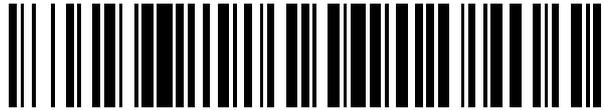


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 443 491**

51 Int. Cl.:

F02M 51/00 (2006.01)

F02D 19/08 (2006.01)

F02D 19/10 (2006.01)

F02B 29/04 (2006.01)

F02M 21/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.11.2008 E 08849101 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2013 EP 2232046**

54 Título: **Sistema de inducción de combustible y aire súper enfriado para motores de combustión interna**

30 Prioridad:

16.11.2007 US 988539 P

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

19.02.2014

73 Titular/es:

**DYNAMIC FUEL SYSTEMS, INC. (100.0%)
4308 Birch Drive
Gurnee IL 60031, US**

72 Inventor/es:

BACH, JEFF

74 Agente/Representante:

LAZCANO GAINZA, Jesús

ES 2 443 491 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 inducción de combustible y aire súper enfriado para motores de combustión interna

Campo de la invención

5 La presente invención generalmente se refiere a motores de combustión interna, y más en particular, a un aparato y método de súper enfriamiento de la carga de aire de un motor de combustión interna.

Información de antecedentes

10 Por más de un siglo, los motores de combustión interna se han considerado como una fuente principal de energía en una variedad de aplicaciones. De esos motores, los más ampliamente usados son los motores de pistón alternativo los cuales se encuentran en automóviles u otras formas de transportación, así como también en una variedad de aplicaciones industriales y de consumo. Tales motores se pueden construir en una variedad de tamaños, tipos y configuraciones dependiendo de los requerimientos de energía de una aplicación en particular.

15 De esas variaciones, los motores de diesel tienen un número de ventajas importantes sobre los motores de gasolina. Estos proporcionan fiabilidad, larga duración, y buen ahorro de combustible, y se espera que sigan siendo las plantas de energía de transporte de gran rendimiento dominantes por varios años. Los motores de diesel típicamente inyectan combustible diesel dentro de la cámara de combustión del motor cuando el pistón de esa cámara está cerca del final de la carrera de compresión. La presión alta presente en la cámara enciende el combustible diesel. Debido a la naturaleza no controlada de la mezcla de diesel y aire durante la combustión, una fracción grande del combustible sale en una relación de equivalencia muy rica en combustible. Es decir, el
20 combustible y el aire en la cámara de combustión no son necesariamente una mezcla homogénea. Esto típicamente resulta en la combustión incompleta del combustible diesel, lo cual tiende a resultar en altas emisiones de partículas. Además, la relación de equivalencia rica en combustible puede conducir además a altas temperaturas de la llama en el proceso de combustión, lo cual resulta en emisiones de NOx aumentadas. Como las normas ambientales más estrictas se establecen para las fuentes de diesel, los usuarios de los motores de diesel buscan formas para
25 disminuir las emisiones.

Una solución es reducir la cantidad de diesel inyectado dentro de la cámara de combustión, lo cual reduce la relación de equivalencia y trabaja para reducir las partículas y las emisiones de NOx. Sin embargo, ello reduce además la energía del motor.

30 Otra solución es convertir parcial o completamente el motor para usar con combustibles alternativos tales como, gas natural comprimido (CNG), combustibles naturales líquidos (LNF) tales como el etanol, y gas de petróleo licuado o líquido (LPG) tal como el propano. La utilización de tales combustibles alternativos con los motores de diesel no solamente proporciona una combustión más completa y de esta manera un mayor ahorro de combustible, sino
35 además típicamente resulta en emisiones del motor inferiores. Sin embargo, los combustibles alternativos, y más en particular los combustibles gaseosos, típicamente no tienen el valor de cetano requerido para permitir su encendido a través de la compresión. En consecuencia, los motores de diesel se deben modificar para usar tales combustibles. Los métodos para convertir un motor de diesel para consumir los combustibles alternativos típicamente caen dentro de tres categorías. El primero es convertir el motor a un motor encendido por chispa; un segundo es convertir el
40 motor para permitir la inyección directa de combustibles gaseosos dentro de la cámara de combustión; y un tercero es la "nebulización" o "fumigación" del combustible gaseoso con toda o una porción de la carga de aire de admisión que entra al motor. Como se apreciará, los métodos segundo y tercero utilizan diesel inyectado (es decir, diesel piloto) para encender el combustible gaseoso. Con respecto a esto, la combustión del combustible gaseoso resulta en una combustión más completa del diesel. Además, la combinación de combustible gaseoso y diesel permite al
45 motor producir energía adicional mientras se inyecta menos combustible diesel dentro de los cilindros.

Sin embargo, la conversión a un sistema encendido por chispa y/o a un sistema de inyección de combustible gaseoso directo para utilizar combustibles gaseosos con un motor de diesel cada una requiere típicamente una modificación sustancial del motor de diesel. Tal modificación puede incluir el reemplazo de las culatas de los
50 cilindros, los pistones, el sistema de inyección de combustible y/o la duplicación de varios componentes del motor (por ejemplo, los sistemas de inyección). En consecuencia, estos sistemas son típicamente costosos y frecuentemente poco fiables.

Por otro lado, el tipo de nebulización o fumigación de sistemas de combustible doble requiere poca modificación a los motores existentes. La mezcla de combustible gaseoso con la carga de aire de admisión se introduce dentro de cada cilindro del motor durante la carrera de admisión. Durante la carrera de compresión del pistón, la presión y la temperatura de la mezcla se aumentan de manera convencional. Cerca del final de la carrera de compresión, una pequeña cantidad de combustible diesel piloto del sistema de inyección de combustible diesel existente del motor se

- inyecta dentro del cilindro. El diesel piloto se enciende debido a la compresión y a su vez enciende la mezcla de combustible gaseoso y aire de admisión mejorando la quema de la mezcla. Como se apreciará, tales sistemas de fumigación se pueden mejorar sobre los motores de diesel existentes con poca o ninguna modificación del motor existente. Además, los motores que usan tales sistemas de fumigación se pueden operar típicamente en un modo de combustible doble o en un modo estrictamente de diesel (por ejemplo, cuando el combustible gaseoso no está disponible). Ver por ejemplo, la patente de los Estados Unidos No. 7,100,582, del presente inventor, titulada Aparato y sistema de control de inyección de propano para vehículos.
- Otro defecto de los motores de diesel que resulta en ineficiencia y aumento de las emisiones se refiere a la sobrealimentación, donde un compresor de aire de admisión se acciona mecánicamente o con gases de escape del motor que se expanden a través de un extensor giratorio de alta velocidad para accionar un compresor centrífugo giratorio para comprimir la carga de aire entrante a los cilindros de combustión, por ejemplo turbocompresión. La sobrealimentación o turbocompresión del aire de admisión aumenta la temperatura de la carga de aire entrante. Este aire caliente afecta negativamente el rendimiento del motor disminuyendo la densidad de la carga de aire de admisión, y por lo tanto limita la masa del aire de admisión disponible para un desplazamiento del motor determinado. Adicionalmente, una carga de aire de admisión caliente aumenta la posibilidad de detonación prematura de la carga de combustible en los cilindros lo cual puede dañar los componentes del motor.
- Actualmente, se conoce en la técnica aumentar el rendimiento de motores de combustión interna sobrealimentados o turbocomprimidos enfriando el aire de admisión comprimido ya sea después del sobrealimentador o turbocompresor o incluso entre las etapas del sobrealimentador o turbocompresor. Este enfriamiento se logra más a menudo por intercambio de calor con cualquier medio de enfriamiento reciclado tal como agua que entonces intercambia calor con un medio de enfriamiento externo tal como aire en el caso de plantas de energía estacionarias con base en tierra o agua de mar en el caso de plantas de energía típicas de barcos o plantas de energía con suministros de agua de enfriamiento adecuados, por ejemplo "carga-enfriamiento". En otros ejemplos, el aire de admisión se enfría por intercambio de calor con el aire circundante usando un radiador tal como un intercambiador de calor de tubo y aleta, por ejemplo refrigeración intermedia o posterior. En ambos procesos, la temperatura del aire de admisión enfriado estará aún por encima de la temperatura de los medios de enfriamiento ambiente a menos que se emplee energía adicional y equipamiento de refrigeración. En el caso de un camión, autobús, locomotora de ferrocarril o motor estacionario que usa enfriamiento por aire ambiente, este aire de admisión enfriado será generalmente de 10F° a 20F° (aproximadamente 5C° a 10C°) mayor que la temperatura del aire ambiente. En condiciones de verano, esto puede resultar en una temperatura del aire de admisión, incluso después del enfriamiento, de 100F° a 120F° (38C° a 49C°) o mayor. En otros ejemplos, los sistemas de refrigeración mecánica se han utilizado para lograr el enfriamiento controlado del aire de admisión a temperaturas deseadas sustancialmente independientes de las condiciones de temperatura ambiente. Las patentes de los Estados Unidos No. 3,306,032 y 3,141,293 describen sistemas de refrigeración mecánicos para enfriar el aire de admisión comprimido. Sin embargo, estos sistemas son complejos y requieren una cantidad sustancial de energía para el funcionamiento del sistema de enfriamiento.
- La patente de los Estados Unidos No. 1,742,801 describe un aparato para bombear y vaporizar un gas licuado frío para echar combustible a un motor de combustión interna de doble combustible y particularmente un motor de diesel. Sin embargo, esto no enseña la ventaja de usar el gas licuado frío para enfriar la carga de aire de combustión de admisión entrante.
- Las patentes de los Estados Unidos No. 6,901,889 y 7,225,763, las solicitudes de patente publicadas de los Estados Unidos No. 2005/0199224 y 2007/0125321 describen el uso de un combustible secundario en un motor de diesel. Sin embargo, ninguna de estas publicaciones describe enfriar el suministro de aire del motor de diesel usando el combustible secundario.
- La solicitud de patente alemana 10,2005,025,615 describe un motor de combustión y un mecanismo de admisión. El motor de combustión se suministra con aire y/o una mezcla de combustible/aire. Una bomba suministra combustible al motor y un mecanismo intercambiador de calor se acopla térmicamente con la bomba y el mecanismo de admisión el cual proporciona calor para el aire que fluye en el mecanismo de admisión.
- Un artículo por Thomas Joyce en Spring, edición de 1990 de The LNG Observer, Volumen 1, No. 1, describe el uso del LNG, o gas natural licuado, como un combustible para un automóvil con un vaporizador de LNG montado en el compartimiento del motor del automóvil utilizando refrigerante de motor para calentar y vaporizar el LNG. Además se sugiere que la refrigeración del LNG se podría utilizar para enfriar el aire entrante y para de esta manera, "en esencia, sobrealimentar el motor para aumentar su energía." Sin embargo, mientras este artículo hace alusión al efecto de enfriamiento como que proporciona el equivalente de la sobrealimentación, este no trata con el enfriamiento de aire de admisión calentado y comprimido resultante del uso de un turbocompresor o sobrealimentador, ni enseña el enfriamiento posterior controlado del aire de admisión comprimido para lograr un funcionamiento equilibrado del vaporizador y postenfriador.

Por lo tanto, lo que se necesita en la técnica es un sistema y método para enfriar la carga de aire de admisión de un motor de combustión interna con un combustible licuado que se puede suministrar al motor para la combustión después de la vaporización o expansión del combustible licuado. El sistema y método deberían ser adecuados para su uso con motores de diesel sobrealimentados y no sobrealimentados y debería mejorar la combustión del combustible diesel dentro de la cámara de combustión del motor para mejorar las emisiones de los gases de escape y reducir el consumo de combustible. Más en particular, la invención debería reducir las partículas y emisiones de NOx que se expulsan desde el tubo escape provocando un quemado más uniforme del combustible diesel. El sistema debería proporcionar además combustible gaseoso a un motor de diesel basado en los diversos requerimientos o demandas del motor. El sistema debería además enfriar la carga de aire entrante del motor lo suficiente para aumentar la eficiencia volumétrica del motor.

Breve descripción de la invención

Brevemente, la presente invención se dirige hacia un sistema para inyectar un combustible secundario a un motor de diesel en donde el combustible secundario se utiliza además para enfriar o súper enfriar la carga de aire entrante al motor. La modalidad preferida del sistema inyector de propano comprende introducir propano líquido, dentro de "un ensamble enfriador" de manera que la carga de aire entrante pasa a través del ensamble enfriador para calentar el propano líquido, convirtiéndolo a un estado gaseoso cuando la carga de aire entrante se enfría. El propano gaseoso se dirige entonces a una caja negra que incluye una válvula reductora de presión para bajar la presión del propano cuando este fluye inicialmente desde el ensamble enfriador y a través de una válvula de encendido/apagado controlada electrónicamente. El propano gaseoso entra a un colector inyector donde se distribuye a al menos uno, con mayor preferencia dos, pero tantos como se requieran, inyectores de combustible para manejar gas especialmente diseñados que actúan como inyectores de tasa de flujo variable controlados por un microprocesador programable que se preprograma para vehículos específicos o se puede personalizar con programación de rendimiento mejorado que se determina por el dueño del vehículo. El número de inyectores de combustible utilizados depende del tamaño diferente del motor y el sistema de combustible. La única limitación con respecto al número de inyectores de combustible utilizados es que hayan tantos como sean necesarios para proporcionar la dosificación de combustible adecuada. Un sistema de retroalimentación de presión sensa cuando el sobrealimentador del motor ha provocado un incremento de presión en su lado alto que alimenta los cilindros. Los transductores situados en un sensor de presión absoluta del colector (MAP) detectan el incremento de presión y se comunican con el microprocesador. Esta presión del colector de admisión que se sensa proporciona realimentación al procesador que controla los inyectores de combustible para personalizar la cantidad de propano que se alimenta al motor sobre la base de "según sea necesario". La información del rendimiento del motor se programa dentro del controlador de la computadora, es decir el microprocesador, para proporcionar las tasas de flujo para el propano añadido u otro combustible alternativo. Esta disposición maximiza la eficiencia del combustible y minimiza el uso del combustible alternativo. Se debería notar además que otros sensores tales como sensores de detonación, sensores de oxígeno, sensores de posición del acelerador, sensores de flujo de masa de aire y similares se pueden utilizar además ya sea individualmente o en conjunto para suministrar datos al microprocesador los cuales se pueden utilizar para determinar el suministro de combustible alternativo al motor.

Los componentes se pueden proporcionar en forma de un kit el cual se puede añadir a un vehículo para enfriar la carga de aire entrante mientras se fumiga propano gaseoso dentro de la carga de aire entrante del motor de diesel. La mezcla de aire-combustible-propano enfriada se quema más lento, añadiendo energía sin aumentar el precio o productos de escape que se descargan hacia el medio ambiente. Además, es posible con el sistema que se proporciona en la presente permitir a los motores de diesel funcionar en vacío en semáforos u otras paradas mientras opera casi exclusivamente con propano, eliminando así las emisiones de los gases de escape de diesel indeseables que frecuentemente se encuentran objetables.

En consecuencia, un objetivo de la presente invención es proporcionar un ensamble enfriador para enfriar la carga de aire entrante de un motor de combustión interna utilizando un combustible gaseoso licuado.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un ensamble enfriador que se construye y arregla para aceptar el propano en una fase líquida para la conversión a propano en una fase gaseosa, de manera que el cambio de fase se utiliza para enfriar la carga de aire entrante y el propano gaseoso se suministra a un motor de combustión interna para la combustión.

Otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un ensamble enfriador que incluye una abertura de aire a través de la porción del cuerpo del enfriador para pasajes de aire entrante al motor de combustión interna.

Aún otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un ensamble enfriador que incluye una cámara de ebullición para convertir el propano licuado a propano gaseoso y una cámara de vapor para recolectar el propano gaseoso.

Aún otro objetivo de la presente invención es proporcionar un ensamble enfriador que incluye al menos una aleta y tubo para transferir calor desde el aire entrante hacia el combustible líquido dentro del ensamble enfriador.

5 Aún otro objetivo más de la presente invención es proporcionar un método y ensamble enfriador para enfriar la carga de aire entrante de un motor de combustión interna para mejorar la eficiencia y rendimiento del motor de combustión interna.

10 Aún otro objetivo de la invención es proporcionar un sistema para tratar los gases de escape de un motor de combustión interna.

Otros objetivos y ventajas de esta invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción tomada junto con los dibujos acompañantes en donde se exponen, a manera de ilustración y ejemplo, ciertas modalidades de esta invención. Los dibujos constituyen una parte de esta descripción e incluyen modalidades ejemplares de la presente invención e ilustran varios objetos y características de la misma.

15 Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es una ilustración esquemática del ensamble enfriador incorporado dentro de un sistema de tipo de fumigación de combustible doble;

La Figura 2 es un diagrama de bloques del controlador mostrado en la Figura 1;

20 La Figura 3 es una ilustración esquemática del ensamble enfriador incorporado dentro de un sistema de tipo de fumigación de combustible doble alternativo;

La Figura 4 es una ilustración en perspectiva de un anillo de combustible y un inyector de combustible gaseoso adecuado para usar con la presente invención;

La Figura 5 es una vista en perspectiva que ilustra una modalidad del ensamble enfriador de la presente invención;

25 La Figura 6 es una sección transversal del enfriador en la Fig. 5;

La Figura 7 es otra modalidad del enfriador;

La Figura 8 es una primera modalidad de un sistema de combustible suplementario para tratar los gases de escape de un motor de combustión interna;

30 La Figura 9 es otra modalidad de un sistema de combustible suplementario para tratar los gases de escape de un motor de combustión interna; y

La Figura 10 es otra modalidad de un sistema de combustible suplementario para tratar los gases de escape de un motor de combustión interna.

Descripción detallada de las modalidades preferidas

35 Aunque la presente invención es susceptible de llevarse a la práctica de varias maneras, en los dibujos se muestra y se describirá de aquí en adelante una modalidad actualmente preferida entendiéndose que la presente descripción se debe considerar una ejemplificación de la invención y no una limitación de la invención a las modalidades específicas ilustradas.

40 Los diferentes tipos de motores de combustión interna que se pueden usar junto con el sistema de combustible suplementario incluyen pero no se limitan a motores de diesel, motores de combustión interna en vehículos, motores de combustión interna estacionarios, motores de combustión interna en locomotoras, motores de combustión interna en embarcaciones marinas, y motores de combustión interna en aeronaves. Los combustibles suplementarios usados junto con este sistema incluyen pero no se limitan a propano líquido, propano, gas natural licuado, gas natural, butano líquido, butano, y gas MAP.

45 Con referencia generalmente a las Figs. 1 y 3, se muestra una ilustración esquemática del ensamble enfriador incorporado dentro de varios sistemas de tipo de fumigación de combustible doble. Con referencia a la Fig. 1, el sistema preferido incluye una toma de aire 10 y un filtro de aire asociado 12 para suministrar aire ambiente a un turbocompresor 14. El aire comprimido del turbocompresor se dirige al colector de admisión 16 para la división y distribución a los varios cilindros del motor 18. Dentro del motor el aire se mezcla con combustible diesel y se quema. Después, la mezcla de combustible/aire quemado se empuja dentro del colector de gases de escape 20 para la descarga a la atmósfera. Una característica primaria de esta descripción es mostrar una combinación de partes que se pueden suministrar en forma de un kit para adaptarse y unirse fácilmente a un vehículo existente tal como un camión, autobús escolar, o incluso un motor de diesel estacionario tal como esos usados para proporcionar energía a un generador o bomba. Se debería notar que mientras los sistemas ilustrados en las Figs. 1 y 3 son ambos sistemas turbocomprimidos, la presente invención se puede utilizar con otros tipos de motores sobrecargados y no sobrecargados que utilizan fumigación sin apartarse del alcance de la invención.

Con referencia a la Fig. 5, se ilustra una vista en perspectiva de una modalidad del ensamblaje enfriador 100. El ensamblaje enfriador se construye y arregla generalmente para la colocación en cualquier parte a lo largo del recinto de admisión del motor donde la carga de aire entrante se puede dirigir a través de al menos una porción del enfriador antes de entrar al motor. El enfriador 100 se construye generalmente como un ensamblaje tubular de paredes dobles alargado con extremos sellados 102 para formar una cámara hueca interna 104. La pared interior 106 se construye de un material que transfiere calor tal como aluminio mientras la pared exterior 108 se puede construir de cualquier material adecuado que incluye un material aislante o se puede cubrir con un material aislante. La pared exterior 108 de la cámara hueca 104 se ilustra como transparente para que se pueda ilustrar la transformación del combustible líquido en un combustible gaseoso. El combustible líquido entra a la cámara hueca 104 a través de una tobera 110 donde el combustible líquido se asienta en una porción de ebullición 112 de la cámara. El aire que fluye a través de la abertura del enfriador 114 calienta el combustible líquido provocando que el combustible se convierta a un estado gaseoso donde este se alza hacia una porción de vapor 116 de la cámara 104, como se ilustra por las flechas. El aire sale del enfriador a través de la abertura 115. El combustible gaseoso se dirige entonces a través de una conexión 118 al regulador (no mostrado) en el controlador 32 (Fig. 1). La cámara 104 y/o la abertura 114 pueden incluir además tubos y aletas tales como esos típicamente usados por intercambiadores de calor para ayudar en la transferencia de calor del aire entrante al combustible líquido.

En una modalidad preferida el enfriador 100 es de 6 pulgadas de diámetro con tubos de intercambio de calor de aproximadamente 2 pulgadas (con área de superficie de aletas extrudidas). Las tapas de los extremos podrían ser de 3 pulgadas, 3,5 pulgadas, 4 pulgadas o 5 pulgadas dependiendo de la aplicación en particular.

Con referencia a la Fig. 1, una línea de propano 30 se extiende desde el tanque 28 hasta el enfriador 100 para la conversión del combustible de líquido a gas. Adicionalmente, la línea 30 incluye preferentemente una válvula de cierre/desviar 70. La válvula de cierre/desviar se construye y arregla para ya sea cortar el flujo de propano o para desviar el propano entre el enfriador y la caja de control. De esta manera, los sensores de temperatura (no mostrados) proporcionados en el colector de admisión se pueden usar para proporcionar realimentación a la caja controladora para controlar el flujo de combustible hacia el enfriador para controlar la temperatura de la carga de aire que entra al motor. La línea 31 así como también la línea 71 se extienden hasta la caja controladora 32 donde la presión del combustible se regula antes de dirigirse a través de la línea 72 hasta un anillo adaptador 22. El anillo adaptador 22 (Fig. 4) es generalmente un miembro anular que contiene al menos una tobera de combustible 44 construida y arreglada para dispersar el combustible gaseoso en la carga de aire entrante. Una línea de presión 34 se une a un sensor de presión 36 para monitorear la presión en el colector de admisión 16 para suministrar propano cuando el turbocompresor 14 aumenta la presión cuando el motor 18 se acelera o aumenta la carga en el motor 18. Un sensor de temperatura 38 se localiza en el colector de gases de escape 20 para monitorear las temperaturas de los gases de escape como una característica de seguridad y apagar el sistema si las temperaturas exceden un nivel prefijado. Un indicador 40 se localiza en una posición en donde un conductor u operador se pueda notificar fácilmente de una condición del funcionamiento del motor de combustión interna. En una modalidad preferida el indicador es una luz y se conecta al sensor de temperatura 38 para indicar visualmente cuando se alcanza una temperatura predeterminada incluso antes de que el sistema pare automáticamente. Un control manual o interruptor de apagado 42 se localiza dentro del acceso fácil del conductor u operador para ser alcanzado fácilmente para apagar manualmente el sistema si la luz 40 indica un problema. En otra modalidad el indicador 40 se podría incorporar dentro del interruptor 42.

Con referencia a la Fig. 2, se ilustra una representación esquemática del controlador o caja negra 32. Esta caja es un miembro robusto que contiene la válvula reguladora, el sensor de temperatura 43 y un microprocesador 50. Todas las líneas que sensan la presión y temperatura de realimentación se localizan preferentemente en la caja de control 32 y proporcionan datos al microprocesador que se evalúan y actúan sobre la base de límites de programación como se determinaron para cada vehículo. Como un ejemplo, la información se programará dentro del microprocesador basado en datos de prueba obtenidos a partir de pruebas reales en vehículos. Si se evalúa un autobús escolar de tipo común con un motor estándar, los datos se pueden almacenar y usar para programar otros kits que se instalarán en el mismo tipo de autobús con la misma configuración del motor. Puesto que el kit proporciona un adaptador o conector común 52 para conectar a una computadora portátil para la programación y evaluación, el trabajo de campo se realiza de forma rápida, fiable y sin desmontar el sistema de combustible. El sistema opera preferentemente sobre el estándar de 12 V CD.

Adicionalmente, el controlador 32 podría parar el motor completo en el caso de que falle un componente del sistema. Adicionalmente detener el sistema generaría un código en la memoria del módulo de control del motor (ECM) el cual se puede descargar y leer por una herramienta de exploración o dispositivo similar en un tiempo posterior. Una lámpara indicadora de mal funcionamiento (MIL) se puede incorporar en el interruptor de apagado 42 o estar sola en el vehículo, preferentemente dentro de la cabina del vehículo. La válvula reguladora en el controlador o caja negra 32 se puede montar además en el vehículo independientemente del controlador 32.

Con referencia a la Fig. 3, se ilustra una modalidad alternativa del ensamblaje enfriador 100. En esta modalidad, el ensamblaje enfriador se monta en el recinto del aire de admisión antes del sobrealimentador 14. El ensamblaje enfriador

se construye sustancialmente igual que la modalidad ilustrada en la Fig. 5 con la excepción de que el inyector de combustible gaseoso 44 se monta dentro del enfriador para que cuando la carga de aire pase a través del enfriador, el combustible gaseoso se inyecte dentro del aire que pasa.

5 La forma del kit permite que la conversión se complete de una manera simple y económica. La inyección de propano puede ocurrir en el lado de baja presión o de alta presión del ventilador simplemente conectando un miembro tubular corto que tiene el inyector instalado en el mismo, con la línea de propano conectada a la manguera flexible que proporciona aire al ventilador. El sensor de temperatura se conecta al colector de gases de escape perforando y roscando dentro del colector. La caja negra (controlador) 32 se conecta dentro del compartimiento del motor, o
10 incluso en la cabina de los conductores y un tanque de propano de tamaño adecuado se conecta al vehículo en un espacio de tamaño adecuado.

La caja de control 32 incluye preferentemente una conexión 52 (Fig. 2) para la comunicación con una computadora portátil que realiza el diagnóstico del sistema. Después que el motor se pone en marcha, el sistema se monitorea
15 con un software que mide el flujo de propano, la temperatura de los gases de escape del motor, la presión del colector de admisión, la presión absoluta del colector de admisión (utilizando una señal de vacío), el flujo de la masa de aire, la posición del acelerador y la temperatura del aire. El enfriador 100 incluye sensores para la presión del aire, la temperatura de entrada y la temperatura de salida. La temperatura de los gases de escape del motor se mide utilizando un sensor montado dentro del tubo de escape del motor. El sistema se monitorea entonces para el
20 funcionamiento durante un rango de operación del motor. Una vez que estos datos se cargan en una computadora portátil, otros sistemas se pueden preprogramar para igualar las características de funcionamiento del prototipo inicial o ajustar el motor. Si las pruebas de campo determinan que el motor y el sistema se pueden mejorar, el sistema se puede monitorear durante condiciones de operación en tiempo real para personalizar los ajustes en el sistema para optimizar el rendimiento u operación a las especificaciones del usuario. Adicionalmente a la conexión 52 en la caja
25 controladora un conector de datos del vehículo, tal como un conector OBD II, se puede usar para descargar y obtener datos del motor del vehículo. Los datos del motor podrían ser datos en tiempo real y/o datos almacenados en memoria. Estos datos se pueden usar para calibrar el controlador 32 y para escribir mapas de combustible. Los datos en tiempo real pueden incluir el consumo de combustible en tiempo real, la temperatura del aire de admisión (para el ajuste del enfriador o la calibración automática del enfriador o un modo de aprendizaje continuo), el ajuste
30 de temperatura para el control de emisiones óptimo, los datos del sensor de oxígeno, la temperatura de los gases de escape (para la referencia y comparación), la velocidad del vehículo, las señales de comando del acelerador y los datos adicionales los cuales se pueden usar para calibrar el flujo del combustible secundario, tal como propano, al enfriador.

Los datos obtenidos a partir de los varios sensores del motor permiten al motor programarse para la eficiencia
35 óptima, el control de emisiones óptimo y la protección del motor. La corriente de fecha en tiempo real del motor permite que el motor se controle para proporcionar el ahorro fortuito más eficiente, la temperatura de los gases de escape más baja, y la temperatura del aire de admisión óptima controlando el enfriador 100. Adicionalmente a los datos que se usan para controlar el motor, un teléfono celular o un teléfono satelital se podría incorporar en el
40 sistema y emplear para comunicarse con el motor. Este tipo de comunicación permitiría a los datos en tiempo real enviarse desde vehículos en cualquier lugar en el mundo hacia la fábrica/fabricante del sistema de inducción de combustible suplementario y sistema de inducción de aire súper frío. Esto permitiría al fabricante asistir en la calibración automática del sistema y el diagnóstico de problemas con el sistema. El sensor de temperatura de los gases de escape se puede usar además para detener un ciclo de regeneración de gases de escape en un motor de
45 diesel después que el ciclo se completa y se ha alcanzado la temperatura de los gases de escape apropiada.

Un módulo se podría colocar en la cabina del vehículo en el lugar del interruptor de apagado 42. Este módulo podría controlar el sistema en un modo de encendido/apagado, un modo de ajuste manual, un modo de calibración
50 automática, y un modo de autoaprendizaje continuo. Además el módulo en la cabina podría mostrar los códigos de fallo del motor, las millas por galón en tiempo real, la temperatura del enfriador, el nivel del combustible, y el modo de operación del sistema es decir operación normal, ajuste manual, calibración automática, aprendizaje continuo y acceso a la fábrica en progreso. Los archivos de ajuste y mapa que se proporcionan por la fábrica/fabricante son específicos del motor, vehículo y aplicación. Los archivos de ajuste y mapa proporcionados por la fábrica/fabricante proporcionan una gran ventaja sobre los otros sistemas que están actualmente disponibles al consumidor. El control
55 del combustible secundario y otros parámetros se proporcionan por software propietario solamente disponible desde la fábrica/fabricante. Este tipo de control permite al sistema aumentar los caballos de fuerza y torque o programar el sistema para ahorrar sin exceder los caballos de fuerza OEM y torque y mantener así la garantía del motor/vehículo.

La Fig. 6 ilustra una primera modalidad del enfriador 100. La Fig. 6 es una sección transversal del enfriador 100
60 ilustrado en la Fig. 5. El enfriador 100 se construye generalmente como un ensamble tubular de paredes dobles alargado con extremos sellados para formar una cámara hueca interna 104. La pared interior 106 se construye de un material que transfiere calor tal como aluminio mientras la pared exterior 108 se puede construir de cualquier material adecuado que incluye un material aislante o se puede cubrir con un material aislante. La pared exterior 108 de la cámara hueca 104 se ilustra como transparente para que se pueda ilustrar la transformación del combustible

líquido en un combustible gaseoso. El combustible líquido entra a la cámara hueca 104 a través de una primera entrada o tobera 110 donde el combustible líquido se asienta en una porción de ebullición de la cámara. El aire que fluye a través de la abertura del enfriador 114 o segunda entrada calienta el combustible líquido provocando que el combustible se convierta a un estado gaseoso donde este se alza hacia una porción de vapor de la cámara 104. El aire sale del enfriador a través de la abertura 115 o primera salida. El combustible gaseoso se dirige entonces a través de una conexión 118 al regulador (no mostrado) en el controlador 32 (Fig. 1). Un deflector 120 en la entrada de aire asegura la distribución uniforme del aire entrante incluso para el enfriamiento del aire. La cámara 104 y/o la abertura 114 pueden incluir además tubos y aletas tales como esos típicamente usados por intercambiadores de calor para ayudar en la transferencia de calor del aire entrante al combustible líquido.

La Fig. 7 ilustra otra modalidad del enfriador 100. En esta modalidad el aire entra al enfriador en 122 y sale del enfriador en 124. La temperatura del aire que sale del enfriador es menor que la temperatura del aire que entra al enfriador. El aire pasa a través del enfriador a través de los pasajes o tubos 126. Un deflector de aire 123 distribuye uniformemente el aire entrante dentro de los pasajes 126. Estos pasajes se pueden suministrar opcionalmente con las aletas 128 para ayudar en la transferencia de calor del aire hacia el combustible suplementario.

El combustible suplementario se suministra al enfriador a través de la línea 130. Un medidor de flujo líquido 132 se localiza en la línea 130 para medir la tasa de flujo del combustible líquido. Un interruptor de encendido/apagado 134 se localiza además en la línea 130 para permitir o detener el flujo de combustible líquido dentro del enfriador. Una válvula de desviación 136 se localiza en la línea 130 para purgar o enviar el combustible líquido excesivo de vuelta al suministro de combustible líquido a través de la línea 138. Un colector opcional 140 distribuye el combustible líquido dentro del enfriador. Las toberas 142 se localizan en la salida del colector 140 para distribuir uniformemente el combustible líquido dentro del enfriador. El combustible líquido se calienta en el enfriador. El combustible líquido cambia de estado a un gas o vapor por contacto indirecto con el aire entrante. El aire entrante a su vez se enfría a una temperatura menor que la temperatura del aire entrante.

El combustible gaseoso sale del enfriador en la salida 144. Un regulador de presión 146 controla la presión del combustible gaseoso. El combustible gaseoso pasa entonces dentro de la línea 148. Un sensor de presión 150 mide la presión del combustible gaseoso en la línea 148. El sensor de presión puede controlar el regulador de presión 146. Opcionalmente una línea 152 puede suministrar combustible líquido al regulador de presión desde la línea de desvío 138 o suministro de combustible líquido.

El combustible gaseoso se envía al anillo inyector 154 desde la línea 148. El anillo inyector contiene uno o más inyectores 156. Estos inyectores introducen el combustible suplementario gaseoso dentro del aire el cual entonces se suministra al motor de combustión interna. El sensor de temperatura 158 mide la temperatura del aire que entra al enfriador. El sensor de temperatura 160 mide la temperatura del aire que sale del enfriador. El sensor de temperatura 162 mide la temperatura del combustible en el enfriador. El sensor de presión 164 mide la presión del combustible en el enfriador.

La Fig. 8 ilustra el tratamiento de los gases de escape de un motor de combustión interna con un combustible suplementario. El combustible suplementario líquido o gaseoso se introduce dentro del sistema de escape en 170. Un convertidor catalítico 172 se localiza aguas abajo del punto de introducción de combustible 170. El combustible suplementario reacciona químicamente con el catalizador para producir calor en 173. El calor se transfiere al filtro de escape de partículas 174 el cual ayuda en la quema de las partículas excedentes capturadas en el filtro de partículas 174.

La Fig. 9 ilustra otra modalidad del tratamiento de los gases de escape de un motor de combustión interna. Una desviación 176 se coloca en el sistema de escape. El combustible suplementario líquido o gaseoso se introduce dentro del escape en 178. Otro catalizador 180 se localiza en el desvío 176. El catalizador produce calor el cual se usa para quemar las partículas excedentes en el filtro de partículas 174.

La Fig. 10 ilustra otra modalidad del tratamiento de los gases de escape de un motor de combustión interna. Una desviación 182 desvía el filtro de partículas 174. El gas de escape típicamente es rico en oxígeno. El combustible suplementario líquido o gaseoso se introduce dentro de un calentador de combustible suplementario 184 en 186. El calentador 184 calienta las partículas en el filtro de partículas 174 y quema estas partículas. Un catalizador de combustible suplementario 188 se localiza aguas abajo del calentador 184. Este catalizador elimina cualquier hidrocarburo excedente que pueda estar presente en los gases de escape.

El funcionamiento de una modalidad del sistema de combustible suplementario se describirá ahora. El sistema se energiza y se determina si el motor está funcionando mediante la presión de aceite, las rpm del motor y/o varias otras entradas del módulo de control del motor (ECM). El sistema realiza entonces una autocomprobación y si todo es satisfactorio entra en un modo funcional. El modo funcional puede ser Calibración automática, Programación manual y/o Sistema en funcionamiento. Estos modos se controlan por el distribuidor/instalador en el lugar mediante una computadora portátil o de forma remota mediante satélite a través de un sitio web por personal autorizado.

5 El combustible suplementario líquido entra al medidor de flujo líquido de la turbina de pulso mediante la línea de líquido del tanque de suministro. El medidor de flujo determina la cantidad de combustible líquido que se consume con precisión dentro de $\pm 0 - \frac{1}{2}$ por ciento. Esta entrada se envía al controlador y se usa como un mecanismo de seguridad, en caso de una fuga externa o interna o una abertura obstruida o un inyector cerrado o un regulador defectuoso. Monitoreando el flujo a diferentes rpm dadas y cargas del motor la cantidad de combustible líquido que se debería consumir se puede predecir con precisión. Esto se puede introducir a una tabla en el software. En el caso de que el flujo esté fuera de parámetros en la tabla la unidad se detiene y se muestra en el panel de control. El medidor de flujo líquido es útil además para monitorear la cantidad exacta de combustible líquido consumido para determinar cálculos de ahorro precisos para el cliente.

10 Desde el medidor de flujo líquido el combustible viaja hasta el banco del interruptor de ciclo. Múltiples interruptores de ciclo se usan todavía como otro mecanismo de seguridad. El sistema monitoreará los interruptores (resistencia de la bobina) y en el caso de un fallo los interruptores de ciclo secundarios pueden funcionar normalmente y evitar el exceso de flujo hacia la unidad enfriadora y en última instancia parar el flujo de combustible si fuera necesario. La función principal de los interruptores de ciclo es mantener ciertas presiones en la unidad enfriadora. Como la presión y la temperatura son relevantes en los procesos de refrigeración esto permite ajustabilidad total con el controlador y los sensores para mantener una temperatura del aire estable requerida para lo programado en el software.

15 Desde los interruptores de ciclo el combustible líquido entra a la unidad enfriadora mediante el colector de combustible líquido y los orificios de rociado. Cuando el combustible líquido entra al vaso de presión del ensamble enfriador, el calor latente de vaporización toma lugar. El combustible líquido se vaporiza con el calor del aire fresco que pasa a través de los tubos intercambiadores de calor montados en el enfriador. A través del microprograma y software la presión y la temperatura se controlan en el enfriador. Las entradas de los sensores en el enfriador (temperatura y presión) así como también los sensores de temperatura del aire de entrada y salida determinan esto.

20 El combustible vaporizado sale del enfriador y entra a un regulador. El regulador asegura que el combustible líquido nunca lo atravesará así como también mantiene un suministro de presión estable de combustible vaporizado al anillo inyector o bloque inyector. Un sensor de presión se utiliza para asegurar que el regulador está haciendo su trabajo y manteniendo la presión ajustada requerida.

25 El combustible vaporizado pasa ahora mediante la línea de vapor al anillo inyector o el bloque inyector. Este combustible presurizado se mide ahora dentro de la corriente de aire entrante como se dicta por el software. La cantidad de combustible inyectado se determina por una disposición de entradas de sensores que incluyen pero no se limitan al aumento del turbo, la posición del acelerador, la temperatura del gas de escape, la carga del motor, el sensor de oxígeno, el consumo de combustible instantáneo (mpg o galones por hora), las rpm del motor, etc.

30 El controlador tendrá la habilidad para interactuar con los conectores de enlace de datos en una variedad de la aplicación para proporcionar entradas valiosas al controlador tales como la velocidad del vehículo, las rpm del motor, la carga del motor, el consumo de combustible, la temperatura del refrigerante, la localización del vehículo y muchas otras. Esta información se puede usar por el controlador junto con los sensores del enfriador para determinar la temperatura del aire a alcanzar por el enfriador así como también la cantidad de combustible a inyectar para el ahorro de emisiones.

35 La unidad de visualización proporcionará al operador o conductor con información útil tal como la función del sistema, la temperatura del gas de escape, la información del código de fallo de parada, los intervalos de mantenimiento, el nivel de combustible suplementario en el tanque de almacenamiento, etc. La unidad de visualización es además el interruptor de encendido/apagado para el motor. Esto podría ser un sensor táctil de la pantalla de diodos emisores de luz (LED) (campanas y pitidos).

40 Un sensor de hidrocarburo se podría utilizar en aplicaciones marinas para determinar si y cuando el combustible se ha fugado y asentado dentro del casco de la embarcación marina.

45 El ciclo de regeneración típico para un filtro de partículas de diesel (DPF) debe aumentar la temperatura de los gases de escape lo bastante alta para quemar suficientemente las partículas atrapadas en el DPF. Esto se logra en muchas formas diferentes. La más común es utilizando los controles del motor. Cuando un motor de diesel se enriquece (más combustible menos oxígeno) aumentan las temperaturas de combustión y en última instancia la temperatura del gas de escape. Esto se puede lograr controlando electrónicamente las placas de aceleración en un motor de diesel y el sobreabastecimiento de combustible. Restringir la cantidad de aire e inyectar cantidades excesivas de combustible crea calor. Esto se puede lograr inyectando combustible tarde como para provocar la combustión en el escape. La combustión en el escape se puede lograr enganchando un freno del motor mientras se abastece de combustible. El objetivo principal es aplicar calor al DPF para quemar el hollín.

50 Una modalidad consiste en inyectar LPG o combustible suplementario antes de un catalizador aguas arriba para generar altas temperaturas de los gases de escape. Estos catalizadores aguas arriba se usan ahora con

combustible diesel para lograr este efecto. En caso de que el sistema se quede sin gas suplementario o LPG, el sistema volvería a usar combustible diesel para lograr el mismo resultado. Este sistema se monitorea por software OEM o software de postventa.

- 5 Otra modalidad utiliza un circuito de escape separado con un catalizador separado estrictamente para el uso de LPG o combustible suplementario. El LPG o combustible suplementario se inyecta en forma de líquido o vapor mediante un circuito de desvío. Este gas de escape súper caliente es el que se dirige al filtro de partículas para los ciclos de regeneración.
- 10 Otra modalidad utiliza un dispositivo de calentamiento completamente separado montado e incorporado con el filtro de partículas. Utilizando el escape de desvío este calentador puede activarse durante los ciclos de regeneración y los gases de escape del calentador se pueden dirigir a través de un catalizador adicional, si se requiere, para eliminar hidrocarburo o gases de monóxido de carbono generados a partir del proceso de quemar.
- 15 Todas las patentes y publicaciones mencionadas en esta especificación son indicativas de los niveles de los expertos en la materia a los cuales concierne la invención. Se debe entender que aunque se ilustra cierta forma de la invención, esta no se limita a la forma o disposición específica descrita y mostrada en la presente. Será evidente para los expertos en la materia que se pueden hacer varios cambios sin apartarse del alcance de la invención y la invención no se considera limitada a lo que se describe y muestra en la descripción.
- 20 Un experto en la técnica apreciará fácilmente que la presente invención se adapta bien a llevar a cabo los objetivos y obtener los fines y ventajas mencionados, así como también esos inherentes a la misma. Las modalidades, métodos, procedimientos y técnicas descritas en la presente son representativas actualmente de las modalidades preferidas, tienen la intención de ser ejemplares y no se pretenden como limitaciones en el alcance. Los cambios en los mismos y otros usos se les ocurrirán a los expertos en la técnica los cuales se engloban dentro del espíritu de la invención y se definen por el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Aunque la invención se describió en conexión con modalidades preferidas, se debe entender que la invención como se reivindica no se debe limitar indebidamente a tales modalidades específicas. Claramente, varias modificaciones de los modos descritos para llevar a cabo la invención que son obvios a aquellos expertos en la técnica en el campo relevante se pretende que estén dentro del
- 25
- 30 alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de inyección de combustible suplementario para motores de combustión interna que comprende:
- 5 un suministro de combustible primario;
 un dispositivo que suministra dicho combustible primario a un motor de combustión interna (18);
 un compresor de aire (14) que suministra aire a dicho motor de combustión interna (18);
 un monitor de presión (36) en un lado de la salida de aire de dicho compresor de aire (14), dicho monitor
 de presión (36) que monitorea la presión del aire que sale de dicho compresor de aire (14);
 un sensor de temperatura (38) en un escape de dicho motor de combustión interna (18), dicho sensor de
 10 temperatura (38) que mide la temperatura de dicho escape de dicho motor de combustión interna (18);
 un dispositivo que suministra combustible suplementario (100) a dicho aire antes que dicho aire entre a
 dicho motor de combustión interna (18); y
 un dispositivo de control (32) que controla el dispositivo que suministra combustible suplementario (100),
 dicho dispositivo de control (32) que incluye un microprocesador programable (50) conectado a dicho
 15 dispositivo que suministra combustible suplementario (100) para variar la cantidad de combustible
 suplementario según sea necesario, en base personalizada y preprogramada para dicho motor de
 combustión interna (18),
- caracterizado porque** dicho dispositivo que suministra combustible suplementario (100) a dicho aire incluye
 20 un intercambiador de calor (104), dicho intercambiador de calor (104) que tiene una primera entrada (110)
 que suministra combustible suplementario en forma de líquido a dicho intercambiador de calor (104), una
 primera salida (118) que elimina combustible suplementario en una forma gaseosa de dicho intercambiador
 de calor (104), una segunda entrada (114) que suministra dicho aire a dicho intercambiador de calor (104) y
 una segunda salida (115) que elimina dicho aire de dicho intercambiador de calor (104) a una temperatura
 25 más baja que la temperatura de dicho aire que entra a dicho intercambiador de calor (104), dicho aire que
 sale de dicho intercambiador de calor (104) entrando a dicho motor de combustión interna (18).
2. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 1 que incluye un inyector de
 combustible suplementario (156) posicionado aguas abajo de dicho aire que sale de dicho intercambiador de
 30 calor (104) y aguas arriba de dicho motor de combustión interna (18).
3. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 1 en donde dicho intercambiador
 de calor (104) se localiza aguas arriba de dicho compresor de aire (14).
- 35 4. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 1 en donde dicho intercambiador
 de calor (104) se localiza aguas abajo de dicho compresor de aire (14).
5. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 1 que incluye un módulo
 40 posicionado dentro del alcance de un operador de un vehículo, dicho módulo que se comunica con dicho
 microprocesador programable (50) para variar la cantidad de dicho combustible suplementario (100) en un
 modo, dicho modo que consiste esencialmente en un modo de encendido/apagado, un modo de ajuste
 manual, un modo de calibración automática y un modo de aprendizaje continuo.
- 45 6. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 5 que incluye un indicador
 adyacente a dicho operador, dicho indicador que indica un problema con el funcionamiento de dicho motor de
 combustión interna (18).
7. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 5 en donde dicho módulo indica
 50 varios parámetros de operación de dicho motor de combustión interna (18).
8. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 1 en donde el sistema de inyección
 de combustible suplementario se proporciona en forma de un kit que comprende:
- 55 un compresor de aire (14) que suministra aire a dicho motor de combustión interna (18);
 un monitor de presión (36) en un lado de la salida de aire de dicho compresor de aire (14), dicho monitor
 de presión (36) que monitorea la presión del aire que sale de dicho compresor de aire (14);
 un sensor de temperatura (38) en un escape de dicho motor de combustión interna (18), dicho sensor de
 temperatura (38) que mide la temperatura de dicho escape de dicho motor de combustión interna (18);
 un dispositivo que suministra combustible suplementario (100) a dicho aire antes que dicho aire entre a
 60 dicho motor de combustión interna (18); y
 un dispositivo de control (32) que controla el dispositivo que suministra combustible suplementario (100),
 dicho dispositivo de control (32) que incluye un microprocesador programable (50) conectado a dicho
 dispositivo que suministra combustible suplementario (100) para variar la cantidad de combustible

suplementario (100) según sea necesario, en base personalizada y preprogramada para dicho motor de combustión interna (18),

- 5 **caracterizado porque** dicho dispositivo que suministra combustible suplementario (100) a dicho aire incluye un intercambiador de calor (104), dicho intercambiador de calor (104) que tiene una primera entrada (110) que suministra combustible suplementario en forma de líquido a dicho intercambiador de calor (104), una primera salida (118) que elimina combustible suplementario en una forma gaseosa de dicho intercambiador de calor (104), una segunda entrada (114) que suministra dicho aire a dicho intercambiador de calor (104) y una segunda salida (115) que elimina dicho aire de dicho intercambiador de calor (104) a una temperatura más baja que la temperatura de dicho aire que entra a dicho intercambiador de calor (104), dicho aire que sale de dicho intercambiador de calor (104) entrando a dicho motor de combustión interna (18).
- 10
9. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 8 que incluye un inyector de combustible suplementario (156) posicionado aguas abajo de dicho aire que sale de dicho intercambiador de calor (104) y aguas arriba de dicho motor de combustión interna (18).
- 15
10. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 8 en donde dicho intercambiador de calor (104) se localiza aguas arriba de dicho compresor de aire (14).
- 20
11. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 8 en donde dicho intercambiador de calor (104) se localiza aguas abajo de dicho compresor de aire (14).
- 25
12. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 8 que incluye un módulo posicionado dentro del alcance de un operador de un vehículo, dicho módulo que se comunica con dicho microprocesador programable (50) para variar la cantidad de dicho combustible suplementario (100) en un modo, dicho modo que consiste esencialmente en un modo de encendido/apagado, un modo de ajuste manual, un modo de calibración automática y un modo de aprendizaje continuo.
- 30
13. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 12 que incluye un indicador adyacente a dicho operador, dicho indicador que indica un problema con el funcionamiento de dicho motor de combustión interna (18).
- 35
14. El sistema de inyección de combustible suplementario de la reivindicación 12 en donde dicho módulo indica varios parámetros de operación de dicho motor de combustión interna (18).

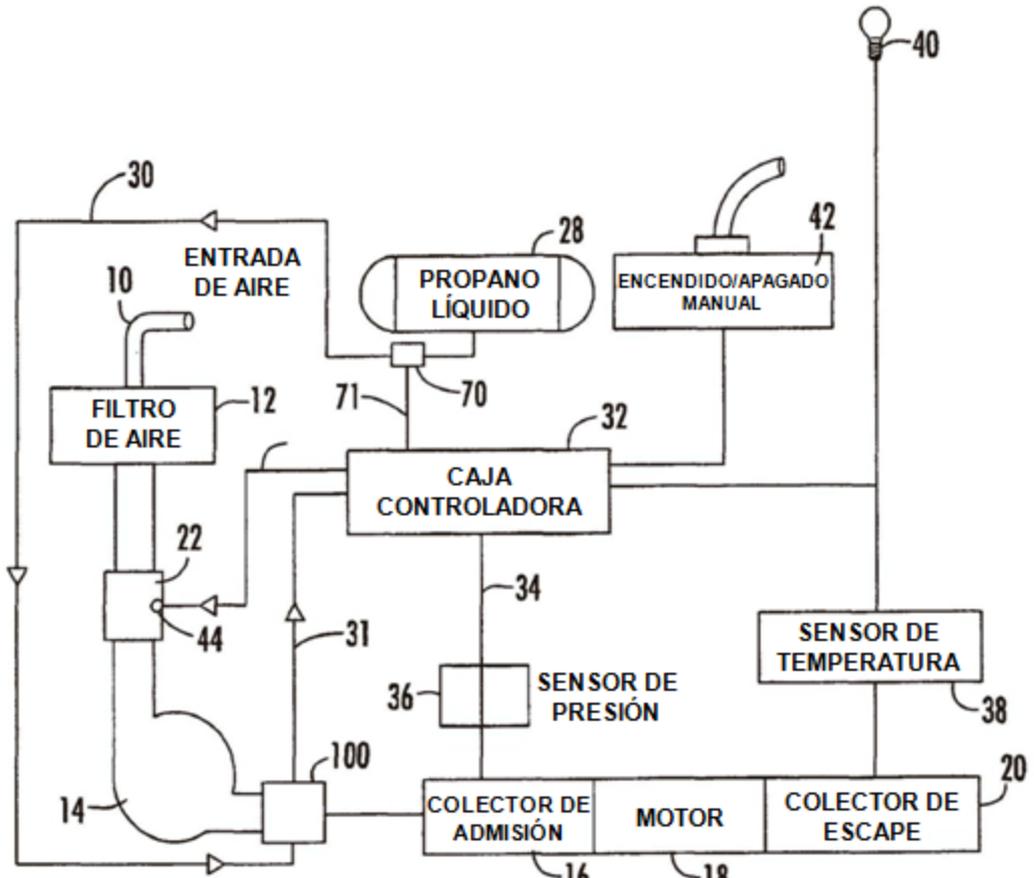


FIG. 1

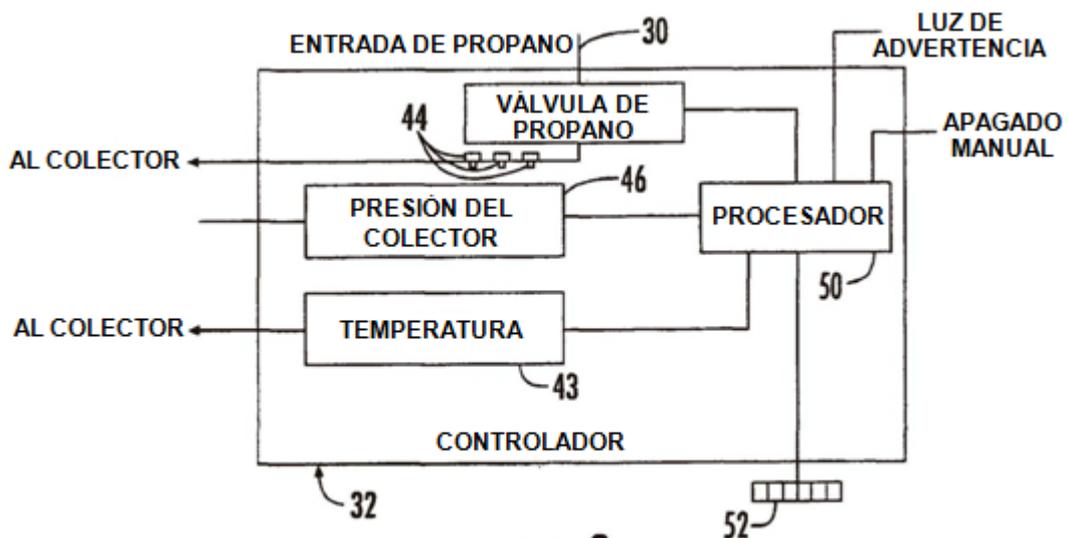


FIG. 2

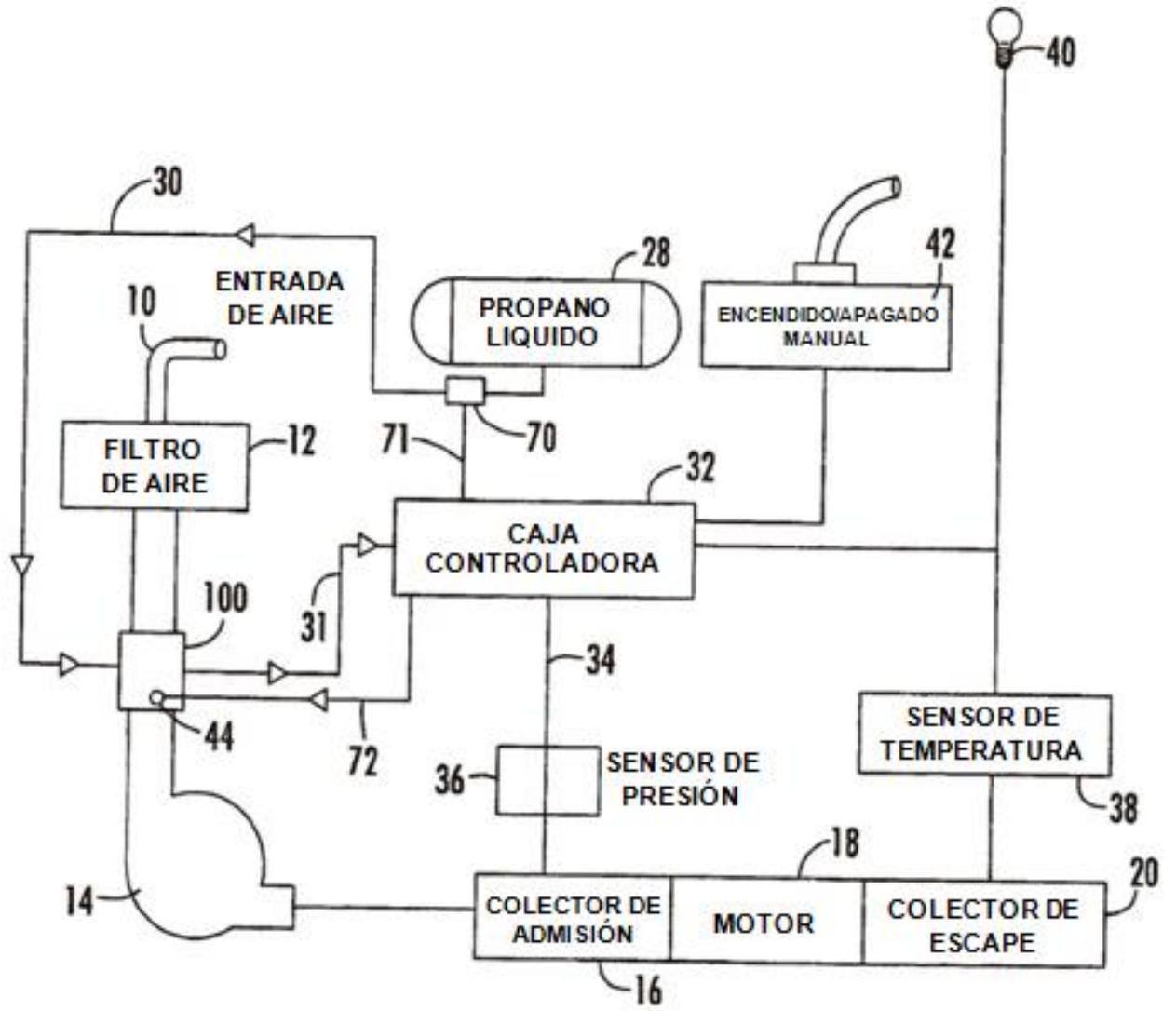
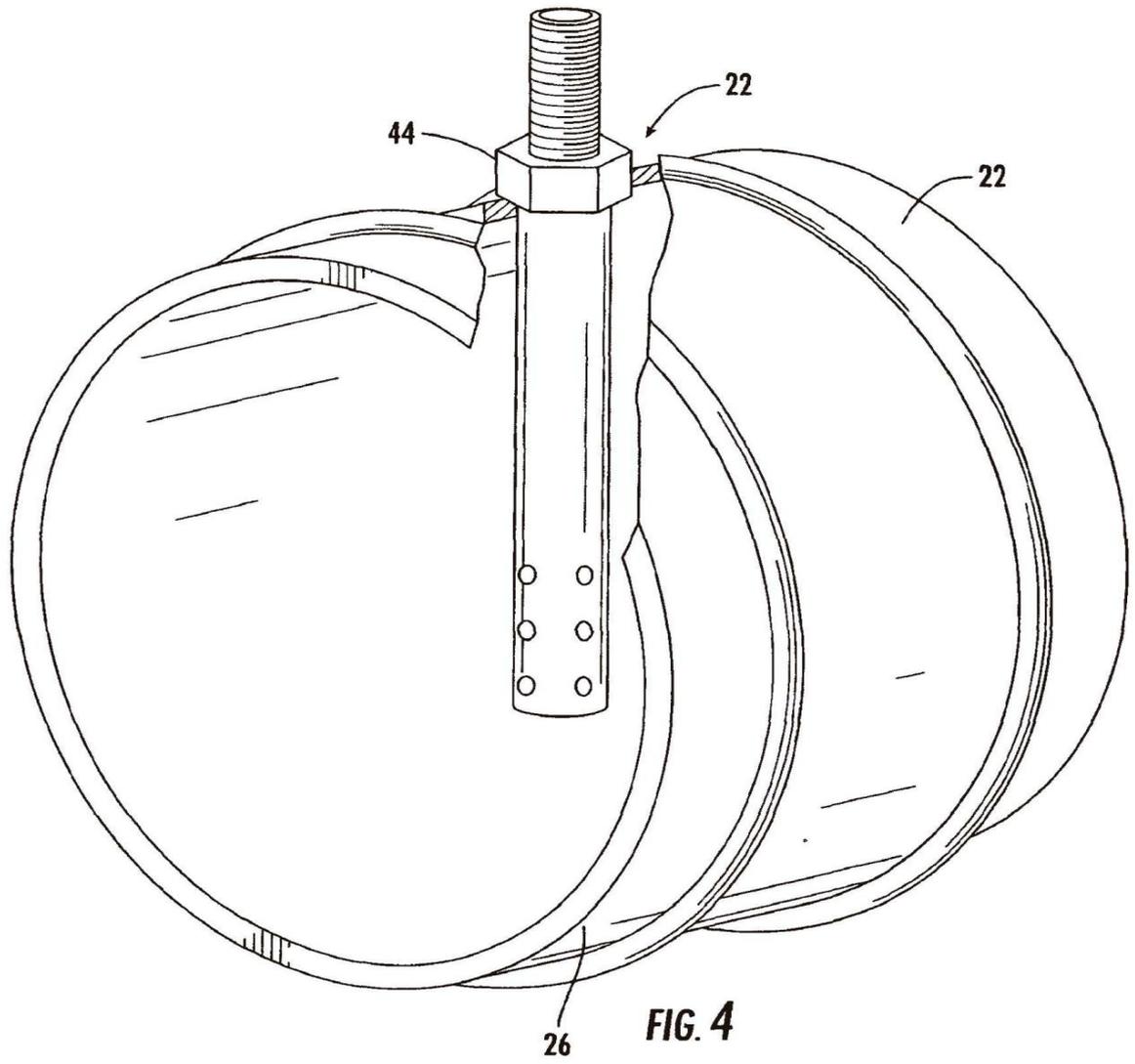


FIG. 3



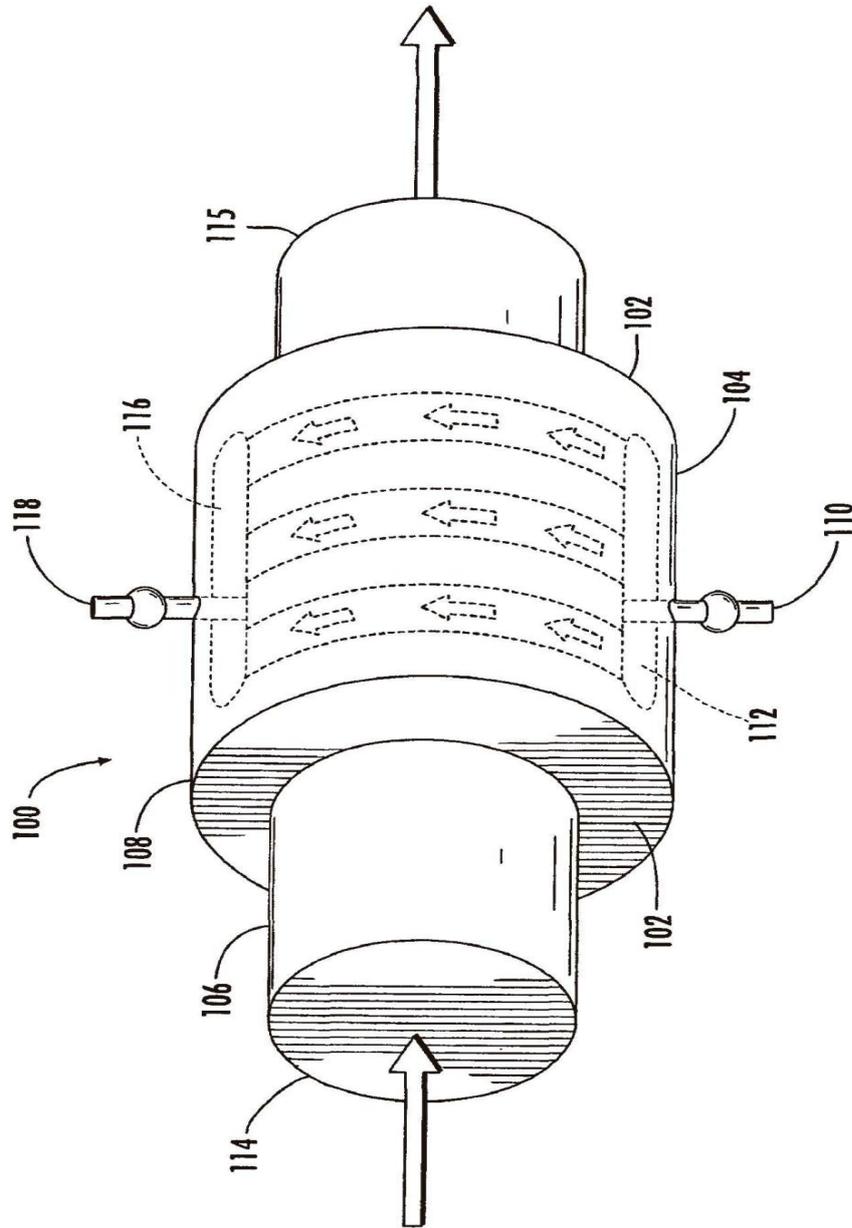


FIG. 5

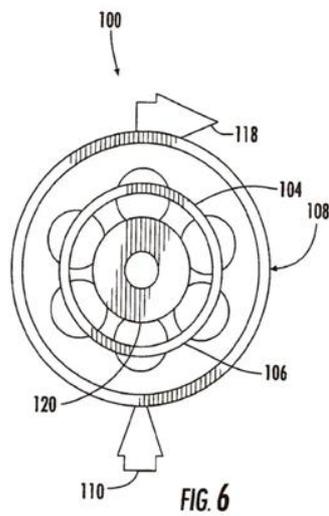


FIG. 6

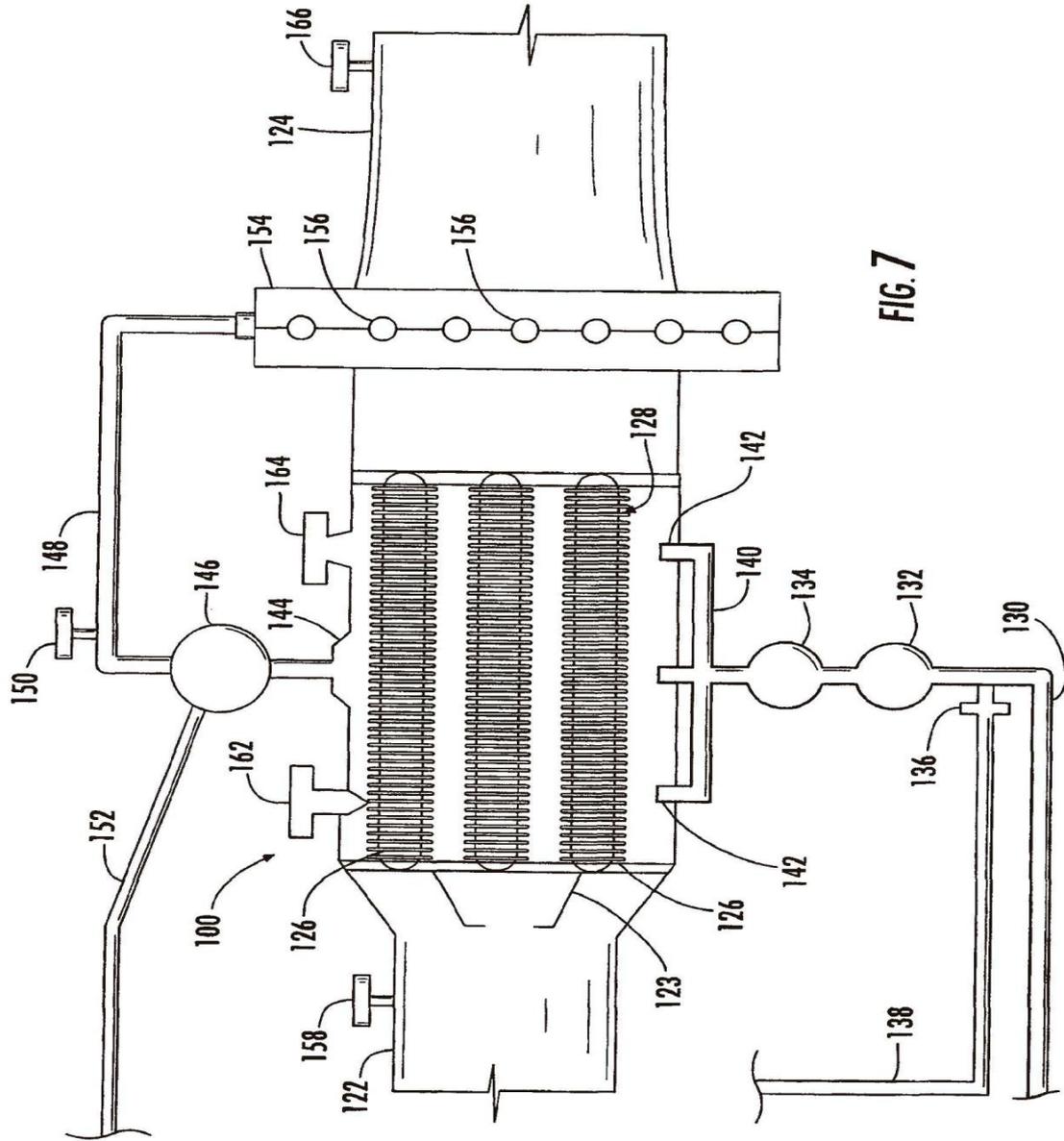


FIG. 7

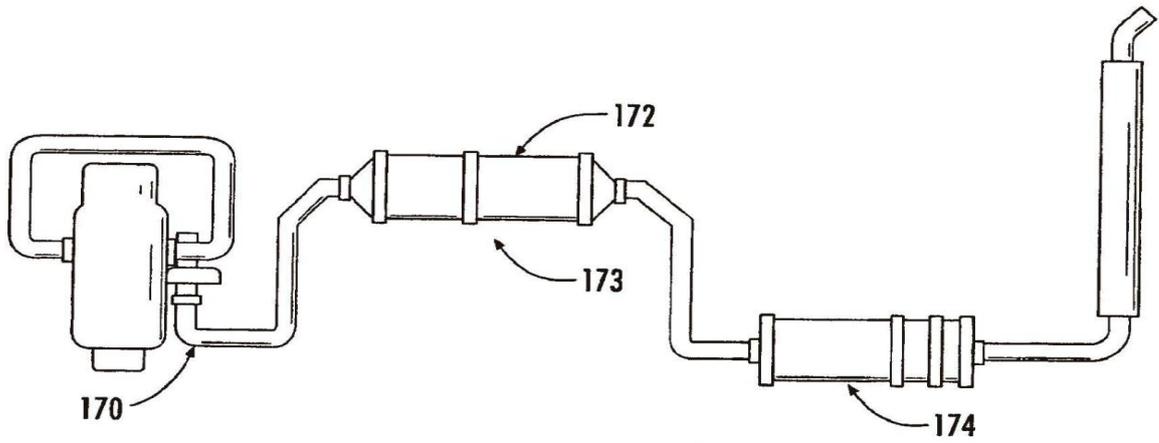


FIG. 8

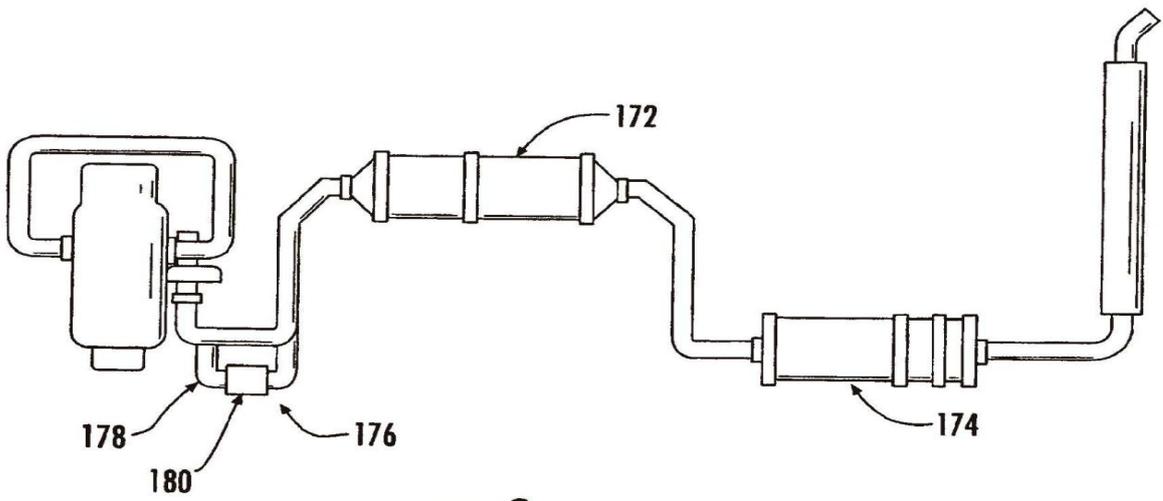


FIG. 9

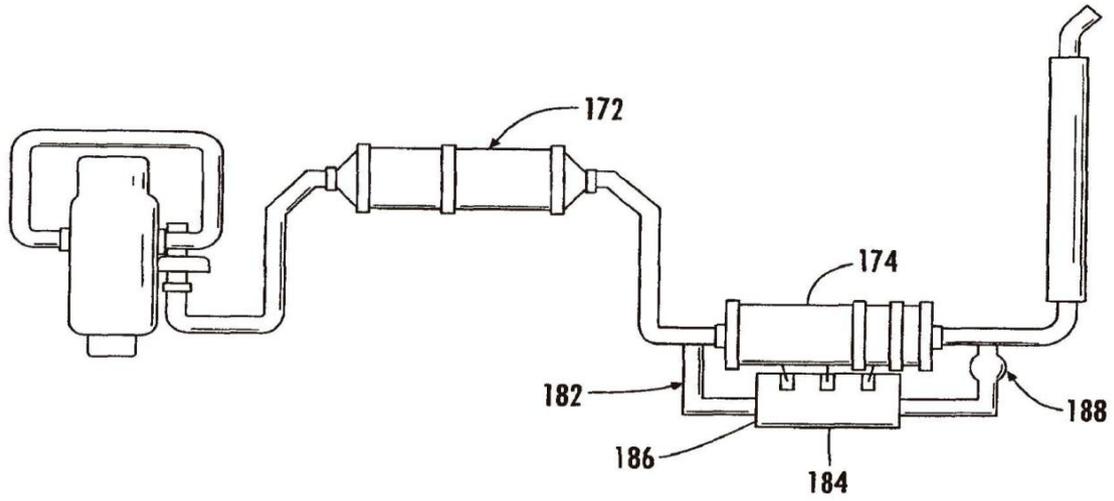


FIG. 10