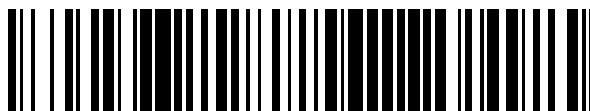


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 708 207**

51 Int. Cl.:

B60T 8/18 (2006.01)

B60T 8/172 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.09.2013** **PCT/EP2013/068601**

87 Fecha y número de publicación internacional: **20.03.2014** **WO14040949**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.09.2013** **E 13762777 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.10.2018** **EP 2872368**

54 Título: **Procedimiento para frenar un vehículo**

30 Prioridad:

13.09.2012 DE 102012216315

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

09.04.2019

73 Titular/es:

SIEMENS MOBILITY GMBH (100.0%)

Otto-Hahn-Ring 6
81739 München, DE

72 Inventor/es:

BATZ, FERDINAND y
STURM, DANIEL

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 708 207 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 para frenar un vehículo

La invención hace referencia a un vehículo y a un procedimiento para operar el vehículo.

La norma DIN 13452-1 establece un valor límite para una variación de la aceleración durante un frenado de servicio de un vehículo ferroviario del transporte urbano de pasajeros en $1,5 \text{ m/s}^3$. Los pasajeros perciben las variaciones de aceleración más elevadas como un tirón inercial. Para mantener el valor límite del tirón inercial requerido, la variación de la fuerza de frenado en un vehículo vacío se regula de modo que el valor límite del tirón inercial se alcance de forma precisa. Si la variación de la fuerza de frenado no se adapta en función de la carga, entonces el valor límite no se alcanza en el caso de un vehículo cargado. De este modo, un vehículo cargado presenta un recorrido de frenado prolongado en comparación con un vehículo vacío, también en el caso de la fuerza de frenado máxima, de forma proporcional con respecto al peso de la carga.

Los documentos US 6 249 735 B1, WO 03/029764 A1 y DE 10 2006 025 329 B3 describen procedimientos para determinar una fuerza de frenado de un vehículo en función de la masa del vehículo.

El objeto de la presente invención consiste en reducir el recorrido de frenado de un vehículo, observando al mismo tiempo un valor límite predeterminado para la variación de la velocidad durante el proceso de frenado.

Dicho objeto se soluciona a través de los objetos de las reivindicaciones independientes 1 y 11. En las características de las reivindicaciones dependientes se indican perfeccionamientos y variantes de la invención.

Un procedimiento según la invención para operar un vehículo, en particular un vehículo ferroviario del transporte de pasajeros, en particular del transporte urbano de pasajeros, comprende los pasos del procedimiento:

- determinación de la masa total real del vehículo en función de:

- una aceleración del vehículo, y

- una fuerza de tracción aplicada para acelerar el vehículo;

- formación y/o reducción de una fuerza de frenado para frenar el vehículo en función de su masa total.

En base a la fuerza de tracción que actúa sobre el vehículo resulta la aceleración del vehículo. La fuerza de frenado varía en el tiempo al inicio y al final del proceso de frenado. La variación en el tiempo de la fuerza de frenado tiene lugar en función de la masa total del vehículo determinada. De este modo, la fuerza de frenado se constituye y/o se reduce en particular de modo que no se supere un valor límite predeterminado para un tirón inercial.

La masa total del vehículo es el peso total del vehículo al instante de la determinación, multiplicado por la aceleración de la gravedad local. La masa total se compone de la masa en vacío del vehículo y de la masa de la carga. La aceleración está predeterminada del modo deseado.

Naturalmente pueden considerarse otros parámetros en la determinación de la masa total. Por tanto, según un primer perfeccionamiento de la invención, la determinación de la masa total del vehículo tiene lugar en función de fuerzas externas que actúan sobre el vehículo. Éstas son en particular fuerzas a modo de pesos que actúan sobre el vehículo y/o fuerzas de fricción que actúan sobre el vehículo. Las fuerzas externas se denominan también como fuerzas condicionantes.

Entre las fuerzas a modo de peso que actúan sobre el vehículo se encuentra en particular una fuerza orientada hacia abajo que actúa sobre el vehículo. Si el vehículo se encuentra en un plano inclinado, para una aceleración dada del vehículo puede aplicarse una fuerza aumentada orientada hacia arriba respecto a la fuerza orientada hacia abajo, así como reducida al mínimo cuesta abajo. Las fuerzas de fricción son por ejemplo una fuerza de fricción por rodamiento que actúa sobre el vehículo y/o una fuerza de resistencia del flujo que actúa sobre el vehículo.

La fuerza de fricción por rodamiento se produce por ejemplo entre las ruedas del vehículo y los raíles sobre los que se desplaza el vehículo. En particular en el caso de un desplazamiento en esquinas o curvas, esa fuerza de rodamiento por fricción se incrementa, ya que una pestaña de la rueda de una o de varias ruedas del vehículo, externas a la curva, puede dar contra un flanco de un raíl externo a la curva, de la vía. También en el caso de un trayecto recto, una pestaña de la rueda del vehículo puede dar contra un flanco de un raíl de la vía del vehículo, en particular cuando el vehículo se balancea mucho. Tanto la fuerza orientada hacia abajo, como también la fricción por rodamiento, dependen de la masa total del vehículo. La resistencia al flujo de un vehículo, en cambio, depende de la

velocidad del vehículo, con respecto al aire que se encuentra alrededor del vehículo. La misma depende de la masa total del vehículo.

Para la determinación de la fuerza orientada hacia abajo y/o de la fricción por rodamiento, el vehículo ferroviario presenta por ejemplo un receptor GPS, para determinar la posición del vehículo ferroviario. En una memoria del vehículo están almacenados datos del trayecto con ángulos de inclinación y/o radios de las curvas. Además, el vehículo presenta una unidad de ordenador para evaluar los datos del trayecto. De manera alternativa, para la determinación de la inclinación puede proporcionarse también un sensor de inclinación y/o para la determinación del radio de una curva está proporcionado un sensor de aceleración transversal.

Si se acelera un vehículo a partir del estado detenido, debe superarse primero una fuerza de arranque. En un perfeccionamiento, para determinar la masa total del vehículo, se determina la fuerza de tracción aplicada para la aceleración, en un proceso de aceleración, a partir del estado detenido del vehículo, en particular después de que fuese superada la fuerza de arranque, por ejemplo después de que el vehículo ha superado una velocidad mínima predeterminada, por ejemplo 2km/h. La determinación de la fuerza de tracción aplicada para la aceleración termina por ejemplo al alcanzarse o superarse una velocidad máxima predeterminada, o después de una duración predeterminada de la aceleración. Una ventana de tiempo típica para ello se ubica por ejemplo en 3,5 s. Ese proceso, según un perfeccionamiento, se repite en cada nuevo proceso de aceleración a partir del estado detenido, cuando las puertas del vehículo detenido se han abierto. Debido a ello es posible que se modifique la carga del vehículo. Si las puertas permanecen cerradas usualmente no varía la carga del vehículo.

Se determina la fuerza de tracción aplicada para la aceleración del vehículo, en particular en función del par de rotación generado, de los motores de accionamiento del vehículo. El par de accionamiento de un motor de accionamiento puede deducirse por ejemplo mediante su corriente del motor. De manera alternativa, se predetermina la fuerza de tracción aplicada para acelerar el vehículo a través de la posición de una palanca de control del vehículo. La aceleración en sí misma puede tener lugar en base a la variación de la velocidad de la señal de un indicador del número de revoluciones en un carro de rodamiento del vehículo.

Si la masa total del vehículo supera un valor umbral predeterminado, puede emitirse una señal, en particular al conductor del vehículo. Además, mediante la masa total instantánea puede calcularse la masa de la carga y eventualmente puede emitirse, cuando la masa en vacío del vehículo es conocida. En función de la carga puede estimarse la cantidad de los pasajeros transportados y eventualmente puede emitirse. La masa en vacío está predeterminada o, según la invención, se determina en el estado vacío del vehículo, por ejemplo al salir del depósito, y se almacena en una memoria.

Al inicio y/o al final del proceso de frenado del vehículo, una fuerza de frenado para frenar el vehículo se incrementa y/o se reduce en función de su masa total a lo largo del tiempo, donde la variación en el tiempo de la fuerza de frenado se ubica en un intervalo de magnitud constante, predeterminada, con un valor máximo y un valor mínimo proporcional al valor máximo, donde el valor máximo aumenta al aumentar la masa total del vehículo, que se incrementa. La distancia del valor máximo y mínima está predeterminada. El estado del intervalo depende de la masa total del vehículo.

El objeto consiste en seleccionar una variación en el tiempo de la fuerza de frenado para el frenado del vehículo, de modo que el tirón inercial, por tanto la variación en el tiempo de la aceleración que actúa sobre los pasajeros, se mantiene prácticamente de forma constante en el valor máximo permitido, por tanto, por ejemplo, en un intervalo predeterminado, entre 1,4 m/s³ y 1,5 m/s³. El valor mínimo de ese intervalo predeterminado es mayor que cero, el valor máximo se toma por ejemplo en base a la normativa.

La fuerza de frenado, según la invención, se eleva y/o se reduce a lo largo del tiempo durante el proceso de frenado, aproximadamente de forma lineal. La inclinación de las líneas de la fuerza de frenado, marcada a lo largo del tiempo, es esencialmente proporcional a la masa total instantánea del vehículo. La misma se calcula nuevamente en particular antes de cada frenado o bien después de cada determinación de la masa total del vehículo, por tanto, en particular después de una variación de la masa total del vehículo.

Para realizar el procedimiento según la invención, un vehículo según la invención, en particular un vehículo ferroviario del transporte urbano de pasajeros, comprende una unidad de ordenador que es adecuada y que está diseñada de forma correspondiente para calcular una masa total instantánea del vehículo ferroviario en función de cualquier aceleración, predeterminada, del vehículo ferroviario, y de una fuerza de tracción aplicada para acelerar el vehículo ferroviario. Además, la unidad de ordenador es adecuada para calcular una fuerza de frenado para frenar el vehículo, en particular una variación en el tiempo de la fuerza de frenado - una formación y/o reducción de la fuerza de frenado y, de modo correspondiente, un aumento de la fuerza de frenado que se asocia a esto, y/o una disminución de la fuerza de frenado, en función de la masa total del vehículo ferroviario. El sistema de frenado del vehículo, de manera correspondiente, es adecuado para frenar el vehículo ferroviario en función de la masa total instantánea del vehículo ferroviario, calculada por la unidad de ordenador, y con respecto a ello, para aplicar la

fuerza de frenado calculada por la unidad de ordenador, en particular para realizar la formación en el tiempo y/o la reducción de la fuerza de frenado calculada por la unidad de ordenador.

La invención admite numerosas formas de ejecución. La misma se explica en detalle mediante el siguiente ejemplo de realización.

- 5 La aceleración instantánea a del vehículo con una velocidad mínima predeterminada $v_{\min}$ resulta de:

$$a = \frac{F_z - F_w - F_H - F_K}{m_{\text{leer}} * (1 + k_{\text{rot}}) + m_{\text{Zul}}} \quad (1)$$

(1), con la fuerza de tracción F_z , la resistencia al avance F_w , la fuerza orientada hacia abajo F_H , la resistencia debida a las curvas F_K , la masa en vacío m_{leer} , la carga m_{Zul} y la parte de las masas rotativas en la masa en vacío del vehículo k_{rot} .

- 10 $v_{\min}$ asciende por ejemplo aproximadamente a 2-3 km/h. En el caso de una velocidad $v < v_{\min}$ del vehículo debería considerarse eventualmente la así llamada fuerza de arranque.

F_w depende de la fricción por rodamiento $F_R = (m_{\text{leer}} + m_{\text{Zul}}) * \mu * g * \sin \alpha$, con el coeficiente de rozamiento μ , y de la resistencia al flujo del vehículo. La resistencia al avance depende del vehículo. Para la misma, de manera aproximada, y derivado de la fórmula de Davis, es válido: $F_w = (m_{\text{leer}} + m_{\text{Zul}}) * (k_1 + k_2 * v) + k_3 * v^2$ (2). k_1 a k_3 son constantes de resistencia al avance, específicas del vehículo, que fueron determinadas por ejemplo en un ensayo de desaceleración libre, o que sencillamente fueron estimadas, v es la velocidad instantánea del vehículo. Los coeficientes están almacenados en una memoria del vehículo, adecuada para ello.

- 15 Para F_H es válido en cambio: $F_H = (m_{\text{leer}} + m_{\text{Zul}}) * g * \sin \alpha$ (3), en donde es g la gravitación y α es el ángulo de inclinación del trayecto, debajo del vehículo. De este modo, F_H depende de la masa total instantánea del vehículo. α es positivo en el caso de un trayecto ascendente en la dirección de marcha del vehículo.

Para F_K es válido en cambio: $F_K = (m_{\text{leer}} + m_{\text{Zul}}) * g * \sin \alpha$ (3), en donde es g la gravitación y α es el ángulo de inclinación del trayecto, debajo del vehículo. De este modo, F_H depende de la masa total instantánea del vehículo. α es positivo en el caso de un trayecto ascendente en la dirección de marcha del vehículo.

- 20 La resistencia debida a las curvas F_K depende por ejemplo del ancho de la vía, de la masa total del vehículo y del radio de las curvas. La misma puede no considerarse en trayectos de arranque después de paradas.

De este modo, a partir de la ecuación (1) resulta

$$m_{\text{Zul}}(a, v, F_z, \alpha) = \frac{-a * m_{\text{leer}} * k_{\text{rot}} + F_z - k_3 * v^2}{a + k_1 + k_2 * v - g * \sin \alpha} - m_{\text{leer}} \quad (4)$$

- 25 La velocidad real/velocidad instantánea del vehículo $v > v_{\min}$, en el caso de un diámetro de la rueda conocido, se determina por ejemplo mediante un indicador del número de revoluciones. De manera alternativa pueden emplearse también para ello datos de GPS. Son conocidos otros métodos para determinar una velocidad de un vehículo, y están comprendidos aquí. A continuación, en base a ello se determina la aceleración a . La fuerza de tracción F_z requerida se conoce por ejemplo a partir de la desviación de una palanca de control. El ángulo de inclinación α puede leerse a partir de una base de datos del trayecto, mediante datos de GPS.

- 30 Naturalmente, las fórmulas presentadas son válidas sólo hasta una velocidad máxima predeterminable $v_{\max} \ll$ velocidad de la luz c , por ejemplo hasta $v_{\max} < 1000 \text{ km/h}$. Un vehículo ferroviario del transporte urbano de pasajeros usualmente alcanza velocidades inferiores a 200 km/h.

Para mantener el tirón inercial por debajo de un valor límite predeterminado, el frenado de un vehículo ferroviario, por lo tanto, se introduce lentamente de modo correspondiente, elevando sólo lentamente la fuerza de frenado.

- 35 Además, el frenado es guiado lentamente, reduciendo lentamente la fuerza de frenado al finalizar el frenado. A través del procedimiento según la invención, la fuerza de frenado puede regularse de modo que el frenado tiene lugar con una variación de la aceleración de frenado, próxima al valor límite.

En cambio, si el peso total del vehículo no es conocido, usualmente el frenado se introduce y/o es guiado aumentando y/o reduciendo la fuerza de frenado de manera que el valor máximo predeterminado para la variación de la aceleración de frenado se alcanza solamente en el caso de un vehículo vacío, ya que la fuerza de frenado se regula en el caso de una masa en vacío conocida del vehículo vacío. No obstante, si el vehículo está cargado, debido a lo cual se incrementa la masa del vehículo, resulta a partir de ello una prolongación del recorrido de frenado, en comparación con un frenado en donde se alcanza el valor límite predeterminado para la variación de la aceleración de frenado.

- 40 En cambio, si el peso total del vehículo no es conocido, usualmente el frenado se introduce y/o es guiado aumentando y/o reduciendo la fuerza de frenado de manera que el valor máximo predeterminado para la variación de la aceleración de frenado se alcanza solamente en el caso de un vehículo vacío, ya que la fuerza de frenado se regula en el caso de una masa en vacío conocida del vehículo vacío. No obstante, si el vehículo está cargado, debido a lo cual se incrementa la masa del vehículo, resulta a partir de ello una prolongación del recorrido de frenado, en comparación con un frenado en donde se alcanza el valor límite predeterminado para la variación de la aceleración de frenado.

$$R = \frac{da}{dt}$$

Para el tirón inercial R aplica: Éste depende de la masa total del vehículo y de la variación de la fuerza de frenado dF_B/dt . Para mantener constante el tirón inercial, por ejemplo en el caso de un $R_{\max} = 1,3 \text{ m/s}^3$ preferente, la variación en el tiempo de la fuerza de frenado debe adaptarse en función de la carga. Suponiendo que durante la formación de la fuerza de frenado y/o de la reducción de la fuerza de frenado, durante la introducción y/o el guiado de un proceso de frenado, no se presentan variaciones significativas de la resistencia al avance, de la fuerza

5

$$\frac{da}{dt} = \frac{-dF_B/dt}{m_{\text{lever}} * (1 + k_{\text{rot}}) + m_{\text{Zul}}} \quad (5)$$

orientada hacia abajo o de la resistencia debida a curvas, aplica: (5). Si ha sido determinada la masa total del vehículo, la variación en el tiempo de la fuerza de frenado puede regularse de modo

$$R_{\max} = \frac{da_{\max}}{dt}$$

que se alcanza el valor límite

$$dF_B/dt = -\frac{da_{\max}}{dt} * (m_{\text{lever}} * (1 + k_{\text{rot}}) + m_{\text{Zul}})$$

10 puede mantenerse para todos los procesos de frenado, hasta que se abren las puertas y pasajeros suben o bajan, variando con ello la carga y, por tanto, también la masa total del vehículo.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para operar un vehículo, el cual presenta los siguientes pasos del procedimiento:

- determinación de la masa total del vehículo en función de:

- una aceleración del vehículo, y

- una fuerza de tracción aplicada para acelerar el vehículo;

- formación y/o reducción de una fuerza de frenado para frenar el vehículo en función de su masa total,

caracterizado porque la fuerza de frenado se incrementa o se reduce linealmente a lo largo del tiempo, donde el gradiente es proporcional a la masa total del vehículo.

2. Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la determinación de la masa total del vehículo tiene lugar además en función de:

- fuerzas externas que actúan sobre el vehículo.

3. Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque la determinación de la masa total del vehículo tiene lugar en función de:

- fuerzas a modo de pesos que actúan sobre el vehículo y/o

- fuerzas de fricción que actúan sobre el vehículo.

4. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque para la determinación de la masa total real del vehículo es conocida la masa en vacío m_{leer} del vehículo y la carga real m_{zul} se calcula según la

$$m_{\text{zul}}(a, v, F_z, \alpha) = \frac{-a * m_{\text{leer}} * k_{\text{rot}} + F_z - k_3 * v^2}{a + k_1 + k_2 * v - g * \sin \alpha} - m_{\text{leer}}$$

siguiente fórmula: con la aceleración a , la fuerza de tracción F_z , la parte conocida de las masas rotativas de la masa en vacío del vehículo k_{rot} , la velocidad instantánea v del vehículo, el ángulo de inclinación del trayecto α , la gravitación g y constantes de resistencia al avance k_1 a k_3 , específicas del vehículo.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque la formación y/o la reducción de una fuerza de frenado para frenar el vehículo tiene lugar según la siguiente fórmula:

$$\frac{dF_b}{dt} = -\frac{da_{\text{max}}}{dt} * (m_{\text{leer}} * (1 + k_{\text{rot}}) + m_{\text{zul}}) * \frac{da_{\text{max}}}{dt}$$

con la masa en vacío conocida m_{leer} del vehículo, la parte conocida de las masas rotativas de la masa en vacío del vehículo k_{rot} , la carga real m_{zul} y el valor límite del tirón inercial

predeterminado $\frac{da_{\text{max}}}{dt}$.

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque la determinación de la masa total real del vehículo tiene lugar en el caso de un proceso de aceleración a partir del estado detenido del vehículo.

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque la determinación de la fuerza de tracción aplicada para acelerar el vehículo se deduce en función de la posición de una palanca de control del vehículo.

8. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la determinación de la fuerza de tracción aplicada para acelerar el vehículo tiene lugar en función de una corriente del motor, de un motor del vehículo.

9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque en el caso de superarse un valor umbral predeterminado para una masa total del vehículo predeterminada, se emite una señal.