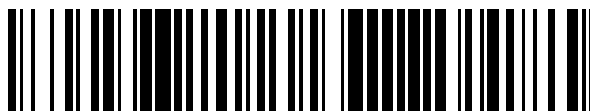


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 831 717**

51 Int. Cl.:

G01M 17/007 (2006.01)

G01M 15/02 (2006.01)

G01M 15/04 (2006.01)

G01M 15/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.11.2016 PCT/EP2016/076970**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.05.2017 WO17080999**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.11.2016 E 16797488 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.08.2020 EP 3374748**

54 Título: **Método para crear una prueba**

30 Prioridad:

11.11.2015 AT 509652015

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

09.06.2021

73 Titular/es:

**AVL LIST GMBH (100.0%)
Hans-List-Platz 1
8020 Graz, AT**

72 Inventor/es:

**MASCHMEYER, HAUKE y
BEIDL, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 831 717 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

Método para crear una prueba

- 5 La presente invención se refiere a un método para crear una prueba para realizar una ejecución de prueba para un elemento de prueba en un banco de pruebas, con el fin de evaluar una variable objetivo del elemento de prueba durante el proceso de desarrollo.
- 10 Emisiones admisibles de contaminantes de los vehículos (especialmente CO₂, CO, NO_x, y el número de partículas) se especifican por ley, por ejemplo, en el Reglamento (EC) Núm. 715/2007 del Parlamento Europeo y del Consejo, que define la Euro 5 y Euro 6 estándares. Cumplir con estos requisitos legales para vehículos se ha verificado hasta ahora mediante el uso de ciclos de prueba estandarizados (tales como el Nuevo ciclo de conducción europeo (NEDC)) en bancos de pruebas. En estos ciclos de prueba, el gas de escape producido durante el ciclo de prueba se recoge en el banco de pruebas y se evalúa. El problema que surge es que las condiciones en el banco de pruebas durante el ciclo de prueba estandarizado no son comparables a las condiciones del mundo real cuando el vehículo recorre una trayectoria del mundo real. Como tal, un vehículo puede cumplir con los requisitos legales mientras está en el banco de pruebas, pero aun así excederlos en el funcionamiento del mundo real.
- 15 Para evitar esto, las autoridades legales tratan de reubicar la verificación de los umbrales de emisión de contaminantes especificados desde el banco de pruebas a las carreteras reales. Esto requiere que las emisiones de contaminantes se midan y verifiquen con Sistemas de medición de emisiones portátiles (PEMS) mientras el vehículo se conduce realmente en una carretera real. Como un resultado, ya no hay un ciclo de prueba estandarizado, ya que el viaje en una vía pública con tráfico normal siempre se sujeta a influencias aleatorias. El objetivo de las autoridades legales es que un vehículo cumpla con los umbrales para emisiones de contaminantes bajo condiciones de funcionamiento normales, y no solo en el banco de pruebas. Las autoridades legales han publicado además especificaciones para evaluar las emisiones de contaminantes después de la conducción de la prueba, tal como el uso de ciertas herramientas de análisis de datos.
- 20 Las autoridades legales definen un procedimiento de prueba de Emisiones de conducción reales (RDE) con este fin. Esto ahora contiene ciertas especificaciones para la masa del vehículo, la temperatura ambiente, y la altitud a la que debe realizarse la prueba de conducción. En adición, el procedimiento define las proporciones de diferentes situaciones de conducción que deben incluirse en el procedimiento de prueba, tal como una división del 33 % ± 10 % entre carreteras urbanas, secundarias, y de acceso limitado, y al menos 16 km de cada una de estas, una velocidad del vehículo en el intervalo de 60-90 km/h para la ruta secundaria, una duración de la prueba de conducción de 90-120 min, etc. Debido a que esta prueba debe realizarse en una carretera pública, cada conducción de prueba se sujeta además a influencias aleatorias, tales como otros conductores, semáforos, etc. Esto deja inmediatamente claro que una conducción de prueba real no es reproducible; sino más bien, constituye una cadena de eventos esencialmente aleatoria.
- 30 Este cambio de paradigma tiene además un impacto directo en los fabricantes de vehículos para el desarrollo de nuevos vehículos.
- 35 Anteriormente, cada etapa de desarrollo podía verificarse en el banco de pruebas mediante el uso de ciclos de prueba estandarizados. Sólo fue necesario realizar el ciclo de prueba para cada elemento de prueba después de cada etapa de desarrollo, y evaluar las emisiones de contaminantes. Esto ya no es posible con el nuevo procedimiento de prueba RDE, ya que generalmente no es posible predecir si un vehículo recién desarrollado pasará el procedimiento de prueba RDE al final de su desarrollo al cumplir con los umbrales de emisiones de contaminantes. Sólo el vehículo terminado puede conducirse en una carretera real, es decir, el procedimiento de prueba RDE sólo puede realizarse en el mismo final del desarrollo. Si el vehículo no supera esta prueba, naturalmente habría enormes consecuencias para el fabricante del vehículo, que, en casos extremos, tendría que volver al menos parcialmente al comienzo de un proceso de desarrollo de años, con enorme gasto y dificultad.
- 40 Usar los ciclos de prueba estandarizados anteriores durante el desarrollo del vehículo no ayuda en este caso, ya que cumplir con los umbrales para emisiones de contaminantes en estos ciclos de prueba estandarizados no garantiza automáticamente cumplir con estos umbrales en el procedimiento de prueba RDE.
- 45 Sería posible combinar todos los estados de funcionamiento posibles de un vehículo en un escenario de prueba, y usar este escenario de prueba para la verificación en cada etapa de desarrollo. Sin embargo, esto es difícilmente constructivo, ya que la implementación de tal escenario de prueba en un banco de pruebas tomaría un tiempo muy largo, que retrasaría el desarrollo, y aumentaría los tiempos de uso del banco de pruebas, lo que es caro y, simplemente requeriría mucho tiempo de consumo. Crear un escenario de prueba de manera arbitraria no es además un enfoque constructivo; esto no garantizaría lograr cumplir con los requisitos legales en el procedimiento de prueba RDE.
- 50 En adición, no hay razón para creer que cada maniobra de conducción, tal como acelerar desde una velocidad baja del motor, pasar en una carretera secundaria, girar en el tráfico urbano, etc., tiene el mismo efecto sobre las emisiones

contaminantes en cada vehículo. Esto significa que un escenario de prueba puede ser adecuado para un vehículo, pero no para otro vehículo.

En principio, lo anterior aplica además del mismo modo a otras variables objetivo en el desarrollo de un vehículo, por ejemplo para la eficiencia de combustible de un vehículo aunque no existen requisitos legales con respecto a esto (al menos no aún). Sin embargo, la eficiencia de combustible es típicamente además un objetivo de desarrollo en el desarrollo del vehículo, por lo que se apunta a una eficiencia de combustible deseada, por ejemplo, en el procedimiento de prueba RDE.

Del mismo modo, puede haber además otras variables objetivo de desarrollo en adición a emisiones de contaminantes o la eficiencia de combustible, tal como la acústica del vehículo, la capacidad de conducción del vehículo, o la durabilidad del vehículo. También en estos casos, es importante crear pruebas adecuadas que hacen posible realizar pruebas en un banco de pruebas en las primeras etapas de desarrollo para garantizar que un procedimiento de prueba especificado se pasa posteriormente o que ciertos valores permitidos para las variables objetivo se cumplen.

A modo de ejemplo, el documento DE 10 2012 014 469 A1 describe un método para crear un plan de prueba para un motor de combustión interna por medio de la planificación de prueba estadística (DoE). En el método, se define un rango de valores de una variable objetivo en un área objetivo, y las variables manipuladas del motor se alteran durante un tiempo suficientemente largo para alcanzar las variables objetivo, en donde las variables manipuladas se configuran preferentemente automáticamente por medio de un controlador. Sin embargo, el método no es adecuado para la ejecución de prueba dinámica de un motor de combustión interna, en particular para simular las condiciones de funcionamiento del mundo real de un vehículo en el banco de pruebas y para ser capaz de extraer conclusiones sobre cumplir posteriormente con ciertos umbrales de una variable objetivo en el funcionamiento del vehículo del mundo real.

Por lo tanto es un objetivo de la invención especificar un método que haga posible crear escenarios de prueba para el desarrollo del vehículo que pueda usarse para pruebas de banco realizadas en un banco de pruebas durante el proceso de desarrollo, y que pueda permitir, en el mayor grado posible, garantizar el éxito posterior en un procedimiento de prueba preespecificado para una variable objetivo para el proceso de desarrollo, o el cumplimiento con un valor permitido para una variable objetivo.

Este objetivo se logra porque se realiza una prueba preliminar preespecificada con el elemento de prueba en el banco de pruebas, en la forma de una secuencia cronológica de maniobras de conducción, y se captura un valor de la variable objetivo, en donde las maniobras de conducción se seleccionan desde una base de datos de maniobras de conducción con maniobras de conducción almacenadas que se originan desde conducciones de pruebas correlacionadas con mediciones de conducción de pruebas del mundo real o simulaciones anteriores, y porque el resultado de la captura de la variable objetivo que se origina desde la prueba preliminar se divide en segmentos de prueba, y cada segmento de prueba se verifica para relevancia de la variable objetivo mediante el uso de un criterio de relevancia de la variable objetivo preespecificado, y porque una maniobra de conducción o una porción de la maniobra de conducción asignada al segmento de prueba se incorpora en la prueba si el segmento de prueba se encuentra que es relevante para la variable objetivo. Con este enfoque, se usa una prueba preliminar de manera que, para un elemento de prueba o vehículo específico, sólo las maniobras de conducción o las porciones de las maniobras de conducción que garantizan una estimulación correspondiente del elemento de prueba de manera que es crítica para la variable objetivo se incorporan en la prueba. De este modo, puede crearse una prueba compacta, rápida que sin embargo proporciona una gran cantidad de información con respecto a evaluar de la variable objetivo para cumplir con ciertos procedimientos de prueba o especificaciones. Este procedimiento hace posible descubrir puntos débiles en el elemento de prueba. Si el elemento de prueba demuestra valores de la variable objetivo significativos, tales como altas emisiones de contaminantes o alta eficiencia de combustible, durante las maniobras de conducción características, tal como acelerar desde una baja velocidad, esto puede ser una entrada importante para el proceso de desarrollo, que permite el enfoque específico en este tema.

Es particularmente ventajoso si se almacena un valor de relevancia de la variable objetivo en relación con una variable objetivo específica para una maniobra de conducción, y entonces sólo se seleccionan para la prueba preliminar las maniobras de conducción cuyo valor de relevancia de la variable objetivo excede un valor permitido de la variable objetivo. Este enfoque permite diseñar la prueba preliminar desde el principio para garantizar la mejor estimulación posible de la variable objetivo dada. Esto puede hacerse posible para mantener la prueba preliminar, y por lo tanto el tiempo del banco de pruebas requerido, lo más breve posible.

Puede ser ventajoso además si se almacenan ciertas condiciones límite del elemento de prueba para una maniobra de conducción, y sólo las maniobras de conducción que tienen condiciones límite que coinciden con el elemento de prueba se seleccionan para la prueba preliminar. Esto hace posible además enfocar la prueba preliminar muy específicamente en un elemento de prueba específico.

El método es más flexible si una maniobra de conducción se almacena como una maniobra de conducción genérica en la base de datos de maniobras de conducción, y una ruta que incluye la maniobra de conducción genérica se

selecciona como una maniobra de conducción desde una base de datos de rutas con rutas conocidas. Al especificar las rutas conocidas, la prueba preliminar puede diseñarse con alta adaptabilidad.

La presente invención se explica con más detalle más abajo con referencia a las Figuras 1 a la 7, que muestran modalidades de la invención ventajosas, ilustrativas, esquemáticas y no limitantes en donde:

La Figura 1 es una configuración del banco de pruebas típica para un elemento de prueba,
 La Figura 2 es un posible diseño de una unidad de simulación para simular una conducción de prueba virtual de un vehículo virtual,
 La Figura 3 es el resultado de una medición del valor objetivo cuando se realiza una prueba preliminar,
 La Figura 4 es la eliminación de ciertos eventos de la variable objetivo en la medición de la variable objetivo,
 La Figura 5 es una eliminación adicional de ciertos eventos de la variable objetivo en la medición de la variable objetivo,
 La Figura 6 es un posible resultado de la eliminación de ciertos eventos de la variable objetivo en la medición de la variable objetivo, y
 La Figura 7 es una posible secuencia del método de acuerdo con la invención.

La Figura 1 ilustra un banco de pruebas 1 típico para un elemento de prueba 2, que en este caso es un banco de pruebas de motores para un motor de combustión interna. El elemento de prueba 2 se conecta a una máquina de carga 3, por ejemplo, a través de un eje de conexión como se muestra en la Figura 1. Sin embargo, el elemento de prueba 2 puede ser además un tren de transmisión o un vehículo completo. En consecuencia, el banco de pruebas 1 sería un banco de pruebas del tren de transmisión o un banco de pruebas de rodillos, en donde es posible además proporcionarse para más de una máquina de carga, por ejemplo, una por semieje de conducción o por eje. El elemento de prueba 2 se opera en el banco de pruebas 1 de acuerdo con las especificaciones de una ejecución de prueba para obtener información con respecto a ciertas variables objetivo para el proceso de desarrollo del vehículo, tal como las emisiones de contaminantes, la eficiencia de combustible, el comportamiento acústico del vehículo, la capacidad de conducción del vehículo, la durabilidad del vehículo, etc. Si la variable objetivo para el proceso de desarrollo se refiere a las emisiones de contaminantes de un motor de combustión interna o a la eficiencia de combustible de un motor de combustión interna, el elemento de prueba 2 siempre tiene un motor de combustión interna.

El banco de pruebas 1 se controla por una unidad de automatización del banco de pruebas 4. Esto controla tanto el elemento de prueba 2 como la máquina de carga 3 de acuerdo con ciertas especificaciones (prueba). Por lo tanto, la prueba incluye toda la información necesaria para ser capaz de realizar la prueba en el banco de pruebas 1 con el elemento de prueba. Con este fin, por ejemplo, una velocidad n del elemento de prueba 2 puede establecerse a través de la máquina de carga 3, y el elemento de prueba 2 puede controlarse para generar un par T deseado, por ejemplo, por una unidad de control del motor ECU que especifica una posición α de la válvula de mariposa y/o una cantidad de combustible k . Los robots de conducción pueden proporcionarse además en un banco de pruebas de rodillos; estos accionan los elementos de funcionamiento del vehículo, tales como el pedal del acelerador, el pedal del freno, la palanca de cambios, de acuerdo con las especificaciones de la prueba que se realiza. Generalmente también hay un cierto número de sensores de medición (no mostrados) en el banco de pruebas 1, que se usan para capturar los valores actuales del par T_{ist} y la velocidad de rotación n_{ist} del elemento 2.

En dependencia de la variable objetivo Z para el proceso de desarrollo, los gases de escape del motor de combustión interna pueden suministrarse a las unidades de medición correspondientes para la variable objetivo Z , tales como una unidad de medición de emisiones 6, y las emisiones de contaminantes específicas, tales como CO_2 , CO , NO_x , puede medirse la masa total de hidrocarburos (THC) y/o el número de partículas (tales como partículas de hollín), y/o puede proporcionarse una unidad de medición de eficiencia de combustible 7 que mide la eficiencia de combustible del motor de combustión interna.

La unidad de automatización del banco de pruebas 4 recibe las especificaciones para la prueba a realizarse desde un controlador de prueba 5. En principio, sería concebible además que la unidad de automatización del banco de pruebas 4 y el controlador de prueba 5 se combinaran en una única unidad. El controlador de prueba 5 proporciona a la unidad de automatización del banco de pruebas 4 con valores de punto de ajuste específicos para cada etapa de tiempo k incluida por ejemplo, cada milisegundo de acuerdo con las especificaciones de la prueba, y estos entonces se convierten en las variables de control para el elemento de prueba 2 y/o la máquina de carga 3 por ejemplo, un par $T(k)$, un valor de carga (tal como una posición de la válvula de mariposa), o una velocidad $n(k)$ y entonces se regulan y/o establecen por la unidad de automatización del banco de pruebas 4 al controlar el elemento de prueba 2 y/o la máquina de carga 3 en el banco de pruebas 1.

En el caso más simple, la prueba puede definirse en el controlador de prueba 5 como una curva de velocidad o curva de par del vehículo basada en la distancia o basada en el tiempo simple, que entonces se convierte, por ejemplo, en un par T y una velocidad n del elemento de prueba 2. La prueba entonces se define como un curso fijo, preespecificado.

En una modalidad preferida, el controlador de prueba 5 incluye una unidad de simulación 10 (hardware de simulación y/o software de simulación) con la que se simula una conducción de prueba de un vehículo con un número de modelos de simulación, como se ilustra en la Figura 2. Con este fin, a modo de ejemplo, un modelo de conductor 11, un modelo

de vehículo 12, y un modelo de entorno 13 se implementan en la unidad de simulación 10 como un modelo de simulación; podrían implementarse, además, modelos adicionales, tales como un modelo de neumático, un modelo de carretera, etc. Por lo tanto, la unidad de simulación 10 simula el viaje de un vehículo virtual (modelo de vehículo 12) que se controla por un conductor virtual (modelo de conductor 11) a lo largo de una ruta de prueba virtual (modelo de entorno 13), y ciertos eventos tales como señales de tráfico, semáforos, otros conductores pueden simularse, etc. Los eventos se implementan por el conductor virtual en el modelo de conductor. Al parametrizar los modelos de simulación, pueden tenerse en cuenta además diversas influencias, tales como un conductor conservador o uno deportivo, las condiciones de la carretera, el clima, etc. Una parte del vehículo, tal como el motor de combustión interna o un tren de transmisión, se construye físicamente como hardware real en el banco de pruebas 1, como el elemento de prueba 2, y se opera con las especificaciones de la simulación de acuerdo con la prueba en el banco de pruebas 1. Este procedimiento para realizar una prueba se conoce bien además y a menudo se refiere como una prueba X en el lazo, la "X" que representa el elemento de prueba 2 dado que está realmente presente. Este tipo de ejecución de prueba es muy flexible y se acerca mucho al carácter de una conducción de prueba real con un vehículo real.

De acuerdo con la presente invención, ahora es una cuestión de definir una prueba, ya sea como una conducción de prueba virtual en una simulación o como una simple curva de velocidad/par basada en la distancia o basada en el tiempo, con la que puede probarse un elemento de prueba 2 de manera que un vehículo con este elemento de prueba 2 cumple las especificaciones para una variable objetivo Z para el proceso de desarrollo del vehículo con una alta probabilidad. En el caso donde las emisiones de contaminantes son la variable objetivo Z, por ejemplo, en el caso de un procedimiento de prueba RDE esto significa cumplir los requisitos legales con respecto a las emisiones de contaminantes. Para lograr este objetivo, se sigue el procedimiento que se describe más abajo, que asume una emisión de contaminantes como la variable objetivo Z sin restringir la generalidad del mismo.

El método procede de una prueba preliminar que contiene muchas maniobras de conducción FMx diferentes. Se entiende que una maniobra de conducción FMx es la aceleración, desaceleración, ralentí, velocidad constante, giro, etc. bajo ciertas condiciones límite tales como velocidad, par, ángulo de dirección, pendiente de la carretera, tráfico, etc. Una maniobra de conducción FMx puede ser además una combinación de tales procesos de conducción básicos. Una maniobra de conducción FMx puede dividirse además en las porciones de la maniobra de conducción FMAxy. Puede implementarse además una maniobra de conducción FMx como, a modo de ejemplo, de ejemplo, iniciar desde parado, acelerar fuera de una curva, cambiar la velocidad del vehículo, adelantar un vehículo lento, avanzar a una luz roja, etc. Cada viaje de un vehículo, y por lo tanto además una prueba, puede verse como una secuencia cronológica de tales maniobras de conducción FMx. Es inmediatamente evidente que puede haber una abundancia de tales maniobras de conducción FMx. Las maniobras de conducción FMx pueden almacenarse en una base de datos de maniobras de conducción. Las maniobras de conducción FMx almacenadas se originan, por ejemplo, de conducciones de pruebas medidas, desde el mundo real, desde simulaciones que ya se han realizado, etc.

Se crea entonces una prueba preliminar como una secuencia cronológica de tales maniobras de conducción FMx. Esto puede hacerse manualmente por un usuario, al seleccionar aleatoriamente las maniobras de conducción FMx, o por una selección específica (como se describirá en detalle más abajo). Es importante mencionar en este punto que las maniobras de conducción FMx deben combinarse de este modo que no existan discontinuidades en la prueba preliminar, lo que debe ser obvio. Por ejemplo, no sería realista si ocurriera un salto brusco en la velocidad entre dos maniobras de conducción FMx sucesivas. La prueba preliminar debe incluir muchas maniobras de conducción FMx diferentes, y estas deben cubrir preferentemente el mayor rango de funcionamiento posible (velocidad, par) del vehículo.

La prueba preliminar que se crea de este modo se ejecuta entonces en el banco de pruebas 1 con un elemento de prueba específico 2, y las emisiones de contaminantes se miden como la variable objetivo Z durante este tiempo. El resultado de tal medición se muestra en la Figura 3, mediante el uso del ejemplo de la cantidad total de emisiones de hidrocarburos THC graficado en la distancia s (aunque el tiempo podría graficarse además del mismo modo). Ya que se conoce la secuencia de las maniobras de conducción FMx en la prueba preliminar, cada punto en el eje de distancia (eje de tiempo) puede asignarse a una maniobra de conducción FMx específica o una porción de la maniobra de conducción FMAxy de la prueba preliminar AV. El diagrama revela muchos eventos de la variable objetivo ZE sucesivos (línea continua) en este caso, eventos de emisiones. Un valor que representa la variable objetivo Z, por ejemplo, la emisión de contaminantes, puede adicionarse sobre una cierta distancia (por ejemplo cada 50 m) como un evento de la variable objetivo. La línea horizontal de puntos denota un valor permitido para las variables objetivo Z por ejemplo, el umbral legal para emisiones de contaminantes (THC en este caso) y la línea de puntos denota un umbral de evaluación determinado, tal como 1,5 veces el umbral legal, donde es preferible que el umbral de evaluación sea $\geq$ que el umbral legal. El umbral de evaluación no tiene que ser necesariamente constante sobre la distancia s o en el tiempo; puede variar, además.

En una primera etapa, todos los eventos de la variable objetivo ZE que están por debajo del umbral de evaluación se establecen lógicamente en cero emisiones de contaminantes (indicado en la Figura 4). Esto deja sólo los eventos de la variable objetivo ZE que constituyen eventos de la variable objetivo críticos con respecto a la variable objetivo Z. En consecuencia, existen picos de eventos de la variable objetivo ZES por encima del umbral de evaluación, y además áreas en el medio, que se ignoran.

En la siguiente etapa, la distancia s se divide en segmentos de prueba TSm. Los segmentos de prueba TSm pueden ser de la misma longitud o de diferentes longitudes, por ejemplo, un segmento de prueba = 500 m. Por supuesto, la división en segmentos de prueba TSm debe ser favorable en este caso, por ejemplo, de manera que sólo está presente un pico de evento de la variable objetivo ZES en cada segmento de prueba TSm. Sin embargo, la división se realiza preferentemente como una función de las maniobras de conducción FMx, o cualesquiera porciones y de las maniobras de conducción FMx es decir, un segmento de prueba TSm se equipara con una maniobra de conducción FMx (como en la Figura 5) o con una porción de la maniobra de conducción FMAxy. Esto hace posible asignar picos de eventos de la variable objetivo directamente y fácilmente a una maniobra de conducción FMx o una porción de la maniobra de conducción FMAxy, que puede facilitar la evaluación.

A continuación, para una emisión de contaminantes como una variable objetivo Z para cada segmento de prueba TSm, la masa total de emisiones de contaminantes se determina en este segmento de prueba TSm (línea discontinua en la Figura 5). Una fracción de la masa total se define como la masa de evaluación, por ejemplo, el 10 % de la masa total (línea de puntos en la Figura 5). Para cada pico de evento de la variable objetivo ZES restante, la masa del evento asociada entonces se determina al determinar la masa total de cada pico de evento de la variable objetivo ZES (líneas continuas en la Figura 5), y todos los picos de eventos de la variable objetivo ZES cuya masa de eventos está por debajo de la masa de evaluación se establecen lógicamente en cero. Esto deja sólo unos pocos de los muchos picos de eventos de la variable objetivo ZES, como se muestra en la Figura 6.

Las maniobras de conducción FMx o las porciones de la maniobra de conducción FMAxy asociadas con estos picos de eventos de la variable objetivo entonces se combinan para la prueba, en donde la secuencia actual de las maniobras de conducción FMx o las porciones de la maniobra de conducción FMAxy no necesariamente necesita adherirse. En el ejemplo de acuerdo con la Figura 6, el segmento parcial TSm se corresponde a la maniobra de conducción FMx, que a su vez se divide en un número y de porciones de la maniobra de conducción FMAxy. La maniobra de conducción FMx completa, o sólo las porciones de la maniobra de conducción FMAx1, FMAx3, en las que se contiene un pico de evento de la variable objetivo, podrían entonces usarse para la prueba. Podrían, por supuesto, usarse, además, porciones de la maniobra de conducción FMAxy adicionales, por ejemplo para cumplir con otras especificaciones de un procedimiento de prueba (tal como el procedimiento de prueba RDE). Por supuesto es importante evitar o compensar por inconsistencias entre las maniobras de conducción FMx o las porciones de la maniobra de conducción FMAxy sucesivas en la prueba. Esto significa que sólo se conservan en la prueba las maniobras de conducción FMx o las porciones de la maniobra de conducción FMAxy que tienen un efecto significativo sobre el elemento de prueba 2 específico con respecto a la variable objetivo Z. Para un elemento de prueba 2 diferente o una variable objetivo Z diferente, la prueba que se crea puede lucir completamente diferente, ya que un elemento de prueba 2 diferente puede generar eventos de la variable objetivo completamente diferentes para la misma prueba preliminar. De este modo, una prueba preliminar que originalmente era muy larga puede condensarse en una prueba significativamente más corta, sin ninguna necesidad de aceptar impactos negativos en la verificación de la variable objetivo Z, por ejemplo, por medio de un procedimiento de prueba RDE. Por supuesto de este modo pueden examinarse diferentes variables objetivo Z, y la prueba puede componerse además por eventos de la variable objetivo ZE, que se componen de diferentes variables objetivo Z. Tal prueba entonces estimularía varias variables objetivo Z.

La primera etapa anterior por supuesto podría omitirse, además, y podría seleccionarse además un método de evaluación además de la masa de emisión en la segunda etapa particularmente como una función de la variable objetivo Z dada. Generalmente al hablar, el resultado de la medición de la variable objetivo Z que se origina desde la prueba preliminar se divide en segmentos de prueba TSm, y cada segmento de prueba TSm se verifica para la relevancia a la variable objetivo mediante el uso de un criterio de relevancia de la variable objetivo preespecificado para la variable objetivo Z. En la modalidad anterior, dos criterios de relevancia de la variable objetivo se definen específicamente, el umbral de evaluación en la primera etapa y la masa de evaluación en la segunda etapa. En consecuencia, la determinación de la relevancia crítica para la variable objetivo puede hacerse en múltiples etapas. Si se encuentra que un segmento de prueba TSm es de relevancia crítica para la variable objetivo, la maniobra de conducción FMx o la porción de la maniobra de conducción FMAxy asociada asignada al segmento de prueba TSm se incorpora en la prueba PV, y de lo contrario no.

La prueba PV creada de este modo en consecuencia contiene las maniobras de conducción FMx y/o las porciones de la maniobra de conducción FMAxy que estimulan específicamente los estados de funcionamiento críticos de la variable objetivo de un único vehículo, y esto es decisivo para verificar el comportamiento de la variable objetivo del vehículo, por ejemplo, como parte del procedimiento de prueba RDE. Con la prueba PV creada de este modo, el desarrollo del vehículo puede por lo tanto realizarse en todas las etapas de desarrollo, y la probabilidad de cumplir con ciertas especificaciones de la variable objetivo, por ejemplo, los umbrales legales para las emisiones de contaminantes durante una verificación en un procedimiento de prueba RDE, puede aumentarse significativamente.

Lo mismo aplica de manera análoga a otras variables objetivo Z, tal como la eficiencia de combustible, la capacidad de conducción, el comportamiento acústico, y la durabilidad, en adición a las emisiones de contaminantes.

El método descrito anteriormente puede mejorarse aún más si las maniobras de conducción FMx en la base de datos de maniobras de conducción contienen además información sobre la relevancia de la maniobra de conducción FMx dada con respecto a una variable objetivo Z específica. El antecedente para esto es que una maniobra de conducción

específica FMx, tal como acelerar desde una baja velocidad, puede tener una alta relevancia de la variable objetivo con respecto a una primera variable objetivo, pero una baja relevancia de la variable objetivo con respecto a una segunda variable objetivo. La relevancia de la variable objetivo puede especificarse como un valor de relevancia de la variable objetivo entero positivo, por ejemplo.

En adición a las maniobras de conducción FMx, los requisitos anteriores o las condiciones límite para las que es válida cada maniobra de conducción FMx pueden almacenarse además en la base de datos de maniobras de conducción. Las condiciones límite definen el elemento de prueba 2. Por ejemplo, puede haber maniobras de conducción FMx para motores de gasolina y diésel. Esta subdivisión puede perfeccionarse casi indefinidamente, por ejemplo, para motores de gasolina con procesos de combustión homogéneos, turbocompresor de gases de escape, y recirculación de gases de escape. Entonces, sólo las maniobras de conducción FMx que corresponden a estas condiciones límite se seleccionan desde la base de datos de maniobras de conducción, de acuerdo con el elemento de prueba 2.

Entonces, para la prueba preliminar AV, fuera de las maniobras de conducción FMx que corresponden a todas las condiciones límite relevantes, las una que tienen un valor de relevancia de la variable objetivo con respecto a una variable objetivo específica Z que es mayor que un valor permitido de la variable objetivo podrían seleccionarse. De este modo, puede crearse una prueba preliminar AV en el principio que contiene, en el mayor grado posible, sólo las maniobras de conducción FMx que tienen una relevancia de la variable objetivo teórica con respecto a la variable objetivo Z dada. La relevancia de la variable objetivo real para el elemento de prueba 2 dado entonces se encuentra al realizar la prueba preliminar en el banco de pruebas 1.

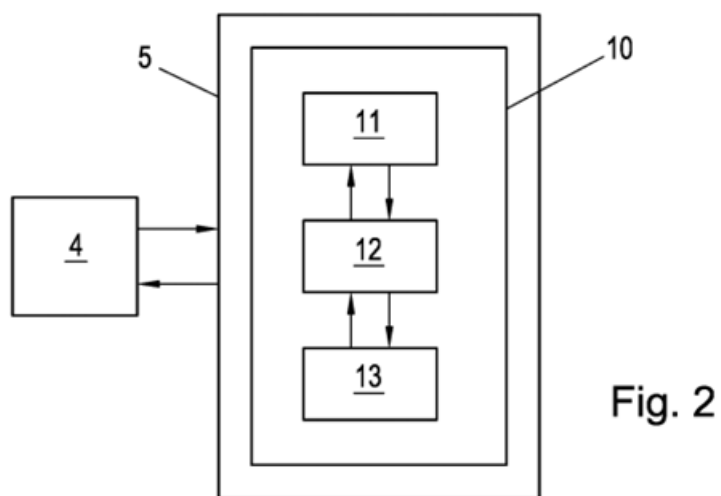
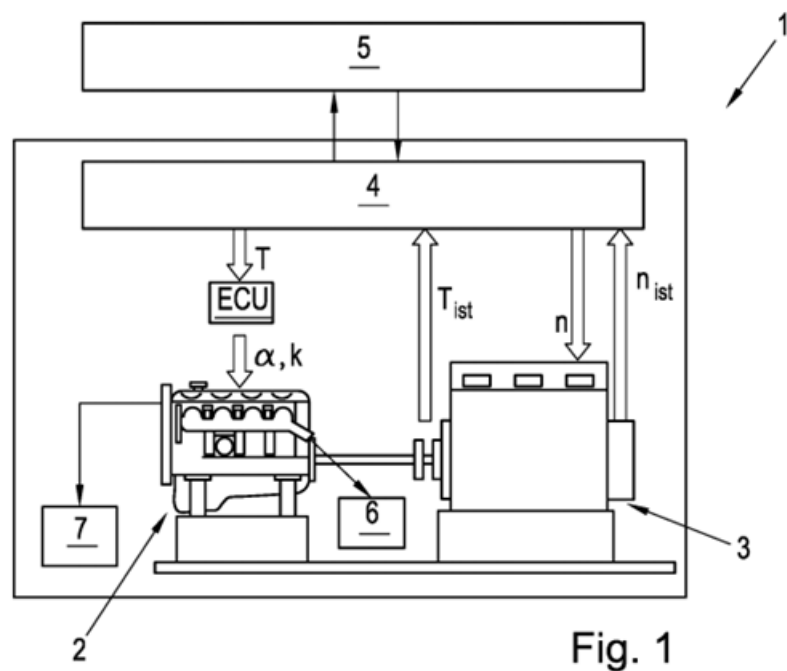
Puede contemplarse además que la base de datos de maniobras de conducción parcialmente sólo contiene maniobras de conducción FMx genéricas, por ejemplo, sólo conducción a velocidad constante o aceleración desde baja velocidad, etc. Sin embargo, se requieren maniobras de conducción específicas para crear una prueba AV y prueba PV preliminares a modo de ejemplo, conducción a velocidad constante a 60 km/h y RPM de 1.500/min, o aceleración desde 110 km/h a 1.500 RPM/min a 130 km/h a aceleración máxima, etc. Con este fin, puede proporcionarse una base de datos de rutas en la que se almacenan, rutas medidas o simuladas anteriormente, o simulaciones compiladas. Las rutas medidas son rutas que se han recorrido con un vehículo real y se han medido que incluyen la medición de velocidad, velocidad del motor, par, eventos (semáforos, señales de tráfico, tráfico, etc.), perfil de la carretera, etc. Para una maniobra de conducción FMx genérica, por ejemplo, acelerar desde un semáforo que se vuelve verde, entonces puede seleccionarse una ruta desde la base de datos de rutas en la que ocurre esta maniobra de conducción FMx. La ruta, o una cierta porción de la ruta (si se segmenta), entonces se adopta como una maniobra de conducción FMx específica. Las maniobras de conducción FMx pueden, sin embargo, almacenarse además como maniobras de conducción específicas en la base de datos de maniobras de conducción.

La posible secuencia del procedimiento se muestra en el diagrama de bloques de la Figura 7. Las condiciones límite para el elemento de prueba 2, por ejemplo, un motor de gasolina con turbocompresor de gases de escape y recirculación de gases de escape, se ingresan en una interfaz de usuario 20, junto con la variable objetivo Z relevante, por ejemplo emisiones de contaminantes o eficiencia de combustible V. En la creación de la prueba preliminar 21, las maniobras de conducción FMx que coinciden con estas condiciones límite se seleccionan desde una base de datos de maniobras de conducción 22. Si es necesario, puede accederse además a una base de datos de rutas 23 en la base de datos de maniobras de conducción 22 para convertir una maniobra de conducción genérica en una maniobra de conducción específica. La prueba preliminar AV creada de este modo puede ahora opcionalmente verificarse para posibles errores en una simulación 24 anterior. Con este fin, la prueba preliminar AV puede simularse con un modelo de vehículo F existente o un modelo de vehículo F especificado a través de la interfaz de usuario. Si ocurren errores o problemas, la etapa de crear la prueba preliminar AV puede repetirse o adaptarse en la creación de la prueba preliminar 21. Son concebibles además intervenciones manuales en este punto. Entonces se realiza la prueba preliminar AV en el banco de pruebas 1 con el elemento de prueba 2 específico, en la etapa de la caracterización del elemento de prueba 25. Los valores para la variable objetivo Z, tales como las emisiones de contaminantes o la eficiencia de combustible, se capturan mediante el uso de tecnología de medición. En una unidad de evaluación 26, se verifica el resultado de la medición o la captura de la variable objetivo Z para relevancia a la variable objetivo mediante el uso de un criterio de relevancia de la variable objetivo preespecificado. Las maniobras de conducción FMx o las porciones de la maniobra de conducción FMAxy con tal relevancia crítica de la variable objetivo entonces se combinan en la prueba PV en una creación de prueba 27, y consecuentemente se hacen disponibles en la interfaz de usuario 20. Las maniobras de conducción FMx o las porciones de la maniobra de conducción FMAxy con tal relevancia crítica de la variable objetivo podrían incluirse además en la base de datos de maniobras de conducción 22.

REIVINDICACIONES

1. Un método para construir una prueba (PV) para realizar una ejecución de prueba para una muestra de prueba (2) en un banco de pruebas (1), para examinar la muestra de prueba (2) con respecto a una variable objetivo (Z) del desarrollo, caracterizado porque una prueba de salida preespecificada (AV) en la forma de una secuencia de tiempo de maniobras de conducción (FMx) se realiza en el banco de pruebas (1) con la muestra de prueba (2) y al mismo tiempo se determina un valor de la variable objetivo (Z), en donde las maniobras de conducción (FMx) se seleccionan de una base de datos de maniobras de conducción (22) con maniobras de conducción (FMx) almacenadas que proceden de conducciones de pruebas medidas reales o simulaciones ejecutadas, en las que el resultado de la determinación de la variable objetivo (Z) desde la prueba de salida (AV) se divide en segmentos de prueba (TSm) y cada segmento de prueba (TSm) se verifica para la relevancia crítica de la variable objetivo por medio de un criterio de relevancia de la variable objetivo predeterminado, y en el que una maniobra de conducción (FMx) asignada al segmento de prueba (TSm) o un segmento de la maniobra de conducción asignado (FMAxy) se incluye en la prueba (PV) si se da la relevancia crítica de la variable objetivo del segmento de prueba (TSm).
5
10
15
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque se almacena un valor de relevancia de la variable objetivo con respecto a una variable objetivo específica (Z) para una maniobra de conducción (FMx), y sólo aquellas maniobras de conducción (FMx) de cuyo valor de relevancia de la variable objetivo sobrepasa un valor especificado de la variable objetivo se seleccionan para la prueba de salida (AV).
20
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque las condiciones límite específicas de la muestra de prueba (2) se almacenan para una maniobra de conducción (FMx), y sólo aquellas maniobras de conducción (FMx) de cuyas condiciones límite coinciden con la muestra de prueba (2) se seleccionan para la prueba de salida (AV).
25
4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a la 3, caracterizado porque se almacena una maniobra de conducción (FMx) como una maniobra de conducción genérica en la base de datos de maniobras de conducción (22), y se selecciona como una maniobra de conducción (FMx) una ruta que comprende la maniobra de conducción genérica desde una base de datos de rutas (23) que comprende rutas conocidas.
30

35



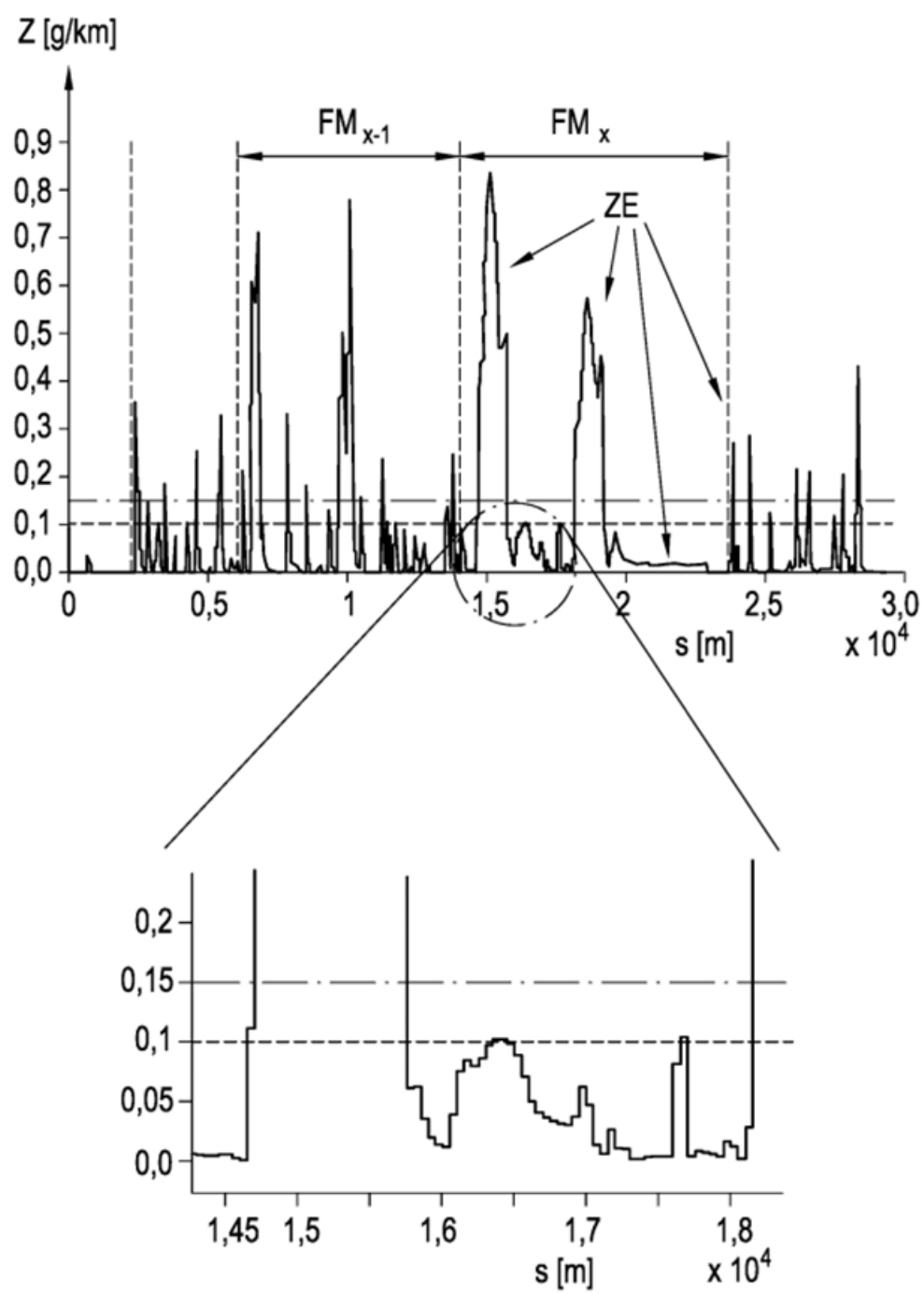


Fig. 3

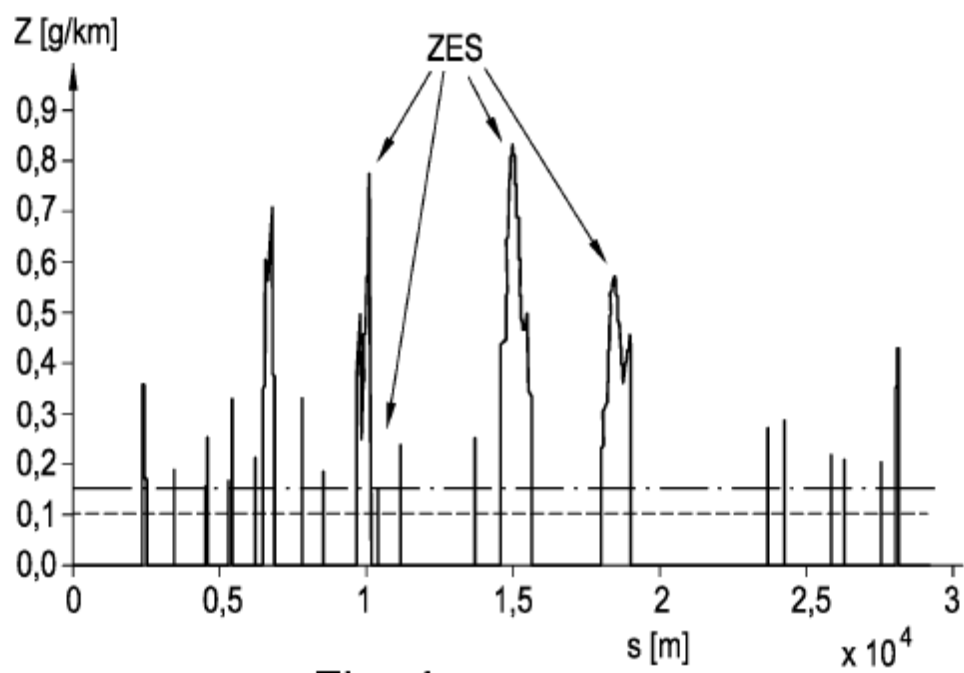


Fig. 4

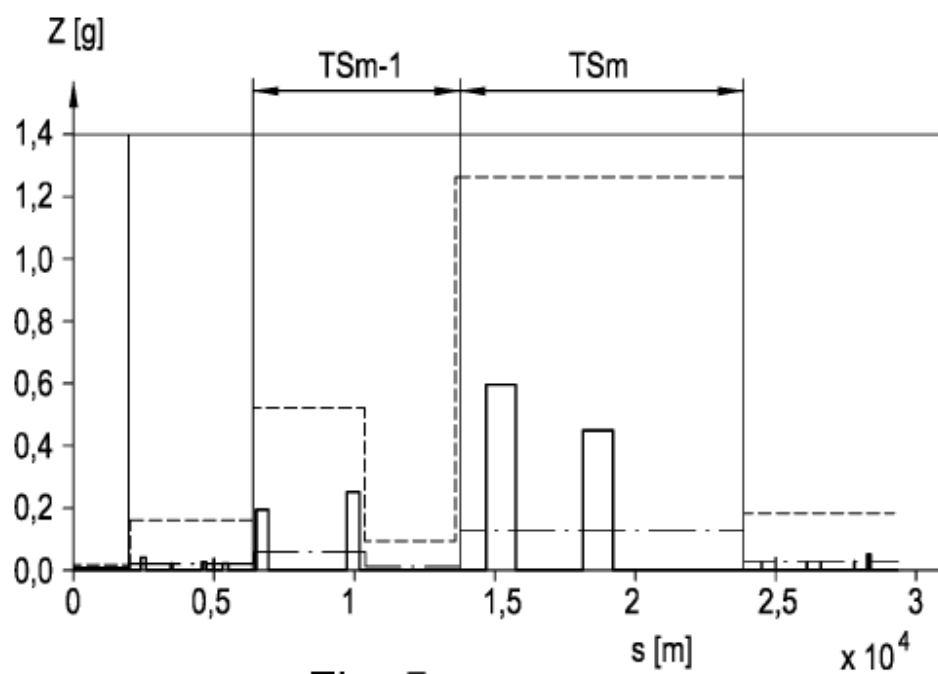


Fig. 5

