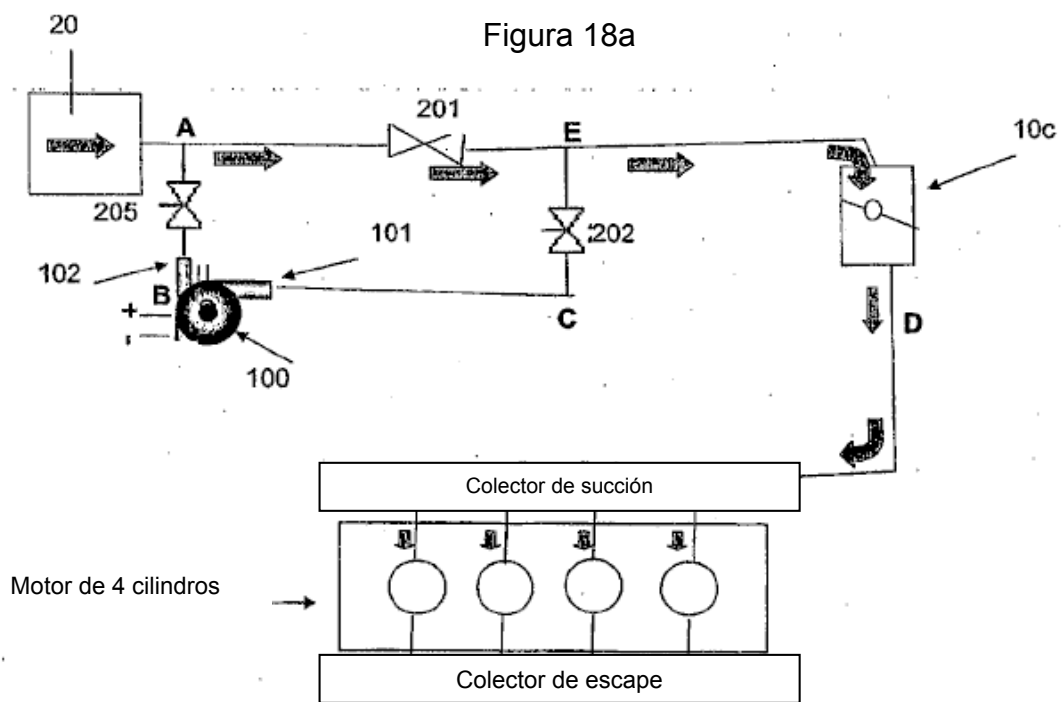


Figura 18b

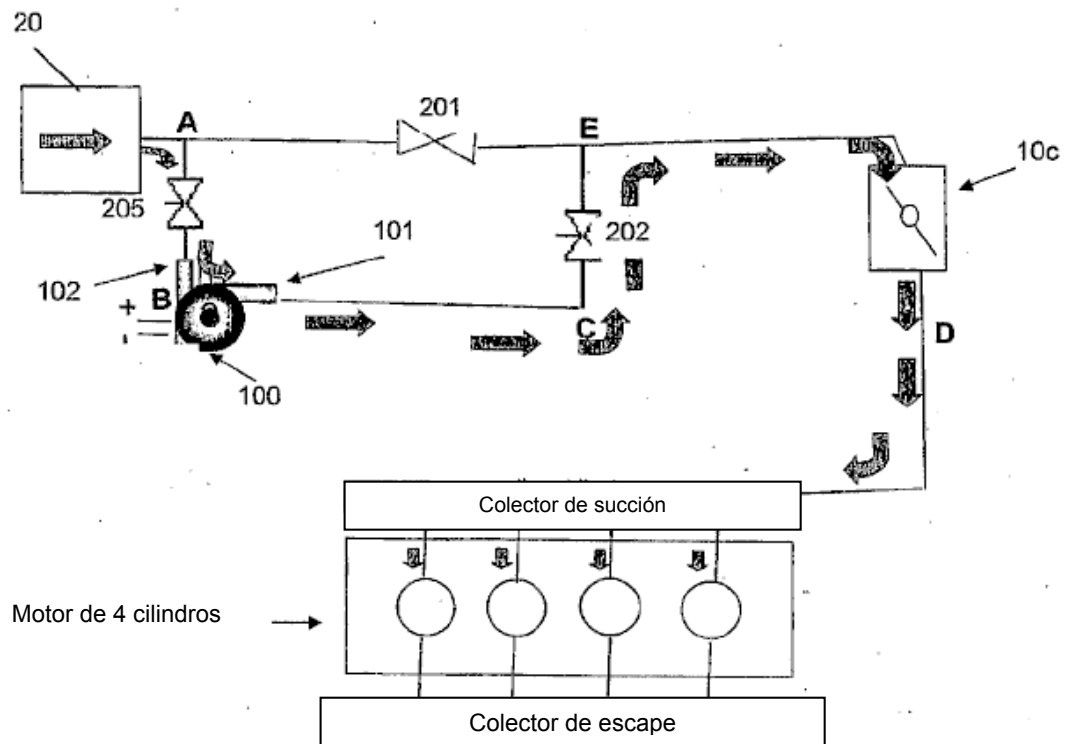


Figura 19