

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 758**

51 Int. Cl.:

F01N 9/00 (2006.01)

F01N 11/00 (2006.01)

G05B 17/02 (2006.01)

G05B 23/02 (2006.01)

F02D 41/24 (2006.01)

G01N 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07115282 .1**

96 Fecha de presentación: **30.08.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2031370**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **04.03.2009**

54 Título: **Sensor de gas de escape**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.03.2012

73 Titular/es:
**ROBERT BOSCH GMBH
POSTFACH 30 02 20
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:
**Strohmaier, Rainer;
Handler, Torsten;
Kamp, Bernhard;
Schaenzlin, Katharina;
Schittenhelm, Henrik y
Sturm, Andreas**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 376 758 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

Sensor de gas de escape

5 La presente invención hace referencia a un método para la determinación de una masa de partículas o de un flujo másico de partículas, o para la identificación de un defecto en el filtro de partículas en un sistema de gas de escape de un motor de combustión interna, en donde en el sistema de gas de escape del motor de combustión interna se encuentra dispuesto, al menos, un sensor de partículas resistivo cuya variación de señal medida se compara con una variación de señal del sensor de partículas pronosticada y determinada a partir de un modelo de motor.

10 Un método de esta clase se indica en la patente DE 10 2005 040 790 A1. En dicho método conocido se determina una masa de partículas o un flujo másico de partículas en un flujo de gas de escape de un motor de combustión interna mediante un sensor de partículas resistivo. Además, se considera el flujo de gas de escape en la evaluación de la señal del sensor de partículas proporcionada por el sensor de partículas.

Otros métodos que se ocupan de la monitorización de los gases de escape de un motor de combustión interna, se muestran en las patentes EP 1746 276 A y WO 00/68557 A.

15 Un sensor de partículas resistivo se describe también en la patente DE 10133 384 A1. El sensor de partículas se compone de dos electrodos en forma de cámara que encastran entre sí, que se encuentran cubiertos, al menos, parcialmente por un tubo de protección que se utiliza también como un tubo de retención para mejorar la acumulación de partículas. Cuando en el sensor de partículas se acumulan partículas del gas de escape de un motor de combustión interna, esto conduce a una variación evaluable de la impedancia del sensor de partículas, a partir de la cual se puede deducir la cantidad de partículas acumuladas y, de esta manera, la cantidad de partículas transportadas en el gas de escape.

Además, dichas variables modifican tanto la acumulación de las partículas en el sensor, así como la impedancia medida del sensor.

25 En la declaración de patente no revelada previamente DE 10 2005 040 790 A1, se describe un método para el accionamiento de un sensor para la detección de partículas en un flujo de gas de escape. Además, se determina, al menos, una masa para el flujo de gas de escape en el sensor de partículas, y en la evaluación de la señal del sensor de partículas proporcionada por dicho sensor de partículas, se considera la masa para el flujo de gas de escape.

30 En el método descrito no se consideran otras variables que influyan en las sensibilidades cruzadas de los sensores. En la compensación de las sensibilidades cruzadas del sensor de partículas, se presenta el problema de que las variaciones de señal del sensor de partículas son muy reducidas. Se puede requerir de un periodo de tiempo comparativamente prolongado, para recolectar una cantidad suficiente de partículas, con el fin de generar una variación de señal evaluable para el dispositivo de control del motor. Por este motivo, en parte no se puede realizar una compensación actual de las sensibilidades cruzadas o sólo de una manera muy imprecisa. La dinámica del sensor de partículas y, de esta manera, su señal de salida, puede no resultar suficiente en situaciones de funcionamiento variables del motor de combustión interna, para poder cumplir con las condiciones de funcionamiento variables. Por consiguiente, en este caso, a una variación de señal que se puede cuantificar no se puede asociar un único valor, por ejemplo, un caudal de gas de escape, sino que se le debe atribuir una historia de parámetros de influencia variables durante el periodo de tiempo de medición.

40 En la declaración de patente no revelada previamente EP 1 746 276 A2, se describe un método para la monitorización de un valor límite del gas de escape de un motor de combustión interna mediante un sistema de control del motor, en donde el sistema de control del motor presenta, al menos, un sensor de gas de escape, y suministra una señal de error ante el exceso del valor límite del gas de escape. Además, las emisiones anteriormente mencionadas para el estado de marcha actual, se detectan con la ayuda de un modelo de motor, y se comparan con la señal del sensor de gas de escape o un valor de referencia derivado de dicha señal para las emisiones. El sensor de gas de escape puede ser un sensor de partículas acumulador. El método permite la monitorización del gas de escape en el caso de ciclos de marcha estandarizados en comparación, para establecer los valores límite para las condiciones de funcionamiento divergentes del motor de combustión interna.

En la declaración de patente DE 10 2005 016 132 A1, se describe un método de medición para el diagnóstico de un filtro de partículas, en el cual se comparan los valores de medición de diferentes sensores de partículas, aguas arriba y aguas abajo en relación con el filtro de partículas.

50 El objeto de la presente invención consiste en proporcionar un método que permita una determinación precisa de la cantidad de partículas transportadas en el gas de escape de un motor de combustión interna, con la ayuda de un sensor de partículas resistivo.

55 El objeto se resuelve de acuerdo con la reivindicación 1, de manera que se corrige la variación de señal pronosticada del sensor de partículas, considerando las variables que influyen en las sensibilidades cruzadas del sensor de partículas. Además, en la detección de la variación de señal pronosticada del sensor de partículas, se puede realizar particularmente una compensación de las sensibilidades cruzadas, también en el caso de cambios

dinámicos del punto de funcionamiento del motor de combustión interna que se producen más rápidamente que la respuesta del sensor de partículas, dado que la corrección también se puede realizar para variaciones de señal reducidas, es decir, pronosticadas durante un punto de funcionamiento recientemente recorrido del motor de combustión interna. Dado que las variaciones de señal pronosticadas se detectan a partir de un diagrama característico del modelo de motor, dichas variaciones se pueden determinar en periodos de tiempo muy reducidos y, de esta manera, en intervalos de medición que se pueden asignar a puntos de funcionamiento individuales del motor de combustión interna, con las variaciones de señal pronosticadas, muy reducidas, limitadas de esta manera.

Con un sensor de partículas real, bajo algunas condiciones de funcionamiento dichas variaciones de señal reducidas pueden resultar no evaluables, debido a la dinámica insuficiente del sensor de partículas y debido a las fluctuaciones del valor de medición. Además, una corrección de las sensibilidades cruzadas en la variación de señal medida, por ejemplo, en el momento de la comparación con la variación de señal pronosticada, resulta importante para la consideración de las sensibilidades cruzadas instantáneas. Las variaciones de señal medida y pronosticada, se pueden evaluar de acuerdo con los métodos conocidos, el método de gradiente y el método de activación. En el caso del método de gradiente, la variación de señal corresponde a la velocidad de aumento dl/dt del flujo del sensor. En el caso del método de activación, se controla si la señal del sensor excede un umbral predeterminado, y el momento del exceso del umbral se define como un momento de activación del sensor de partículas.

Los parámetros esenciales que influyen en el comportamiento de medición de los sensores de partículas actuales se pueden compensar mediante el hecho de que para la corrección de la variación de señal medida y/o de la variación de señal pronosticada del sensor de partículas, se consideran las variables que influyen en las sensibilidades cruzadas del sensor de partículas, como la temperatura del gas de escape y/o la temperatura del sensor de partículas y/o el caudal de gas de escape y/o la influencia de los componentes gaseosos del gas de escape como óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y/o vapor de agua. En lugar del caudal del gas de escape, también se puede utilizar la velocidad del gas de escape. Sin embargo, de acuerdo con el concepto del respectivo sensor utilizado, también se pueden integrar otras variables de influencia.

Para la evaluación de las señales del sensor medidas y pronosticadas, se puede prever que ante un exceso de un umbral de flujo predeterminado o un descenso de un umbral de resistencia predeterminado, se comparen la variación de señal medida y/o la variación de señal pronosticada con un umbral de activación predeterminado, y que cuando se alcance el umbral de activación se compare la variación de señal medida con la variación de señal pronosticada. El método permite comparar información digital "umbral alcanzado / umbral no alcanzado" en un momento determinado, preferentemente el momento de la activación.

En un acondicionamiento preferido de la presente invención, se prevé que a partir de un flujo másico de partículas pronosticado por el modelo de motor en un modelo de acumulación, se determine un flujo másico de partículas acumulado pronosticado en el sensor de partículas, considerando las variables que influyen en las sensibilidades cruzadas, como la temperatura del sensor de partículas, la temperatura del gas de escape y/o el caudal de gas de escape, y que mediante la integración del flujo másico de partículas acumulado pronosticado se determine una masa acumulada pronosticada, y mediante un modelo de conductividad se determine una variación de señal pronosticada del sensor de partículas. El modelo de motor emite el flujo másico de partículas esperado para la situación de funcionamiento instantánea del motor de combustión interna, y suministrado al sensor de partículas. En el modelo de acumulación se determina la cantidad de partículas pronosticadas que pasan y que se acumulan en el sensor de partículas. Además, el modelo de acumulación considera que la masa de partículas acumuladas por unidad de tiempo a partir del flujo másico de partículas pronosticado, depende de los parámetros de influencia instantáneos como la temperatura del sensor de partículas, la temperatura del gas de escape y el caudal del gas de escape. Dado que el pronóstico se puede realizar en intervalos de medición muy reducidos, de esta manera se puede determinar el flujo másico de partículas acumulado en el sensor de partículas, en la situación de funcionamiento instantánea del motor de combustión interna. Mediante la integración, se determina la masa de partículas acumulada en el sensor de partículas a lo largo de un periodo de tiempo prolongado con diferentes condiciones de funcionamiento, que ante un pronóstico y un funcionamiento correctos del sensor de partículas corresponde efectivamente a la masa de partículas acumulada en el sensor de partículas. Mediante el modelo de conductividad, la masa acumulada pronosticada se convierte en una señal correspondiente del sensor de partículas, con lo cual se puede realizar una comparación con la señal medida del sensor de partículas.

En otro acondicionamiento no incluido en las reivindicaciones, se prevé que a partir de un flujo másico de partículas pronosticado por el modelo de motor en un modelo de acumulación, se determine una variación de señal diferencial pronosticada del sensor de partículas, considerando las variables que influyen en las sensibilidades cruzadas del sensor de partículas, como la temperatura del sensor de partículas, la temperatura del gas de escape y/o el caudal de gas de escape, y que mediante la integración de la variación de señal diferencial pronosticada se determine la variación de señal pronosticada del sensor de partículas. En dicho acondicionamiento, en contraposición a la variante descrita anteriormente, no se utiliza el flujo másico de partículas acumulado pronosticado, variable que resulta difícil de determinar, sino que el modelo de acumulación determina considerando las sensibilidades cruzadas mencionadas, directamente una variación de señal diferencial correspondiente a las condiciones de funcionamiento instantáneas del motor de combustión interna. De allí, mediante la integración se determina la variación de señal pronosticada comparable con la variación de señal medida a lo largo de una pluralidad de puntos de funcionamiento. La ventaja del acondicionamiento consiste en que el modelo de acumulación se puede calibrar mediante la medición

de la variación de señal de un sensor de partículas en el gas de escape de un motor de combustión interna que se acciona con parámetros de funcionamiento constantes. Esto se puede realizar de manera correspondiente para diferentes puntos de funcionamiento del motor de combustión interna.

5 La variación de señal pronosticada se puede comparar directamente con la variación de señal medida, debido a que en el modelo de conductividad se considera la influencia de la temperatura actual del sensor de partículas en la conductividad del sensor de partículas, o se considera adicionalmente en una primera etapa de corrección de la temperatura para la determinación de la variación de señal pronosticada, o debido a que la influencia de la temperatura actual se considera en una segunda corrección de la temperatura para la determinación de la variación de señal medida. Además de la masa acumulada de partículas en el sensor de partículas, se determina la conductividad del sensor de partículas esencialmente mediante la temperatura instantánea del sensor de partículas y la temperatura de las partículas acumuladas. En la determinación de la variación de señal pronosticada se puede ya sea considerar la temperatura actual del sensor de partículas, o determinar la variación de señal pronosticada para una temperatura establecida del sensor de partículas, y la variación de señal medida se convierte en dicha temperatura establecida. Además de la temperatura del sensor de partículas, también resulta concebible considerar la conductividad del sensor de partículas en correspondencia con otras variables de influencia.

10 La precisión y fiabilidad del método se puede mejorar considerablemente cuando el método se realiza en puntos de funcionamiento del motor de combustión interna, en los cuales se puede medir o pronosticar la masa de las partículas o el flujo másico de las partículas con una precisión elevada. Además, resulta concebible ponderar por separado esta clase de condiciones de funcionamiento ventajosas ante decisiones derivadas de los resultados de medición, en correspondencia con las respectivas aplicaciones.

15 Una variante preferida de la presente invención prevé que en relación con una masa de partículas acumulada en el sensor de partículas y/o la temperatura del gas de escape y/o la temperatura del sensor de partículas y/o el caudal de gas de escape y/o el flujo másico de partículas pronosticado y/o un flujo másico de partículas medido, se determine un factor de ponderación mediante el cual se corrigen el flujo másico de partículas acumulado pronosticado o la variación de señal diferencial pronosticada. De esta manera, se considera que una masa de partículas que pasa por el sensor de partículas en diferentes momentos durante un ciclo de medición, contribuye con diferentes intensidades a la conformación de la señal, como puede ser el caso particularmente en la evaluación de acuerdo con el método de activación. Además, una masa de partículas acumulada directamente después de la regeneración del sensor de partículas, contribuye con una intensidad menor en la activación que una masa de partículas que se acumula justo antes de la activación del sensor de partículas.

20 Se prevé la utilización del método en el diagnóstico de abordaje (OBD) de un filtro de partículas en el sistema de gas de escape del motor de combustión interna, en donde a partir del flujo másico de partículas pronosticado con el modelo de motor, y a partir de un modelo de filtro límite se determina un valor límite pronosticado del flujo másico de partículas que se suministra al modelo de acumulación, en donde en una etapa comparativa se comparan la variación de señal pronosticada del sensor de partículas con la variación de señal medida del sensor de partículas, y en donde se deduce la presencia de un filtro de partículas defectuoso cuando la variación de señal medida del sensor de partículas es mayor que la variación de señal pronosticada. El sensor de partículas se encuentra dispuesto en el sentido del gas de escape después del filtro de partículas a monitorizar. La capacidad de retención consignada en el modelo del filtro límite para partículas, corresponde a la capacidad de retención de un filtro de partículas que comprende también el valor límite OBD en un ciclo de marcha especificado legalmente. La variación de señal pronosticada, de acuerdo con el método descrito, proporciona un valor límite para la variación de señal medida en relación con los puntos de funcionamiento efectivamente recorridos del motor de combustión interna. En el caso que la variación de señal medida y, por lo tanto, la masa de partículas efectiva acumulada en el sensor de partículas sea inferior a los valores pronosticados para el filtro límite, se puede deducir la presencia de un filtro de partículas íntegro. Si por el contrario la señal del sensor medida excede la variación de señal pronosticada, se puede deducir la presencia de un filtro de partículas defectuoso, dado que al sensor de partículas llegan más partículas que las admisibles de acuerdo con el filtro de partículas.

25 La seguridad de la información para una identificación del filtro de partículas defectuoso se puede incrementar mediante el hecho de que se deduce un filtro de partículas defectuoso cuando en una pluralidad de ciclos de medición que se suceden entre sí, la variación de señal medida del sensor de partículas es mayor que la variación de señal pronosticada.

30 En una variante de ejecución preferida de la presente invención se prevé que el flujo másico de partículas pronosticado por el modelo del motor se proporcione a un modelo de acumulación, de acuerdo con una multiplicación por un vector predeterminado de factores de retención para el filtro de partículas, como un vector de flujos másicos de partículas pronosticados, y a partir de ello se calcula un vector de variaciones de señal pronosticadas, y de acuerdo con la comparación del vector de las variaciones de señal pronosticadas con la variación de señal medida, se determina un factor de retención para el filtro de partículas. En base al factor de retención determinado, se puede deducir si existe un filtro de partículas defectuoso. Los valores conformados mediante la multiplicación por el vector, se diferencian entre sí mediante el hecho de que difieren en diferentes magnitudes del valor estimativo óptimo del flujo másico de partículas pronosticado del modelo del motor. Mediante la comparación de los valores individuales de las variaciones de señales pronosticadas, obtenidos mediante el vector,

5 con la variación de señal medida, se pueden determinar los valores individuales óptimos en el vector de los factores de retención admitidos, en base a los cuales se obtiene la información en relación con el grado de deterioro del filtro de partículas. Además, el factor de retención efectivo se puede determinar mediante la interpolación de los factores de retención contiguos, que pronostican lo más pronto posible la variación de señal medida. De acuerdo con dicho método, para el intervalo de integración no resulta necesario registrar en función del tiempo todas las variables de influencia relevantes que influyen en las sensibilidades cruzadas del sensor de partículas como el caudal de gas de escape, la temperatura del sensor de partículas o el flujo másico de partículas, sólo se debe registrar un vector de la variación de señal pronosticada esencialmente menor en relación con la capacidad de almacenamiento.

10 En otra aplicación del método se prevé que el método para la adaptación de un diagrama característico de emisión del modelo del motor se utilice para la determinación de la masa de partículas pronosticada o del flujo másico de partículas pronosticado, en donde la variación de señal pronosticada del sensor de partículas se compara con la variación de señal medida, y en donde ante una divergencia entre la variación de señal pronosticada y la variación de señal medida, se realiza una corrección del diagrama característico de emisión del modelo del motor. Mediante la masa de partículas pronosticada o bien, el flujo másico de partículas pronosticado, se puede realizar un pronóstico de carga de un filtro de partículas. La corrección del diagrama característico de emisión se realiza mediante el hecho de que aumentan o disminuyen las concentraciones de partículas o los flujos másicos de partículas allí depositados. De esta manera, se pueden detectar y compensar, por ejemplo, variaciones en relación con la vida útil del motor de combustión interna, por ejemplo, debido a variaciones en la tobera de inyección.

20 Una adaptación del diagrama característico de emisión que se puede realizar con una cantidad reducida de cálculos, se puede lograr mediante el hecho de que la corrección del modelo de motor se realiza mediante la multiplicación de todos los valores del diagrama característico de emisión del modelo del motor, por un factor de adaptación, en donde el factor de adaptación se determina a partir de la relación entre la variación de señal medida y la variación de señal pronosticada.

25 La precisión de la adaptación del diagrama característico de emisión se puede mejorar en tanto que la corrección del modelo del motor se realice de manera que se corrijan valores del diagrama característico de emisión del modelo del motor, en puntos de funcionamiento del motor de combustión interna que se han alcanzado en un periodo de tiempo previo desde el comienzo de un ciclo de medición. De esta manera, para diferentes condiciones de funcionamiento del motor de combustión interna, se pueden incorporar diferentes factores de corrección en el diagrama característico de emisión.

30 Otro incremento de la precisión se puede lograr mediante el hecho de que la corrección del modelo del motor se realiza de manera que se corrijan valores del diagrama característico de emisión del modelo del motor en puntos de funcionamiento del motor de combustión interna, en tanto que dichos valores se corrigen con una función que se determina en un algoritmo de búsqueda, que corrige el modelo del motor hasta que coincidan la variación de señal medida y la variación de señal pronosticada.

35 Se prevé que el flujo másico de partículas pronosticado por el modelo del motor se proporcione al modelo de acumulación, de acuerdo con una multiplicación por un vector predeterminado de factores de retención, como un vector de flujos másicos de partículas pronosticados. A partir de ello se calcula un vector de variaciones de señal pronosticadas, y de acuerdo con la comparación del vector de las variaciones de señal pronosticadas con la variación de señal medida, se determina un factor de adaptación para el diagrama característico de emisión consignado en el modelo del motor. De esta manera, se puede realizar la adaptación del diagrama característico de emisión con un almacenamiento requerido reducido, dado que ya no se deben registrar en función del tiempo los puntos de funcionamiento alcanzados en un intervalo de integración, con los caudales de gas de escape, las temperaturas y los flujos másicos de partículas correspondientes. Resulta suficiente registrar el vector de la variación de señal pronosticada, que es considerablemente más reducido en relación con el almacenamiento requerido. Esto se manifiesta particularmente en la adaptación del diagrama característico de emisión del modelo del motor, en el cual el diagrama característico de emisión varía hasta que coincidan la variación de señal pronosticada y la variación de señal medida, dado que mediante dicho método repetitivo se requiere de un almacenamiento particularmente considerable.

Dibujos

50 A continuación, se explica en detalle la presente invención mediante los ejemplos de ejecución representados en las figuras. Muestran:

Figura 1 una señal de salida de un sensor de partículas resistivo,

Figura 2 un esquema de operaciones para la monitorización de un filtro de partículas,

Figura 3 un esquema de operaciones simplificado para la monitorización del filtro de partículas,

55 Figura 4 un esquema de operaciones para la monitorización del filtro de partículas mediante un método de activación,

Figura 5 un esquema de operaciones para la adaptación de un modelo de motor,

Figura 6 un esquema de operaciones con corrección de la temperatura de una señal medida del sensor,

Figura 7 otro esquema de operaciones para la monitorización del filtro de partículas mediante el método de activación,

5 Figura 8 un esquema de operaciones para la corrección de una variación de señal pronosticada del sensor de partículas.

Descripción de los ejemplos de ejecución

La figura 1 muestra la señal de salida de un sensor de partículas resistivo 1, aquí no representado, el modo en el que se utiliza en el conducto de gas de escape de un motor de combustión interna, para establecer el estado de carga de un filtro de partículas diesel, o para monitorizar su funcionamiento para un diagnóstico de abordó. El sensor de partículas 1 presenta dos electrodos que encastran entre sí en forma de cámara, que se encuentran expuestos al flujo de gas de escape. En el caso que se acumulen partículas de hollín, aumenta la conductividad entre los electrodos, y cuando se aplica una tensión eléctrica en el sensor de partículas 1 se puede medir un flujo. La masa de partículas acumulada se puede establecer a partir del nivel del flujo. En la figura 1 se registra una señal medida del sensor 10 a lo largo de un eje de tiempo 40 en relación con un eje de flujo 41. Mediante la carga en aumento del sensor, aumenta la señal medida del sensor 10. Las fluctuaciones de la señal medida del sensor se producen mediante una sensibilidad cruzada del sensor de partículas 1 con la temperatura. Además del nivel absoluto del flujo que pasa por el sensor de partículas 1 que se detecta mediante la señal medida del sensor 10, para la evaluación de la carga del sensor de partículas 1 también se puede utilizar una variación de señal medida 11 que se produce en un periodo de tiempo determinado. Después de un encendido espontáneo del sensor de partículas 1, en primer lugar una carga no conduce a un flujo de corriente que se pueda medir, dado que las partículas acumuladas no conforman un circuito continuo de corriente entre los electrodos. Por lo tanto, generalmente se establece un umbral de activación 42, a partir del cual se evalúa la señal medida del sensor 10. Dicho umbral de activación 42 se alcanza en un momento de activación 43 después de un encendido espontáneo del sensor de partículas 1, y representa una medida para el índice de acumulación en el sensor de partículas 1. Dicha variante de evaluación de la señal de salida del sensor de partículas 1 se menciona en el método de activación.

La figura 2 muestra un esquema de operaciones para la monitorización del filtro de partículas diesel mediante el sensor de partículas 1. En un modelo de motor 60 se determina un flujo másico de partículas 22 pronosticado a partir de los parámetros de funcionamiento actuales del motor de combustión interna, que se proporciona a un modelo de filtro límite 61. En el modelo de filtro límite 61 se configura la fracción del flujo másico de partículas pronosticado 22 que se retiene en un filtro de partículas de valores límites, y la fracción que lo penetra y que sale de dicho filtro como un valor límite del flujo másico de partículas pronosticado 23. Para la configuración del comportamiento de acumulación de las partículas presentes en el gas de escape en el sensor de partículas 1, se utiliza un modelo de acumulación 62 al cual se suministran como variables 30 que influyen en las sensibilidades cruzadas, un caudal de gas de escape 31, una temperatura de gas de escape 32, y una temperatura 33 del sensor de partículas 1. En lugar del caudal de gas de escape 31 se puede utilizar también una velocidad del gas de escape en el lugar del sensor de partículas 1. A partir de las variables de influencia 30 y el valor límite 23 pronosticado del flujo másico de partículas, el modelo de acumulación 62 determina un flujo másico de partículas acumulado 24 pronosticado, que se integra en una etapa de integración 51 en una masa 25 acumulada pronosticada. En un modelo de conductividad 63, la masa acumulada pronosticada 25 se convierte en una variación de señal pronosticada 20, considerando la temperatura 33. Además, el modelo de conductividad 63 considera, por una parte, el circuito de corriente que se genera debido a la conformación de la carga de partículas, y la resistencia eléctrica del sistema que resulta de dicho circuito, así como la dependencia de la temperatura de la resistencia eléctrica específica del material en capas. La variación de señal pronosticada 20 que debido a la utilización del modelo de filtro límite 61 representa la variación de señal esperada para un filtro de partículas de valores límite, se compara en una etapa comparativa 50 con la variación de señal medida 11. En el caso que la variación de señal medida 11 sea mayor que la variación de señal pronosticada 20, se deduce la presencia de un filtro de partículas defectuoso y se genera una señal de diagnóstico 70. Además, se puede prever que justo en el caso de una pluralidad de diagnósticos sucesivos de un filtro de partículas defectuoso, se genere la señal de diagnóstico 70 para evitar diagnósticos incorrectos.

En la figura 3 se muestra un esquema de operaciones simplificado en comparación con la figura 2, y que no se incluye en las reivindicaciones, para el diagnóstico del filtro de partículas. También en este caso, el flujo másico de partículas 22 determinado, pronosticado en el modelo del motor 60, se proporciona para el modelo del filtro límite 61, se determina el valor límite 23 pronosticado del flujo másico de partículas, y dicho valor se proporciona para el modelo de acumulación 62. Sin embargo, en el modelo de acumulación 62 se determina directamente una variación de señal diferencial 26 pronosticada, que en la etapa de integración 51 se integra a una variación de señal 21 integrada pronosticada. En una primera etapa de corrección de la temperatura 52, se determina la variación de señal pronosticada 20 a partir de la variación de señal integrada pronosticada 21, que en la etapa comparativa 50 se compara con la variación de señal medida 11 en el sensor de partículas 1.

En la figura 4 se representa la utilización de un método de activación para la evaluación de la utilidad del filtro de partículas. La señal del sensor 10 medida en el sensor de partículas 1 se proporciona para una etapa de valor umbral 54, en la que se evalúa en qué medida la señal del sensor 10 medida alcanza un valor umbral predeterminado. En el caso que se alcance un valor umbral, la etapa de valor umbral 54 proporciona una señal de tiempo 72 a la etapa comparativa 50, en la que se realiza la comparación entre la variación de señal pronosticada 20 y la señal del sensor medida 10, que corresponde al valor umbral. En el caso que la variación de señal pronosticada 20 sea menor que el valor umbral, también se puede tratar de la variación de señal pronosticada 20 desde el último encendido espontáneo, se deduce la presencia de un filtro de partículas defectuoso. En dicha forma de ejecución, la comparación se realiza en la etapa comparativa 50 sólo una vez después de cada encendido espontáneo del sensor de partículas 1, de manera tal que se reduce el desarrollo del programa.

Además de la aplicación en el diagnóstico de abordaje de los filtros de partículas, el método conforme a la presente invención se puede utilizar de manera ventajosa también para la adaptación del modelo del motor 60 para una determinación más precisa del flujo másico de partículas 22 pronosticado. Dicha aplicación se representa en la figura 5. En el modelo del motor 60 se determina el flujo másico de partículas pronosticado 22, y se suministra para el modelo de acumulación 62, en el cual dicho flujo se convierte en la variación de señal diferencial pronosticada 26, considerando las variables 30 que influyen en las sensibilidades cruzadas, como el caudal de gas de escape 31, la temperatura del gas de escape 32 y la temperatura 33 del sensor de partículas 1. Mediante la integración en la etapa de integración 51, se determina la variación de señal 21 integrada pronosticada, a partir de la cual se determina la variación de señal pronosticada 20 en la primera etapa de corrección de la temperatura 52, considerando la temperatura 33. En la etapa comparativa 50 se compara la variación de señal pronosticada 20 con la variación de señal medida 11 del sensor de partículas 1, y dependiendo del resultado de la comparación se determina un factor de adaptación 71 en una etapa de adaptación 55, que ingresa en el modelo del motor 60 y que se conforma de manera tal que en la próximo ciclo del método la diferencia entre la variación de señal pronosticada 20 y la variación de señal medida 11 del sensor de partículas 1 sea reducida, y que de esta manera el modelo del motor 60 configure de una mejor manera las relaciones reales. En una forma de ejecución simple, el factor de adaptación 71 puede ser la relación de la variación de señal medida 11 y la variación de señal pronosticada 20. Sin embargo, también se puede prever la modificación de sólo aquellos puntos de funcionamiento de un diagrama característico de emisión en el modelo del motor 60, que se han alcanzado en el ciclo de marcha precedente.

Una adaptación particularmente óptima del diagrama característico de emisiones en el modelo del motor 60, se logra cuando se almacenan con una resolución de tiempo las variables de influencia 30 que influyen en la sensibilidad cruzada, que se deducen de los parámetros de funcionamiento del motor de combustión interna, y cuando la adaptación se realiza hasta que coincidan la variación de señal pronosticada 20 y la variación de señal medida 11. Sin embargo, esto puede requerir de un espacio de almacenamiento considerable. Esto se puede evitar en tanto que con el modelo del motor 60 no se determina sólo un valor individual del flujo másico de partículas 22 pronosticado, sino que se determina un vector de esta clase de valores que presentan respectivamente una relación estable con el flujo másico de partículas 22 pronosticado. Los siguientes cálculos se realizan respectivamente con todos los valores del vector. En la etapa comparativa se determina aquel valor del vector que mejor coincida con el valor medido. También se puede realizar una interpolación entre los valores del vector. De esta manera, se determina la relación en la que mejor coinciden el valor medido y el valor pronosticado. En dicha ejecución resulta ventajoso que el almacenamiento requerido sólo se determine mediante la cantidad de elementos del vector.

En las formas de ejecución de la presente invención representadas hasta el momento, en los valores pronosticados se considera la dependencia de la temperatura que presenta la resistencia del sensor de partículas 1, para permitir la comparación con los valores medidos. En comparación, en la ejecución de acuerdo con la figura 6 se realiza la corrección de la temperatura en la señal medida. Como se muestra en la figura 4, en base a los parámetros de funcionamiento del motor de combustión interna y al diagrama característico de emisión consignado en el modelo del motor 60, se proporciona la variación de señal diferencial pronosticada 26 después del procesamiento en el modelo de filtro límite 61 y en el modelo de acumulación 62. A partir de dicha variación, en la etapa de integración 51 se genera la variación de señal pronosticada 20, en este caso no corregida con la temperatura 33. La variación de señal medida 11 proporcionada por el sensor de partículas 1, en una segunda etapa de corrección de la temperatura 53 que considera la temperatura 33 del sensor de partículas 1, se convierte en una variación de señal 13 medida y con corrección de la temperatura, que en la etapa comparativa 50 se compara con la variación de señal pronosticada 20. Por consiguiente, en este caso la comparación se realiza con señales características para una temperatura seleccionable.

En la figura 7 se representa una forma de ejecución del diagnóstico de abordaje de acuerdo con el método de activación, en la cual la corrección de la temperatura se realiza en la señal medida 10 del sensor. Como se muestra en la figura 6, en base al modelo del motor 60 se genera la variación de señal pronosticada 20. El sensor de partículas 1 genera la señal del sensor 10 medida que se suministra para la segunda etapa de corrección de la temperatura 53, que genera una señal del sensor 12 medida y con corrección de la temperatura, que se suministra para la etapa de valor umbral 54. En el caso que la señal del sensor 12 medida y con corrección de la temperatura, alcance el valor umbral predeterminado, se genera la señal de tiempo 72 que en la etapa comparativa 50 permite la comparación de la señal del sensor 12 medida y con corrección de temperatura, con la variación de señal pronosticada 20 para el ciclo de medición completo. En el caso que la señal del sensor 12 medida y con corrección

de la temperatura sea mayor que la variación de señal pronosticada 20, se deduce la presencia de un filtro de partículas defectuoso y se activa una señal de diagnóstico 70.

5 Para la consideración de otra sensibilidad cruzada del sensor de partículas 1, en el pronóstico se puede prever una ponderación diferente para la acumulación de partículas sobre un sensor de partículas 1 recientemente encendido espontáneamente, que para la acumulación en un sensor de partículas 1 recientemente cubierto con partículas. Una forma de ejecución de esta clase se representa en la figura 8. Como se representa en la figura 7, en base al modelo del motor 60 se determina la variación de señal diferencial pronosticada 26. A partir de la variación de señal pronosticada 20 desde el último encendido espontáneo, que representa la carga del sensor de partículas 1, en una etapa de ponderación 57 se evalúa dicha carga y se emite un factor de ponderación 73 que se considera para el comportamiento de acumulación diferente ante una carga diferente del sensor de partículas 1. En una etapa de multiplicación 56, la variación de señal diferencial pronosticada 26 se multiplica por el factor de ponderación 73, y se calcula la variación de señal diferencial pronosticada 27 ponderada, a partir de la cual en la etapa de integración 51 se calcula la variación de señal pronosticada 20 desde el último encendido espontáneo. En la etapa comparativa 50, dicha variación se compara con la variación de señal medida 11 del sensor de partículas 1. En un perfeccionamiento de la forma de ejecución, se pueden considerar otros factores que influyen en el factor de ponderación 73 como el caudal de gas de escape 31, la temperatura del gas de escape 32, la temperatura 33 del sensor de partículas 1 o un flujo másico de partículas en el conducto de gas de escape. En otra forma de ejecución, el factor de ponderación se puede utilizar en el flujo másico de partículas pronosticado 22 en lugar de utilizarlo en la variación de señal diferencial pronosticada 26.

20

REIVINDICACIONES

1. Método para el diagnóstico de abordó (OBD) de un filtro de partículas en el sistema de gas de escape de un motor de combustión interna mediante, al menos, un sensor de partículas (1) resistivo dispuesto en el sistema de gas de escape aguas abajo en relación con el filtro de partículas,
- 5 - en base a un flujo másico de partículas (22) pronosticado, proporcionado por un modelo de motor (60), y
- en base a un modelo de filtro límite (61) en el cual se configura la fracción del flujo másico de partículas pronosticado (22) que se retiene en un filtro de partículas de valores límites, y la fracción que penetra dicho filtro y que sale de dicho filtro como un valor límite (23) del flujo másico de partículas pronosticado, y
- 10 - en base a un modelo de acumulación (62) para la configuración del comportamiento de acumulación de las partículas presentes en el gas de escape en el sensor de partículas (1), al cual se suministra un caudal de gas de escape (31), una temperatura de gas de escape (32), y una temperatura del sensor de partículas (1), así como
- en base a un modelo de conductividad (63) se detecta una variación de señal pronosticada (20) que debido a la utilización del modelo de filtro límite (61) representa la variación de señal esperada para un filtro de partículas de valores límite,
- 15 - porque en un etapa comparativa (50) se compara la variación de señal pronosticada (20) con una variación de señal medida (11) del sensor de partículas (1), y
- porque se deduce un filtro de partículas defectuoso cuando la variación de señal medida (11) es mayor que la variación de señal pronosticada (20), en donde
- 20 - la variación de señal medida (11) del sensor de partículas (1) y/o la variación de señal pronosticada (20) del sensor de partículas (1) se corrige considerando las variables de influencia (30) que influyen en las sensibilidades cruzadas del sensor de partículas (1).
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** como variables de influencia (30) se consideran la temperatura del gas de escape (32) y/o la temperatura (33) del sensor de partículas (1) y/o el caudal de gas de escape (31) y/o la influencia de los componentes gaseosos del gas de escape como óxidos de nitrógeno, hidrocarburos y/o vapor de agua.
- 25 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la influencia de la temperatura actual (33) del sensor de partículas (1) en la conductividad del sensor de partículas (1) se considera en el modelo de conductividad (63) y además se considera en una primera etapa de corrección de la temperatura (52) para la determinación de la variación de señal (20) pronosticada.
- 30 4. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la influencia de la temperatura actual (33) del sensor de partículas (1) se considera en una segunda corrección de la temperatura (53) para la determinación de la variación de señal medida (11).
5. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado porque** el método se realiza en puntos de funcionamiento del motor de combustión interna, en los cuales se puede medir o pronosticar la masa de las partículas o el flujo másico de las partículas con una precisión elevada.
- 35 6. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** en relación con una masa de partículas acumulada en el sensor de partículas (1) y/o la temperatura de gas de escape (32) y/o la temperatura (33) del sensor de partículas (1) y/o el caudal de gas de escape (31) y/o el flujo másico de partículas (22) pronosticado y/o un flujo másico de partículas medido, se determina un factor de ponderación mediante el cual se corrigen el flujo másico de partículas (24) acumulado pronosticado o la variación de señal (26) diferencial pronosticada.
- 40 7. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** se deduce un filtro de partículas defectuoso cuando en una pluralidad de ciclos de medición que se suceden entre sí, la variación de señal medida (11) del sensor de partículas (1) es mayor que la variación de señal pronosticada (20).
- 45 8. Método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** se proporciona una adaptación de un diagrama característico de emisión del modelo del motor (60) para la determinación de la masa de partículas pronosticada o del flujo másico de partículas (22) pronosticado, en donde la variación de señal pronosticada (20) del sensor de partículas (1) se compara con la variación de señal medida (11), y en donde ante una divergencia entre la variación de señal pronosticada (20) y la variación de señal medida (11) se realiza una corrección del diagrama característico de emisión del modelo del motor (60).
- 50

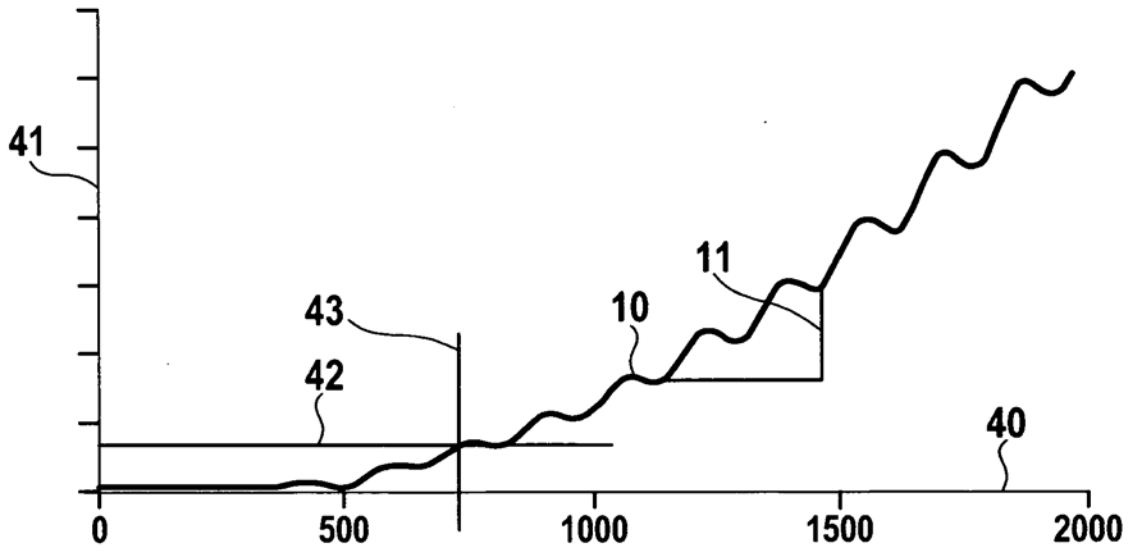


Fig. 1

Fig. 2

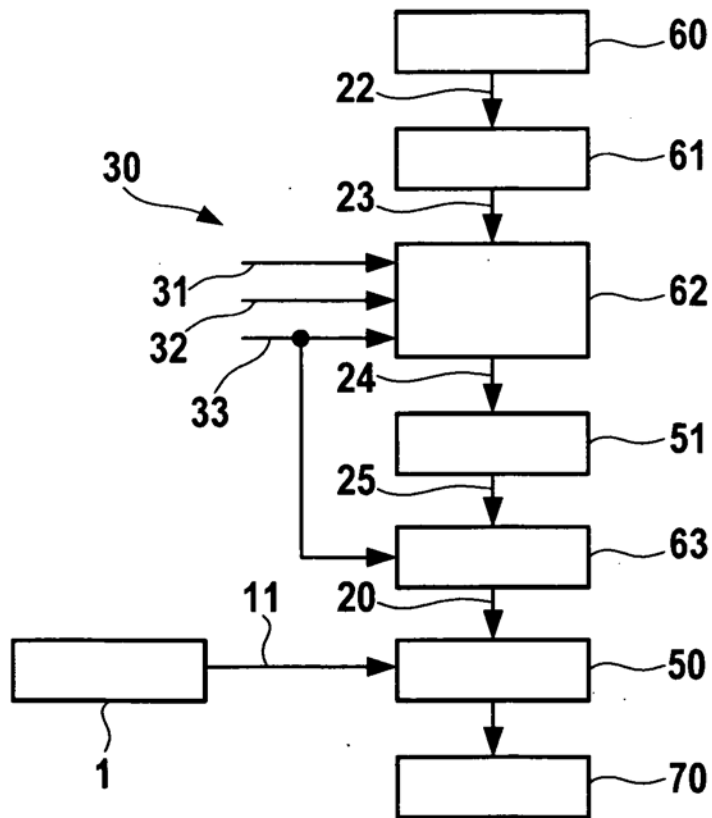


Fig. 3

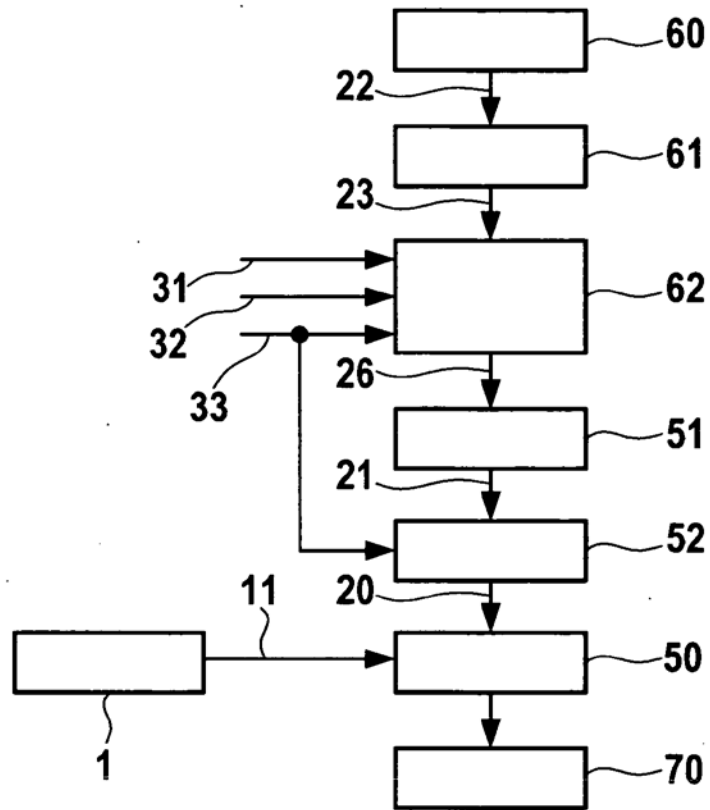
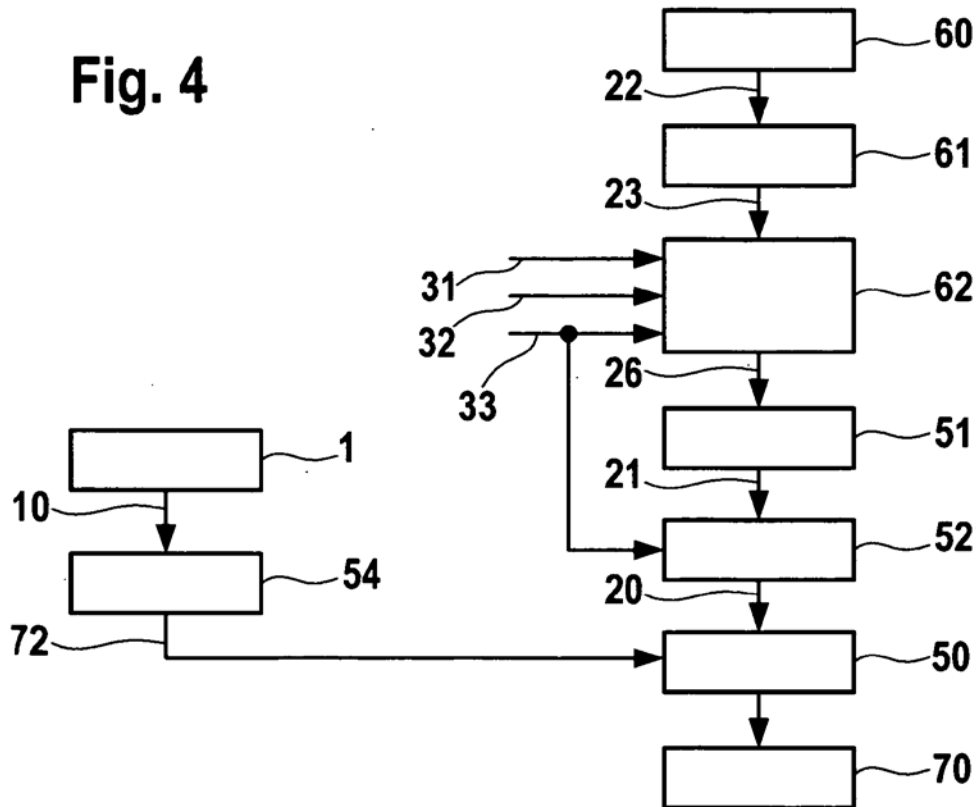


Fig. 4



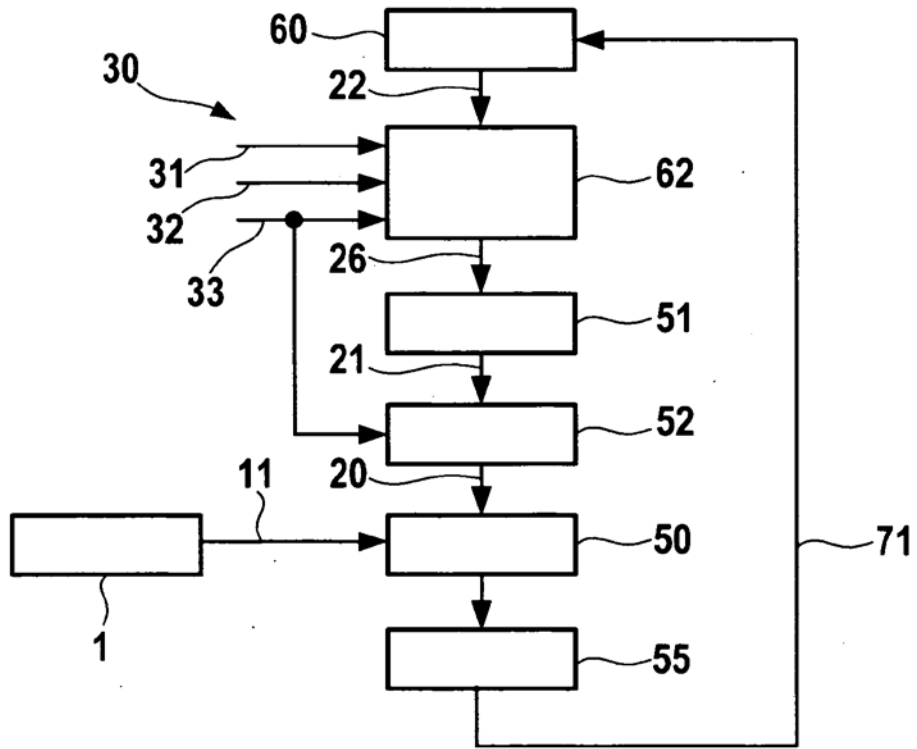


Fig. 5

Fig. 6

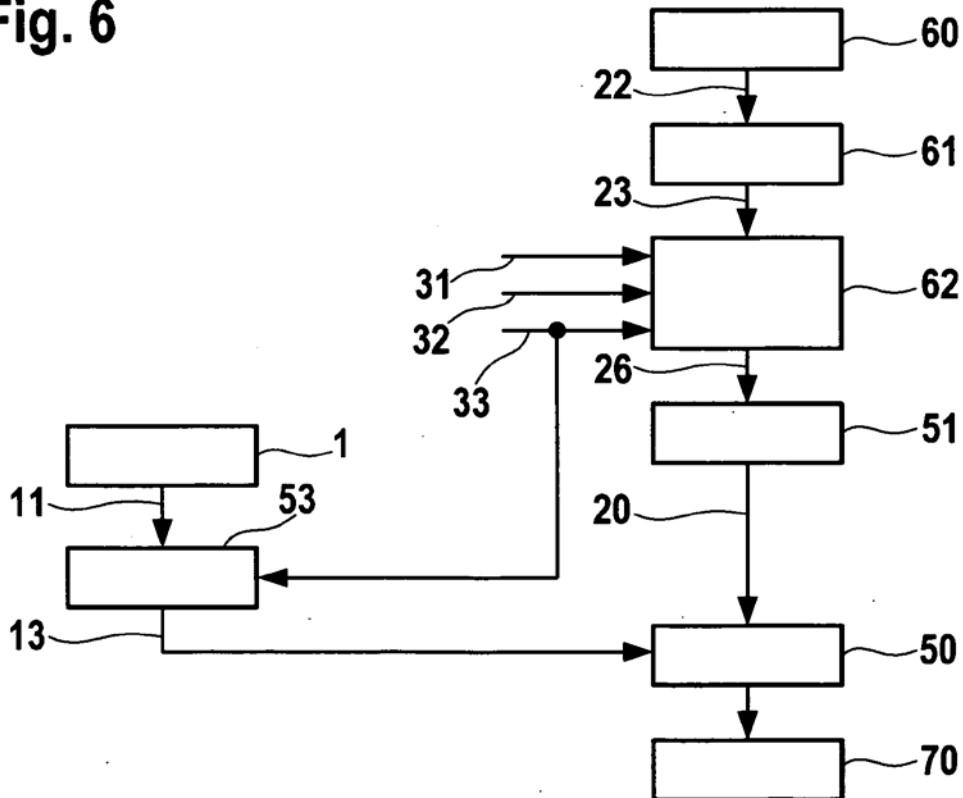


Fig. 7

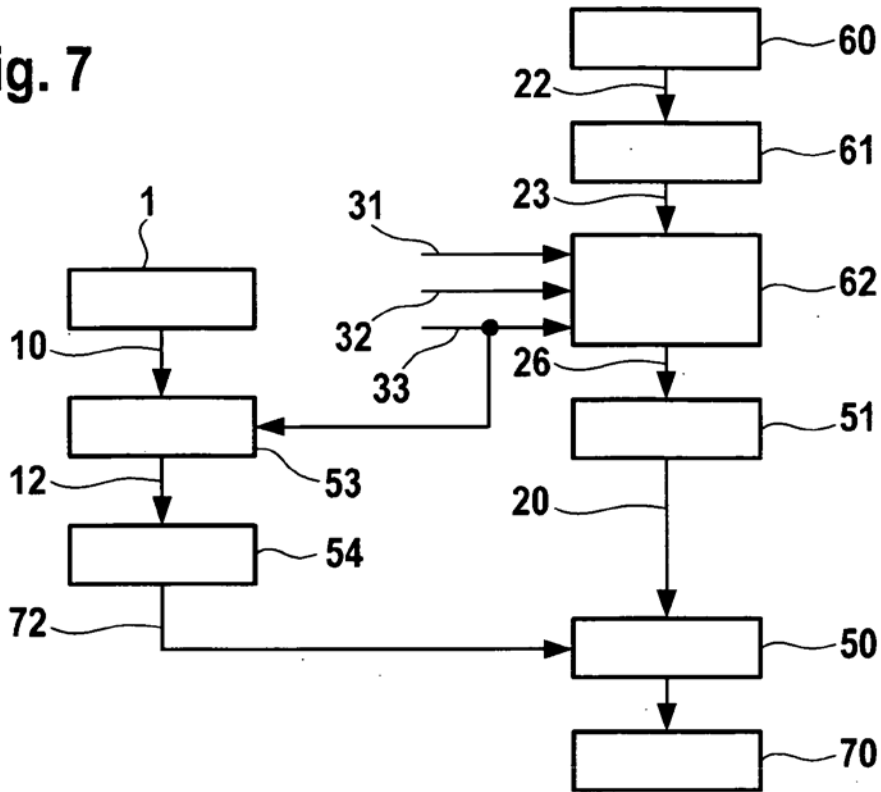


Fig. 8

