

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 693 018**

51 Int. Cl.:

F01N 3/023 (2006.01)

F01N 3/025 (2006.01)

F01N 9/00 (2006.01)

F01N 11/00 (2006.01)

F02D 41/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.01.2015 PCT/EP2015/000149**

87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2015 WO15128053**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2015 E 15701475 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 3114332**

54 Título: **Procedimiento de regeneración de un filtro de partículas durante el funcionamiento de un motor de combustión interna.**

30 Prioridad:

25.02.2014 DE 102014203408

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

07.12.2018

73 Titular/es:

**MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH (100.0%)
Maybachplatz 1
88045 Friedrichshafen, DE**

72 Inventor/es:

MÜLLER, RALF

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 693 018 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

Procedimiento de regeneración de un filtro de partículas durante el funcionamiento de un motor de combustión interna.

5 La invención concierne a un procedimiento de regeneración de un filtro de partículas durante el funcionamiento de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, un aparato de control para un motor de combustión interna según la reivindicación 8, un motor de combustión interna según la reivindicación 9 y un vehículo automóvil según la reivindicación 11.

10 En los motores de combustión interna cuyo sistema de tratamiento posterior de gas de escape presenta un filtro de partículas, existe generalmente el problema de que éste se puede obstruir en presencia de una alta proporción de marcha en vacío o de carga débil del motor de combustión interna, ya que en estas zonas del funcionamiento el gas de escape del motor de combustión interna está demasiado frío para quemar el hollín acumulado en el filtro de partículas y regenerar éste. Por tanto, se registra típicamente al menos un parámetro de carga que es característico de una carga momentánea del filtro de partículas, realizándose recurrentemente una medida de regeneración activa en función del parámetro de carga. El término "medida de regeneración activa" alude a que se eleva activamente una temperatura, especialmente la temperatura del gas de escape, hasta un valor en el que se quema el hollín acumulado en el filtro de partículas y se regenera así este último. Esto tiene lugar activamente por cuanto que la regeneración no se efectúa precisamente por una temperatura de gas de escape incrementada de todos modos a consecuencia de un estado de funcionamiento correspondiente del motor de combustión interna, sino que la temperatura se eleva con otras medidas adecuadas independientemente del estado de funcionamiento del motor de combustión interna. La regeneración se realiza recurrentemente por cuanto que la carga del filtro de partículas aumenta nuevamente después de una regeneración realizada, con lo que se tiene que regenerar finalmente de nuevo el filtro de partículas. Por consiguiente, el al menos un parámetro de carga fluctúa también con la carga momentánea del filtro de partículas.

25 El documento WO 2012/094646 A1 describe un procedimiento de regeneración de un filtro de partículas. Se parte aquí de un estado real del filtro de partículas en un momento actual y se hace con ayuda de datos GPS una predicción para el futuro acerca de si se tiene que realizar una regeneración activa del filtro de partículas.

30 El documento US 2011/0088374 A1 describe también un procedimiento de regeneración de un filtro de partículas. En este caso se determina la posición geográfica de un vehículo con ayuda de datos telemétricos. Basándose en un trazado de trayecto planeado se determina entonces un momento para la regeneración del filtro de partículas en el que es de esperar como suma un consumo de carburante adicional muy pequeño para la regeneración.

35 Asimismo, el documento JP 2005 233156 A describe un procedimiento de regeneración de un filtro de partículas. Al igual que en los documentos anteriormente descritos, se retiene todavía una regeneración activa del filtro de partículas cuando este filtro se ha cargado ya con una cantidad establecida de partículas en la que dicho filtro tendría ciertamente que regenerarse de manera activa, pero resulta en base a datos telemétricos de un trazado de trayecto un estado de carga para el motor de combustión interna que conduce finalmente a que se inicie una regeneración pasiva del filtro de partículas.

40 En este modo de actuar es desventajoso el hecho de que cada posible medida de regeneración activa, además del funcionamiento normal, aumenta el consumo de combustión del motor de combustión interna. A esto se añade el que una medida de regeneración activa es superflua cuando se presenta verdaderamente o es de esperar en un tiempo muy próximo un estado de funcionamiento del motor de combustión interna en el que la temperatura del gas de escape es suficiente para regenerar también el filtro de partículas sin una medida de regeneración activa.

Por tanto, la invención se basa en el problema de crear un procedimiento en el que no se presenten los inconvenientes citados. Asimismo, la invención se basa en el problema de crear un aparato de control, un motor de combustión interna y un vehículo en los que no se presenten los inconvenientes citados.

45 El problema se resuelve creando un procedimiento con las características de la reivindicación 1. En este caso, se define una ventana de tiempo para una regeneración del filtro de partículas. Ésta indica preferiblemente, partiendo de un instante momentáneo, un intervalo de tiempo dentro del cual debe efectuarse una regeneración del filtro de partículas para garantizar un funcionamiento inalterado del motor de combustión interna. Se formula un pronóstico para un estado de funcionamiento a esperar dentro de la ventana de tiempo o una secuencia de estados de funcionamiento a esperar del motor de combustión interna. Se omite la medida de regeneración activa en un instante para el que ésta está verdaderamente indexada por el parámetro de carga cuando el pronóstico prediga dentro de la ventana de tiempo un estado de funcionamiento del motor de combustión interna en el que se efectúa una regeneración del filtro de partículas sin una medida de regeneración activa. Por consiguiente, se salta o se omite la medida de regeneración activa a realizar verdaderamente en este instante debido a que es de esperar por el pronóstico que el motor de combustión interna prediga dentro de una ventana de tiempo admisible para la regeneración del filtro de partículas un estado de funcionamiento en el que la temperatura del gas de escape es suficientemente alta para quemar el hollín acumulado en el filtro de partículas y regenerar así este último, sin que se

requiera la medida de regeneración activa. De esta manera, se evita una regeneración activa en sí innecesaria, lo que contribuye al ahorro de combustible.

En una forma de realización preferida del procedimiento la regeneración del filtro de partículas está indexada por el parámetro de carga cuando su valor sobrepasa un valor límite predeterminado. Es posible que se emplee más de un parámetro de carga en el marco del procedimiento. Preferiblemente, se emplea una pluralidad de parámetros de carga, estando indexada una regeneración del filtro de partículas en una forma de realización preferida de la invención cuando al menos uno de los parámetros de carga sobrepasa un valor límite predeterminado. Por tanto, los diferentes parámetros de carga se emplean preferiblemente como disparadores para la regeneración del filtro de partículas.

Después de una regeneración del filtro de partículas – sea mediante una medida de regeneración activa o bien en forma pasiva, es decir, en el marco del funcionamiento normal del motor de combustión interna a una temperatura de gas de escape elevada debido al estado de funcionamiento actual – se reajusta preferiblemente el parámetro de carga cuando éste no se determina en modo alguno sobre la base de un valor de medida o una señal de sensor que indique después de una regeneración efectuada que el filtro de partículas ya no está cargado o solo está cargado todavía en grado insignificante. Como alternativa o adicionalmente, es posible que se adapte, especialmente se aumente, después de la regeneración una condición de indexación, especialmente el valor límite predeterminado. Esto es razonable, por ejemplo, cuando se emplea como parámetros de carga una potencia de marcha total o un tiempo de funcionamiento total del motor de combustión interna, ajustándose el valor límite predeterminado después de la regeneración efectuada a un valor de potencia de marcha o un instante de funcionamiento inmediato siguiente en el que debe efectuarse una nueva regeneración. Una adaptación, especialmente un aumento, es razonable eventualmente también para una presión diferencial o una contrapresión en el filtro de partículas, ya que estas presiones aumentan en el transcurso del tiempo por efecto de la carga del filtro de partículas con ceniza que no puede ser retirada por la regeneración.

Se prefiere también una forma de realización del procedimiento que se caracteriza por que la medida de regeneración activa para regenerar el filtro de partículas se inicia cuando ésta está indexada por el parámetro de carga y cuando, además, el pronóstico dentro de la ventana de tiempo no predice un funcionamiento del motor de combustión interna en el que se efectúe una regeneración del filtro de partículas sin una medida de regeneración activa. Esto puede ocurrir de dos maneras: Por un lado, es posible que el pronóstico no emita un resultado fiable, con lo que no se puede predecir con seguridad el estado de funcionamiento del motor de combustión interna dentro de la ventana de tiempo. Por otro lado, es posible que el pronóstico prediga con seguridad – en el sentido de un mensaje negativo – que no se presentará dentro de la ventana de tiempo un estado de funcionamiento en el que se efectúe una regeneración del filtro de partículas incluso sin una medida de regeneración activa. En estos casos, se realiza preferiblemente la medida de regeneración activa para garantizar un funcionamiento sin fallos del motor de combustión interna. Esta ejecución tiene la ventaja de que el filtro de partículas se regenera en cualquier caso dentro de la ventana de tiempo cuando esto está indexado por el parámetro de carga, con independencia de si el pronóstico suministra un valor expresivo o si se alcanza un estado de funcionamiento del motor de combustión interna en el que es posible una regeneración pasiva por efecto de la temperatura elevada del gas de escape durante el funcionamiento normal del motor de combustión interna.

Como medida de regeneración activa se eleva preferiblemente la temperatura del gas de escape, ventajosamente mediante una estrangulación del aire de aspiración, mediante una influenciación adecuada de una tasa de retorno de gas de escape, mediante una regulación adecuada de un instante de inyección y/o una cantidad de inyección o mediante otras medidas adecuadas interiores al motor. Como alternativa, es posible iniciar una medida de regeneración activa por medio de un quemador adicional con el que se caliente el gas de escape dentro de una cámara de combustión del motor de combustión interna. Como alternativa o adicionalmente, es posible también como medida de regeneración activa una inyección de combustible ultratardía o secundaria en la que se produzca una combustión del combustible inyectado de esta manera en un catalizador de oxidación previsto que está preferiblemente aguas arriba del filtro de partículas. Como alternativa o adicionalmente, es posible también calentar eléctricamente el gas de escape para realizar la medida de regeneración activa. Estas medidas consisten en medidas eficientes fáciles de realizar para elevar la temperatura del gas de escape y, por tanto, para regenerar el filtro de partículas con independencia de un estado de funcionamiento momentáneo del motor de combustión interna.

Se prefiere también una forma de realización del procedimiento en la que se emplea como parámetro de carga un tiempo de marcha o una potencia de marcha del motor de combustión interna – preferiblemente en forma de una potencia por trayecto, un número de horas de funcionamiento o una potencia física acumulada cedida –, concretamente un tiempo de marcha total o una potencia de marcha total, o un tiempo de marcha o una potencia de marcha desde una última regeneración del filtro de partículas. En el último caso, se reajusta el parámetro de carga después de una regeneración efectuada – sea de forma activa o bien pasiva. Por el contrario, si se considera un tiempo de marcha total o una potencia de marcha total, se adapta preferiblemente, en particular se eleva, la condición de indexación o el valor límite después de efectuada la regeneración – sea en forma activa o pasiva. Como alternativa o adicionalmente, es posible que se empleen como parámetros de carga una contrapresión del gas de escape en el filtro de partículas, una presión diferencial actuante sobre el filtro de partículas y/o una carga de hollín del filtro de partículas. Es posible que la contrapresión del gas de escape o la presión diferencial después de

efectuada la regeneración – sea en forma activa o pasiva – indique el nuevo estado del filtro de partículas. No obstante, un aumento o adaptación de la condición de indexación o del valor límite puede ser pertinente y puede realizarse para tener en cuenta una incineración creciente del filtro de partículas. Mientras que una carga de hollín medida indica sin necesidad de más medidas el nuevo estado del filtro de partículas después de efectuada la regeneración, se reajusta un modelo de carga para calcular la carga de hollín preferiblemente después de cada regeneración – sea activa o pasiva – a fin de compensar desviaciones en el modelo.

La contrapresión del gas de escape en el filtro de partículas se registra preferiblemente por medio de un sensor de presión dispuesto aguas arriba del filtro de partículas. La carga de hollín se mide preferiblemente con un equipo de medida adecuado, especialmente con un sensor adecuado para ello que se basa en la técnica de medida por alta frecuencia, y/o se calcula con ayuda de un modelo de carga – por ejemplo, en función de una presión diferencial actuante sobre el filtro de partículas. Además o alternativa, se utiliza preferiblemente un modelo de carga que determina la carga del filtro de partículas con independencia de la presión diferencial o la contrapresión en base a al menos un parámetro de funcionamiento del motor de combustión interna, tal como, por ejemplo, un caudal másico de gas de escape, una temperatura del gas de escape, una emisión de hollín y/o una concentración de óxidos de nitrógeno. Esto es ventajoso especialmente por motivos de redundancia. Tales modelos de carga, tomados por separado, son conocidos, por lo que no se entra en más detalles sobre ellos. La presión diferencial actuante sobre el filtro de partículas es registrada preferiblemente por un sensor de presión diferencial o por dos sensores de presión, de los cuales el primero se dispone aguas arriba del filtro de partículas y el segundo aguas abajo del filtro de partículas.

Se prefiere también una forma de realización del procedimiento que se caracteriza por que se define la ventana de tiempo en la que se define una tasa de carga de hollín del filtro de partículas. Como ventana de tiempo se define el tiempo que transcurre aún hasta alcanzarse una carga de hollín crítica predeterminada a la tasa de carga de hollín definida. La tasa de carga de hollín se calcula preferiblemente registrando la carga de hollín del filtro de partículas en función del tiempo, con lo que se define también su evolución en función del tiempo. Por ejemplo, es posible que se derive la carga de hollín según el tiempo o que se calcule una diferencia de la carga de hollín a lo largo de un intervalo de tiempo predeterminado. En particular, es posible que se calcule la tasa de carga de hollín en base a un modelo de carga. Como alternativa, es posible también que se mida la tasa de carga de hollín con ayuda de un equipo de medida adecuado. Para el filtro de partículas se fija una carga de hollín crítica que no debe sobrepasarse para lograr un funcionamiento sin averías del motor de combustión interna. Especialmente partiendo de la carga de hollín momentánea preferiblemente calculada o registrada mientras tanto, la tasa de carga de hollín y la carga de hollín crítica predeterminada, es posible entonces sin dificultades calcular el tiempo que queda aún hasta que se alcance la carga de hollín crítica predeterminada. Se trata aquí entonces de la ventana de tiempo dentro de la cual – visto desde un instante momentáneo – se debe efectuar una regeneración del filtro de partículas para garantizar un funcionamiento inalterado del motor de combustión interna. La clase aquí descrita de cálculo de la ventana de tiempo constituye una ejecución al mismo tiempo sencilla y funcionalmente segura del procedimiento.

Se prefiere también una forma de realización del procedimiento que se caracteriza por que se formula el pronóstico determinando con ayuda de datos locales del motor de combustión interna una carga a esperar en el mismo dentro de la ventana de tiempo. Los datos locales se definen aquí preferiblemente mediante navegación asistida por satélite. Esta forma de realización del procedimiento es adecuada para motores de combustión interna que se emplean en equipos que se mueven a lo largo de curvas locales, es decir, especialmente para motores de combustión interna que se emplean en vehículos automóviles. En una forma de realización preferida del procedimiento se emplean como datos locales un lugar de emplazamiento momentáneo del motor de combustión interna, un trayecto de viaje del motor de combustión interna y una velocidad momentánea o medio del motor de combustión interna, con la que éste se mueve a lo largo del trayecto de viaje. Es posible así determinar un tiempo hasta alcanzar una sección del trayecto de viaje en la que se alcanzan una carga elevada del motor de combustión interna y, por tanto, una temperatura elevada del gas de escape que es suficiente para la regeneración del filtro de partículas durante el funcionamiento normal. Esta sección del trayecto de viaje puede consistir, por ejemplo, en una cuesta que exija una elevada carga al motor de combustión interna empleado como equipo de accionamiento del vehículo automóvil. La formulación del pronóstico con ayuda de datos locales hace posible una predicción muy exacta de la carga a esperar para el motor de combustión interna.

En una forma de realización del procedimiento es posible que se ingrese el trayecto de viaje al comienzo del funcionamiento, con lo que este trayecto es conocido de antemano. Como alternativa, es posible que se realice en el marco del procedimiento un pronóstico del trayecto de viaje, especialmente sobre la base del trayecto recorrido hasta ahora, con lo que casi se formula una predicción sobre el trayecto de viaje adicional. Esto es posible especialmente cuando el motor de combustión interna se mueve regularmente a lo largo de un mismo trayecto de viaje o al menos un trayecto de viaje muy semejante. En este caso, es posible también que se aprenda el trayecto de viaje del motor de combustión interna en el marco del procedimiento, especialmente por medio de un algoritmo de aprendizaje preparado adecuadamente para ello.

Según la invención, el procedimiento se caracteriza por que se formula el pronóstico registrando en función de un espacio de tiempo de registro al menos un parámetro de funcionamiento del motor de combustión interna que es característico de un estado de funcionamiento del mismo. Con ayuda de una evolución del parámetro de funcionamiento en el espacio de tiempo de registro se determina una carga a esperar en el motor de combustión

interna dentro de la ventana de tiempo. Por tanto, se fija un espacio de tiempo de registro a lo largo del cual se registra y evalúa un parámetro de funcionamiento del motor de combustión interna, formulándose sobre la base del desarrollo del parámetro de funcionamiento en el espacio de tiempo de registro una predicción sobre estados de funcionamiento futuros del motor de combustión interna dentro de la ventana de tiempo. De esta manera, se puede predecir también una carga a esperar en el motor de combustión interna dentro de la ventana de tiempo. La formulación del pronóstico con ayuda del al menos un parámetro de funcionamiento se puede realizar de manera especialmente sencilla, en particular por que típicamente se registran de todos modos parámetros de funcionamiento del motor de combustión interna y se evalúan éstos en el marco de diferentes procedimientos de funcionamiento. El procedimiento se puede realizar de manera especialmente sencilla y económica cuando se recurre a tales parámetros de funcionamiento y eventualmente a su evaluación.

El procedimiento se realiza de preferencia periódicamente y en particular de preferencia permanentemente. Partiendo de un instante momentáneo, la ventana de tiempo para la regeneración del filtro de partículas se extiende dentro del futuro, mientras que el espacio de tiempo de registros se extiende dentro del pasado. En principio, es posible que se emplee como espacio de tiempo de registro todo el espacio de tiempo existente entre una activación del motor de combustión interna y el instante momentáneo, con lo que este espacio de tiempo aumenta continuamente. Sin embargo, mientras que se puede aumentar así una fiabilidad del pronóstico, esto requiere un gasto en memoria relativamente alto. Es más barato que se fije el espacio de tiempo de registro, borrándose entonces continuamente los datos que son más viejos que el instante momentáneo menos el espacio de tiempo de registro, y escribiéndose continuamente nuevos datos sobre el al menos un parámetro de funcionamiento en la memoria empleada o configurada entonces como memoria de anillos.

El mensaje del pronóstico formulado en el marco del procedimiento es relevante sustancialmente en los instantes para los que está indexada una regeneración del filtro de partículas por el parámetro de carga. Por tanto, es económicamente pertinente realizar el procedimiento únicamente en intervalos de tiempo adecuadamente elegidos para ello alrededor de estos instantes, pudiendo ahorrarse en otros instantes el gasto en cálculo y memoria ligado con el procedimiento. No obstante, se prefiere alternativamente que se realice el procedimiento continuamente durante el funcionamiento del motor de combustión interna, aprovechándose el mensaje del pronóstico para una decisión sobre una medida de regeneración activa a realizar solamente cuando una regeneración del filtro de partículas esté indexada por el parámetro de carga.

Se prefiere también una forma de realización del procedimiento que se caracteriza por que se somete a un reconocimiento de patrones la evolución del al menos un parámetro de funcionamiento en el espacio de tiempo de registro. Este reconocimiento sirve especialmente para reconocer una secuencia recurrente de estados de funcionamiento del motor de combustión interna. Esto es ventajoso especialmente cuando el motor de combustión interna se hace funcionar en condiciones en las que se presentan estados de funcionamiento recurrentes, especialmente en forma de patrones periódicos. Esto es lo que ocurre, por ejemplo, cuando el motor de combustión interna se emplea para accionar un volquete en una mina, en donde el volquete baja regularmente descargado a la mina y sube nuevamente cargado desde ésta. Otro ejemplo es un tren accionado por el motor de combustión interna que se utiliza siempre sobre el mismo trayecto. La utilización de una locomotora de maniobras o de un vehículo acuático, especialmente un trasbordador en servicio de transporte, puede presentar también tales patrones reproducibles. Finalmente, patrones reproducibles en el funcionamiento del motor de combustión interna puede presentarse también en el caso de aplicaciones estacionarias, por ejemplo durante el funcionamiento del motor de combustión interna para la generación de corriente eléctrica, especialmente para la cobertura de cargas punta. En general, es posible siempre este reconocimiento de patrones durante un funcionamiento uniforme tipificado del motor de combustión interna. Un espacio de tiempo de registro pertinente para el reconocimiento de patrones depende aquí de la utilización concreta del motor de combustión interna. Por tanto, en el marco del procedimiento se formula preferiblemente una predicción a lo largo de un espacio de tiempo de registro pertinente, especialmente se aprende el espacio de tiempo de registro preferiblemente en el marco del procedimiento, de preferencia por medio de un algoritmo de aprendizaje adecuadamente preparado para ello. Como alternativa, es posible también prefijar el espacio de tiempo de registro sobre la base de un empleo previsto del motor de combustión interna. Espacios de tiempo de registro pertinentes pueden ser de al menos 0,5 horas a como máximo 1 hora, por ejemplo en caso de que se utilice el motor de combustión interna en un tren regional. Cuando se utiliza el motor de combustión interna en un tren de largo recorrido, el espacio de tiempo de registro puede ser mucho más largo, mientras que, si se utiliza el motor de combustión interna en una locomotora de maniobras, dicho espacio de tiempo puede ser netamente más corto. Es decisiva aquí la periodicidad de los patrones recurrentes durante el funcionamiento del motor de combustión interna. En cualquier caso, con ayuda del reconocimiento de patrones es posible un pronóstico muy exacto de estados de funcionamiento futuros del motor de combustión interna, especialmente durante su funcionamiento uniforme tipificado.

Se prefiere una forma de realización del procedimiento que se caracteriza por que se registran como parámetros de funcionamiento un número de revoluciones, una carga, una cantidad de inyección de combustible, una temperatura del gas de escape, un caudal másico del gas de escape, un caudal volumétrico del gas de escape, un valor de medida de una sonda lambda, llamado abreviadamente también valor lambda, una concentración de óxidos de nitrógeno en el gas de escape, una concentración de dióxido de nitrógeno en el gas de escape, una relación de una concentración de dióxido de nitrógeno a una concentración total de óxidos de nitrógeno en el gas de escape, una concentración de oxígeno en el gas de escape, una concentración de partículas en el gas de escape, una presión

- diferencial actuante sobre el filtro de partículas y/o una contrapresión del gas de escape – especialmente en el filtro de partículas o en un catalizador. En una forma de realización preferida del procedimiento se aprovechan como parámetros de funcionamiento al menos dos de los parámetros citados, preferiblemente una combinación de una pluralidad de los parámetros citados. Los parámetros citados son característicos de un estado de funcionamiento del motor de combustión interna y, por tanto, son adecuados para reconocer patrones en una secuencia de estados de funcionamiento y formular a partir de ellos una predicción sobre estados de funcionamiento que pueden esperarse en el futuro. Los parámetros citados se pueden medir en el marco del procedimiento con ayuda de sensores adecuados o bien – especialmente sobre la base de modelos adecuados – se pueden calcular estos parámetros.
- El problema se resuelve también creando un aparato de control con las características de la reivindicación 8. Éste se caracteriza por que está preparado para realizar un procedimiento según cualquiera de las formas de realización anteriormente descritas. Resultan con respecto al aparato de control las ventajas que ya se han explicado en relación con el procedimiento.
- Es posible que el aparato de control sea un aparato para realizar el procedimiento en el que éste esté implementado físicamente en su estructura de componentes electrónicos y, por tanto, en su hardware. Como alternativa, es posible que esté cargado en el aparato de control un producto de programa informático que presente instrucciones en base a las cuales se realiza un procedimiento según cualquiera de las formas de realización anteriormente descritas cuando se ejecute el producto de programa informático en el aparato de control.
- Preferiblemente, el aparato de control está configurado como un aparato de control de un motor de combustión interna (Engine Control Unit – ECU). Como alternativa, es posible que el aparato de control esté concebido como un aparato de control separado para realizar el procedimiento. Este aparato está entonces operativamente unido de preferencia con el aparato de control de un motor de combustión interna para intercambiar con éste los datos necesarios en el marco del procedimiento.
- El problema se resuelve también creando un motor de combustión interna con las características de la reivindicación 9. Éste se caracteriza por un aparato de control según cualquiera de los ejemplos de realización anteriormente descritos. En relación con el motor de combustión interna se materializan así también las ventajas que ya se han descrito en relación con el procedimiento.
- El motor de combustión interna presenta un sistema de tratamiento posterior de gases de escape con un filtro de partículas. Éste se regenera en el marco del procedimiento. Preferiblemente, el motor de combustión interna presenta un catalizador de oxidación en el sistema de tratamiento posterior de gases de escape situado aguas arriba del filtro de partículas. Además, el motor de combustión interna presenta al menos un equipo que está preparado para realizar una medida de regeneración activa por elevación de una temperatura del gas de escape, por ejemplo mediante medidas internas al motor, mediante una inyección de combustible secundaria aguas arriba de un catalizador de oxidación, un quemador separado o un equipo de calentamiento eléctrico para aumentar la temperatura del gas de escape. Todas estas medidas pueden realizarse con un aparato de control separado o integrado en el aparato de control del motor (ECU).
- En un ejemplo de realización preferido el motor de combustión interna está preparado para accionar un vehículo automóvil, especialmente un automóvil de turismo, un vehículo industrial, un volquete, un vehículo ferroviario o un vehículo acuático, especialmente un trasbordador, o bien está concebido como un motor de combustión interna estacionario, por ejemplo para accionar un generador de producción de electricidad.
- El motor de combustión interna está configurado preferiblemente como un motor de pistones alternativos. En un ejemplo de realización preferido el motor de combustión interna sirve para accionar especialmente vehículos terrestres o acuáticos pesados, por ejemplo vehículos de minas, trenes, en los que el motor de combustión interna se utiliza en una locomotora o un coche automotor, o bien barcos. Es posible también una utilización del motor de combustión interna para accionar un vehículo que sirva para la defensa nacional, por ejemplo un blindado. Un ejemplo de realización del motor de combustión interna se utiliza preferiblemente también en forma estacionaria, por ejemplo para el suministro estacionario de energía en servicio de corriente de emergencia, servicio de carga permanente o servicio de carga punta, accionando el motor de combustión interna en este caso preferiblemente un generador. Es posible también un uso estacionario del motor de combustión interna para accionar grupos auxiliares, por ejemplo bombas de extinción de incendios en islas de perforación. Asimismo, es posible un uso del motor de combustión interna en el sector del transporte de materias primas fósiles y especialmente combustibles fósiles, por ejemplo petróleo y/o gas. Es posible también un uso del motor de combustión interna en el sector industrial o en el sector de la construcción, por ejemplo en una máquina de construcción o de obra, por ejemplo una grúa o una excavadora. El motor de combustión interna está construido preferiblemente como un motor diésel o como un motor de gasolina.
- Por último, el problema se resuelve creando un vehículo automóvil con las características de la reivindicación 11. Éste se caracteriza por un motor de combustión interna según cualquiera de los ejemplos de realización anteriormente descritos. Por tanto, en relación con el vehículo automóvil se materializan las ventajas que ya se han explicado en relación con el procedimiento.

Un ejemplo de realización preferido del vehículo automóvil está concebido como automóvil de turismo, vehículo industrial, volquete, vehículo ferroviario o vehículo acuático, especialmente trasbordador.

En lo que sigue se explica la invención con más detalle ayudándose del dibujo. Muestran en éste:

La figura 1, una representación esquemática de un ejemplo de realización de un vehículo automóvil y

5 La figura 2, una representación esquemática de una forma de realización del procedimiento a la manera de un diagrama de flujo.

La figura 1 muestra una representación esquemática de un ejemplo de realización de un vehículo automóvil 1 que presenta un motor de combustión interna 3 con un sistema de tratamiento posterior de gas de escape 5. El sistema de tratamiento posterior de gas de escape 5 presenta un filtro de partículas 7 y opcionalmente aguas arriba del mismo – visto a lo largo de la dirección de circulación del gas de escape en el sistema de tratamiento posterior de gas de escape 5 desde una zona de cámara de combustión 8 del motor de combustión interna 3 hasta un equipo de expulsión de gas de escape 9 – un catalizador de oxidación 11. Es posible que el sistema de tratamiento posterior de gas de escape 5 presente otros elementos no representados en la figura 1 o que se prescindiera de un catalizador de oxidación 11.

15 El vehículo automóvil 1 presenta un aparato de control 13 que está preparado para poner en práctica una forma de realización del procedimiento según la invención. Preferiblemente, el aparato de control 13 está concebido como un aparato de control para el motor de combustión interna 3 y está unido operativamente con éste de una manera correspondiente.

20 Inmediatamente aguas arriba del filtro de partículas 7 está dispuesto aquí un sensor de presión 15 mediante el cual se puede registrar una contrapresión de gas de escape aguas arriba del filtro de partículas 7. Es posible también que el sensor de presión 15 esté concebido como un sensor de presión diferencial con el que se pueda registrar una presión diferencial actuante sobre el filtro de partículas 7. El sensor de presión 15 está unido operativamente con el aparato de control 13, con lo que la contrapresión de gas de escape o la presión diferencial registrada por él está disponible en el aparato de control 13 para su uso como parámetro de carga en el marco del procedimiento. Es especialmente ventajoso que el aparato de control 13 esté preparado para calcular con ayuda de un modelo de carga una carga de hollín del filtro de partículas 7 a partir del valor de medida transmitido por el sensor de presión 15.

30 Además, en el ejemplo de realización representado en la figura 1 está dispuesto de preferencia inmediatamente aguas debajo de la zona de cámara de combustión 8, aquí preferiblemente aguas arriba del catalizador de oxidación 11, en el sistema de tratamiento posterior de gas de escape 5, un sensor de óxidos de nitrógeno 17 mediante el cual se puede registrar la concentración de óxidos de nitrógeno en el gas de escape. El sensor de óxidos de nitrógeno 17 está unido operativamente con el aparato de control 13, con lo que sus valores de medida están disponibles en el aparato de control 13 para que se empleen como parámetros de funcionamiento en el marco del procedimiento.

35 El motor de combustión interna 3 está preparado preferiblemente para accionar el vehículo automóvil 1. Éste está construido preferiblemente como un automóvil de turismo, un vehículo industrial, un volquete, un vehículo ferroviario o un vehículo acuático, especialmente un trasbordador.

40 La figura 2 muestra una representación esquemática de una forma de realización del procedimiento a la manera de un diagrama de flujo. En la forma de realización aquí representada se registran un primer parámetro de carga 19, un segundo parámetro de carga 21 y un tercer parámetro de carga 23. Preferiblemente, el primer parámetro de carga es el tiempo de marcha o la potencia de marcha de un motor de combustión interna, por ejemplo del motor de combustión interna 3 según la figura 1, en particular un tiempo de marcha total o una potencia de marcha total, o bien un tiempo de marcha o una potencia de marcha que se ha medido desde una última regeneración de un filtro de partículas, por ejemplo el filtro de partículas 7 según la figura 1. El segundo parámetro de carga 21 es preferiblemente una contrapresión de gas de escape o una presión diferencial en el filtro de partículas, especialmente una contrapresión de gas de escape registrada por el sensor de presión 15 según la figura 1 aguas abajo del filtro de partículas 7 o una presión diferencial actuante sobre el filtro de partículas 7. El tercer parámetro de carga 23 es preferiblemente una carga de hollín medida o calculada del filtro de partículas, especialmente una carga de hollín calculada con ayuda de un modelo de carga a partir de un valor de medida del sensor de presión 15 y/o un parámetro de funcionamiento del motor de combustión interna 3.

50 Los tres parámetros de carga 19, 21, 23 están vinculados uno con otro en el sentido de disparadores o iniciadores, comprobándose en un paso de consulta 25 si se ha sobrepasado por al menos uno de los parámetros de carga 19, 21, 23 un valor límite predeterminado para este parámetro de carga. Por consiguiente, dispara siempre una regeneración del filtro de partículas el parámetro de carga 19, 21, 23 que es el primero en sobrepasar el valor límite predeterminado para él. Esta clase de evaluación de diferentes parámetros de carga aumenta la seguridad de funcionamiento del motor de combustión interna.

En procedimientos convencionales se realiza siempre una regeneración del filtro de partículas iniciando una medida de regeneración activa cuando se verifica en el paso de consulta 25 que uno de los parámetros de carga 19, 21, 23

sobrepasa el valor límite predeterminado para él. No se realiza una regeneración activa del filtro de partículas cuando ninguno de los parámetros de carga 19, 21, 23 sobrepasa el valor límite prefijado para él.

5 En el procedimiento aquí propuesto no se realiza tampoco en un paso 27 una regeneración activa del filtro de partículas cuando se verifica en el paso de consulta 25 que ninguno de los parámetros de carga 19, 21, 23 sobrepasa el valor límite prefijado para él. Esto se ha insinuado aquí esquemáticamente por medio de una ramificación indicada con un signo menos.

10 Sin embargo, en contraste con un procedimiento convencional de regeneración de un filtro de partículas no se inicia aquí forzosamente una medida de regeneración activa en un caso en el que el valor de al menos uno de los parámetros de carga 19, 21, 23 sobrepasa el valor límite prefijado para él. Por el contrario, el procedimiento llega aquí a un paso de consulta 29, lo que se pone claramente de manifiesto por medio de una ramificación identificada con un signo más, en el que se comprueba una condición adicional. Esta condición adicional para una medida de regeneración activa a realizar es que dentro de una ventana de tiempo admisible para una regeneración del filtro de partículas no pueda predecirse un funcionamiento del motor de combustión interna en el que se efectúe una regeneración del filtro de partículas sin una medida de regeneración activa.

15 Para comprobar esta condición se procede de la manera siguiente: Se define una tasa de carga de hollín 31 del filtro de partículas que se calcula preferiblemente con ayuda de un modelo de carga o que se mide directamente. Por ejemplo, es posible definir la tasa de carga de hollín 31 con ayuda de un valor de medida del sensor de presión 15 según la figura 1. Asimismo, se predetermina una carga de hollín crítica 33 al alcanzarse la cual se debe regenerar el filtro de partículas para garantizar un funcionamiento sin averías del motor de combustión interna. A partir de la
20 tasa de carga de hollín 31 y la carga de hollín crítica 33 se calcula – eventualmente agregando una carga de hollín momentánea del filtro de partículas – una ventana de tiempo 35 dentro de la cual se debe efectuar una regeneración del filtro de partículas.

Además, se formula un pronóstico 37 mediante el cual se pueden predecir estados de funcionamiento futuros del motor de combustión interna 3.

25 En un paso de de consulta 39 se comprueba si se puede predecir sobre la base del pronóstico 37 dentro de la ventana de tiempo 35 un estado de funcionamiento del motor de combustión interna en el que se efectúa una regeneración del filtro de partículas incluso sin una medida de regeneración activa, especialmente por que una temperatura del gas de escape del motor de combustión interna es suficientemente alta sin más medidas para regenerar el filtro de partículas 7.

30 El pronóstico 37 se formula preferiblemente con ayuda de datos locales, especialmente mediante navegación asistida por satélite, o con ayuda de un reconocimiento de patrones en base a parámetros de funcionamiento del motor de combustión interna registrados en un espacio de tiempo de registro. De esta manera, se determina un estado de funcionamiento a esperar en el motor de combustión interna.

35 Si se verifica en el paso de consulta 39 que no puede predecirse un estado de funcionamiento correspondiente para la ventana de tiempo 35, bien por que el pronóstico 37 no suministra ningún resultado o no suministra ningún resultado fiable, o bien por que el pronóstico 37 devuelve un mensaje negativo, concretamente que no se predice ningún estado de funcionamiento de esta clase, el procedimiento continúa en una ramificación que está identificada aquí esquemáticamente por un signo menos. Si se verifica entonces en el paso de consulta 29 que, por un lado, al menos uno de los parámetros de carga 19, 21, 23 sobrepasa el valor límite prefijado para él y que, por otro lado, no se puede predecir un estado de funcionamiento en el que se efectúe una regeneración del filtro de partículas sin
40 medidas de regeneración activa, se inicia en un paso 41 una medida de regeneración activa.

45 Por el contrario, si se verifica en el paso de consulta 39 que se puede esperar dentro de la ventana de tiempo 35 un estado de funcionamiento en el que se efectúa una regeneración del filtro de partículas 7 incluso sin una medida de regeneración activa, el procedimiento se continúa en una ramificación que está identificada aquí esquemáticamente con un signo más. En este caso, no se realiza en el paso 27 ninguna medida de regeneración activa, especialmente no se realiza o se salta una medida de regeneración activa verdaderamente vencida, aun cuando ésta estaría verdaderamente indexada por al menos uno de los parámetros de carga 19, 21, 23.

50 Preferiblemente, se comprueba seguidamente todavía en un paso de consulta adicional 43 si el estado de funcionamiento pronosticado ha entrado realmente dentro de la ventana de tiempo 35 y, por tanto, ha tenido lugar una regeneración del filtro de partículas 7. Si no ocurre esto, se continúa el procedimiento en el paso 41, en el que se inicia una medida de regeneración activa para garantizar un funcionamiento inalterado del motor de combustión interna 3. En caso contrario, se suprime – como antes se ha descrito – la medida de regeneración activa. De esta manera, se intercepta un pronóstico 37 afectado de error en el marco del procedimiento.

55 En conjunto, se demuestra así que se puede ahorrar combustible para un motor de combustión interna con ayuda del procedimiento, ya que se evitan medidas de generación activa innecesarias.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento de regeneración de un filtro de partículas (7) durante el funcionamiento de un motor de combustión interna (3), que comprende los pasos siguientes:
- 5 - registrar al menos un parámetro de carga (19, 21, 23) que es característico de una carga momentánea del filtro de partículas (7), pudiendo realizarse recurrentemente una medida de regeneración activa en función del parámetro de carga (19, 21, 23);
- definir una ventana de tiempo (35) para una regeneración del filtro de partículas (7);
- formular un pronóstico (37) para un estado de funcionamiento del motor de combustión interna (3) a esperar dentro de la ventana de tiempo (35),
- 10 - saltándose la medida de regeneración activa en un instante para el que ésta está indexada por el parámetro de carga (19, 21, 23) cuando el pronóstico (37) dentro de la ventana de tiempo (35) predice un estado de funcionamiento del motor de combustión interna (3) en el que se efectúa una regeneración del filtro de partículas (7) sin una medida de regeneración activa,
- 15 - **caracterizado** por que se formula el pronóstico (37) registrando a lo largo de un espacio de tiempo de registro al menos un parámetro de funcionamiento del motor de combustión interna (3) que es característico de un estado de funcionamiento del mismo, determinándose con ayuda de una evolución del parámetro de funcionamiento en el espacio de tiempo de registro una carga a esperar en el motor de combustión interna (3) dentro de la ventana de tiempo (35).
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por que se inicia la medida de regeneración activa para regenerar el filtro de partículas (7) cuando ésta está indexada por el parámetro de carga (19, 21, 23), en cuyo caso el pronóstico (37) dentro de la ventana de tiempo (35) no predice un estado de funcionamiento del motor de combustión interna (3) en el que se efectúe una regeneración del filtro de partículas (7) sin una medida de regeneración activa.
- 20 3. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se registran como parámetros de carga (19, 23, 23) un tiempo de marcha o una potencia de marcha del motor de combustión interna, una contrapresión del gas de escape en el filtro de partículas, una presión diferencial sobre el filtro de partículas y/o una carga de hollín del filtro de partículas.
4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se define la ventana de tiempo (35) definiendo una tasa de carga de hollín (31) del filtro de partículas (7), definiéndose como ventana de tiempo (35) el tiempo que transcurre aún hasta alcanzar una carga de hollín crítica predeterminada (33) a la tasa de carga de hollín definida (31).
- 30 5. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se formula el pronóstico (37) determinando con ayuda de datos locales del motor de combustión interna (3), especialmente mediante navegación asistida por satélite, una carga a esperar en el motor de combustión interna (3) dentro de la ventana de tiempo (35).
- 35 6. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se somete a un reconocimiento de patrones la evolución del parámetro de funcionamiento en el espacio de tiempo de registro.
7. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** por que se registran como parámetros de funcionamiento un número de revoluciones, una carga, una cantidad de inyección de combustible,
- 40 una temperatura del gas de escape, un caudal másico del gas de escape, un caudal volumétrico del gas de escape, un valor de medida de una sonda lambda, una concentración de óxidos de nitrógeno en el gas de escape, una concentración de dióxido de nitrógeno en el gas de escape, una relación de una concentración de dióxido de nitrógeno a una concentración total de dióxidos de nitrógeno en el gas de escape, una concentración de oxígeno en el gas de escape, una concentración de partículas en el gas de escape, una contrapresión del gas de escape aguas
- 45 arriba del filtro de partículas (7) y/o una presión diferencial actuante sobre el filtro de partículas (7).
8. Aparato de control (13) preparado para realizar un procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.
9. Motor de combustión interna (3), **caracterizado** por un aparato de control según la reivindicación 8.
10. Motor de combustión interna según la reivindicación 9, **caracterizado** por que el motor de combustión interna (3) está preparado para accionar un vehículo automóvil (1) o para actuar como un motor de combustión interna estacionario (3).
- 50 11. Vehículo automóvil (1), **caracterizado** por un motor de combustión interna según cualquiera de las reivindicaciones 9 y 10.

12. Vehículo automóvil (1) según la reivindicación 11, **caracterizado** por que el vehículo automóvil es un automóvil de turismo, un vehículo industrial, un volquete, un vehículo ferroviario o un vehículo acuático.

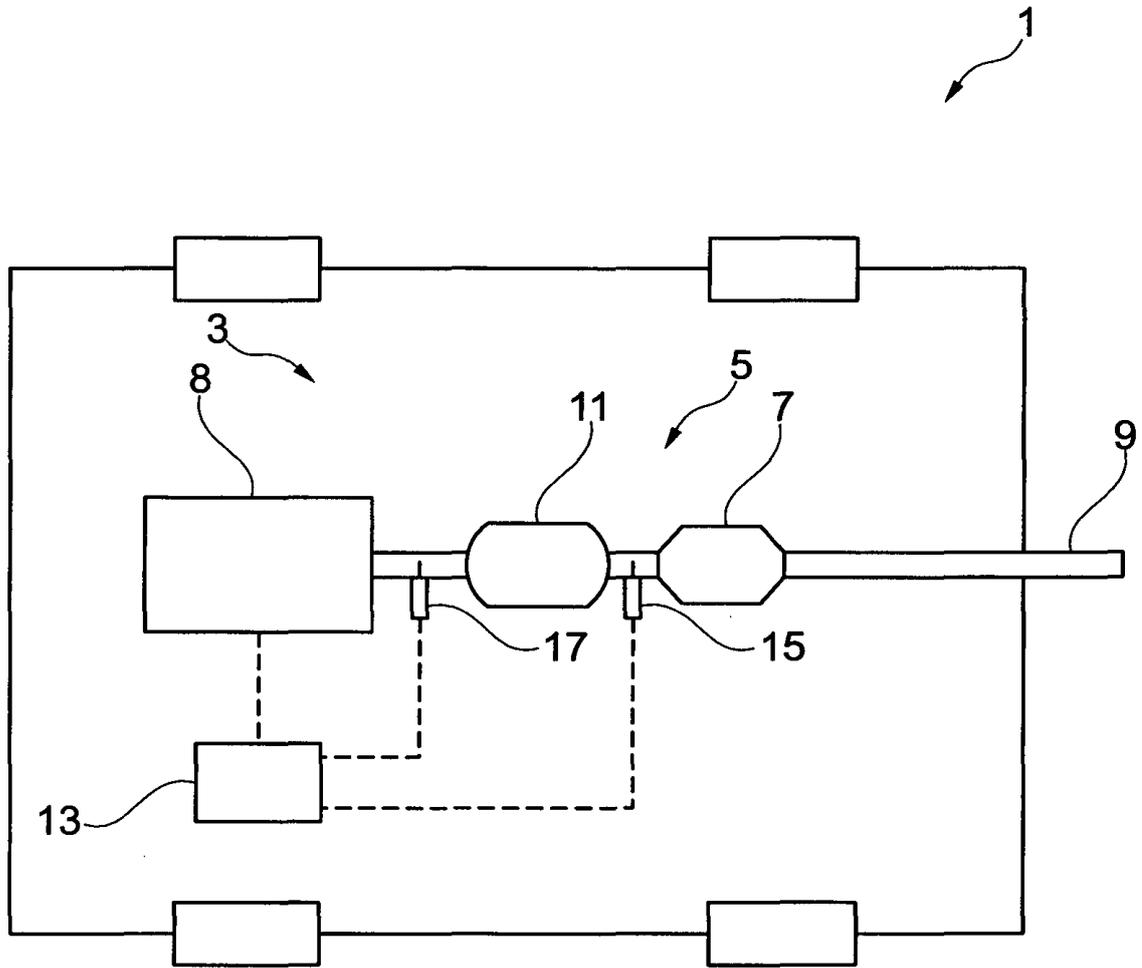


Fig. 1

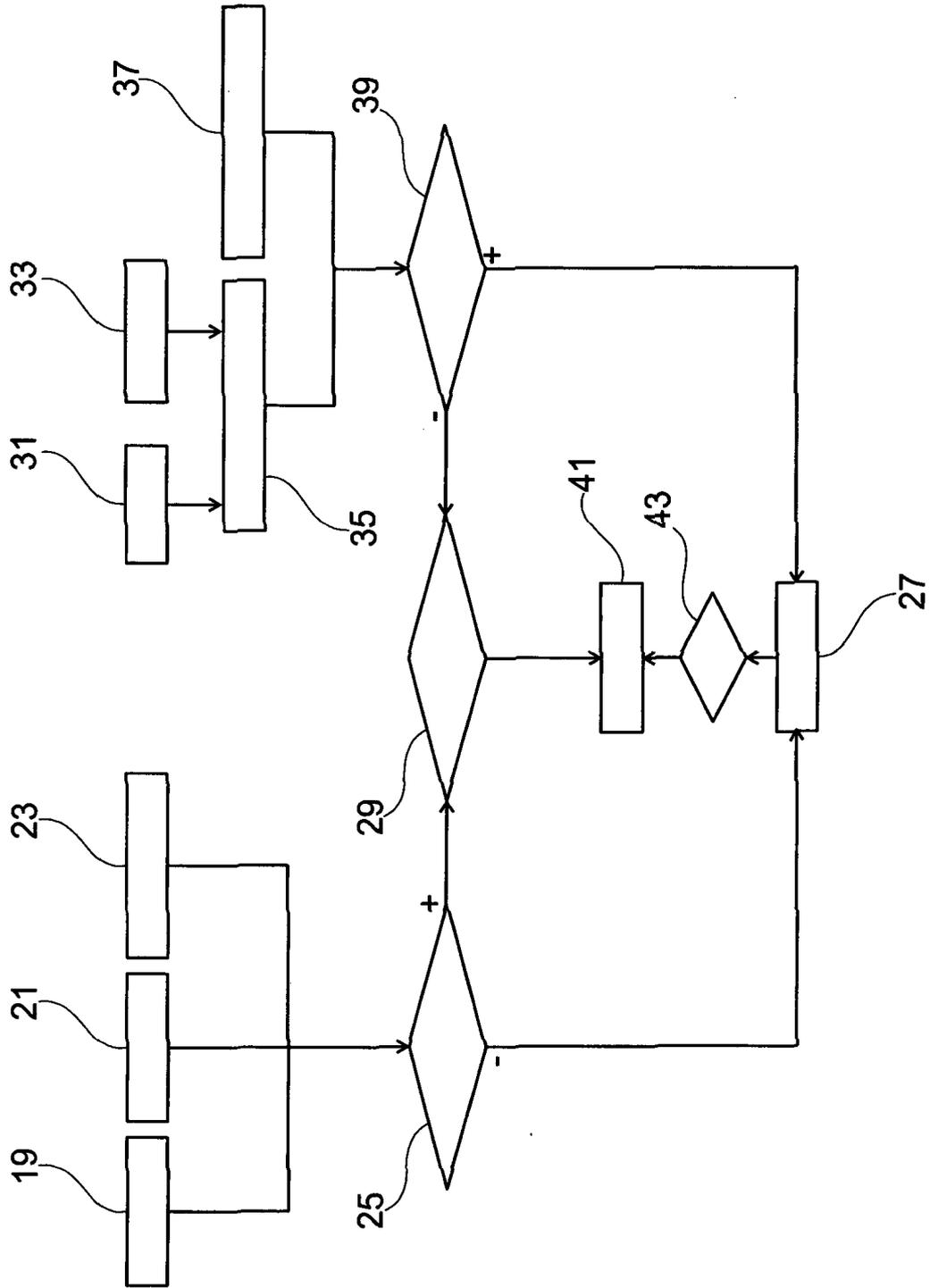


Fig. 2