

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 776 446**

51 Int. Cl.:

G01B 21/12 (2006.01)

B61K 9/12 (2006.01)

G01P 3/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2016 E 16202666 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2020 EP 3182063**

54 Título: **Procedimiento para determinar un diámetro actual de una rueda**

30 Prioridad:

17.12.2015 DE 102015225702

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

30.07.2020

73 Titular/es:

**THALES MANAGEMENT & SERVICES
DEUTSCHLAND GMBH (100.0%)
Thalesplatz 1
71254 Ditzingen, DE**

72 Inventor/es:

KRIEGER, MARTIN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Nuria

ES 2 776 446 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 determinar un diámetro actual de una rueda

5 Antecedentes de la invención

La invención se refiere a un procedimiento para determinar un diámetro actual de rueda de una rueda de un vehículo, en particular de un vehículo ferroviario, que comprende las etapas:

- 10 a) depositar un valor inicial del diámetro de la rueda,
- b) medir un parámetro de la velocidad de rotación de la rueda en un momento de medición t_i ($i = 1 \dots n$),
- c) determinar una velocidad de referencia independiente del parámetro de la velocidad de rotación en el momento de medición t_i ,
- 15 d) determinar un valor estimado de un parámetro del diámetro de la rueda en el momento de medición t_i partiendo de la velocidad de referencia determinada en la etapa c) y el valor del parámetro de la velocidad de rotación de la rueda medido en la etapa b),
- e) repetir las etapas b) a d) para diferentes momentos de medición t_i ,
- f) determinar un valor de corrección del diámetro de la rueda para un momento de evaluación a partir de los valores estimados determinados.

20 Un procedimiento de este tipo se ha dado a conocer en el documento US 8,874,345 B2. En el procedimiento descrito en este documento, el valor numérico del valor inicial es sustituido por el valor numérico del valor de corrección basado en una diferencia entre las velocidades.

25 Las mediciones del recorrido y la velocidad de marcha se determinan en muchos casos en función del número de revoluciones de la rueda del vehículo correspondiente. En particular, en sistemas de protección de trenes, para ello es necesario conocer exactamente el diámetro de la rueda con una precisión de hasta 3 mm.

30 La determinación de una velocidad de marcha de un vehículo mediante un sensor del número de revoluciones requiere el conocimiento de una circunferencia de rodadura de una rueda que rueda en una vía, cuyo número de revoluciones es medido por el sensor del número de revoluciones. Lo mismo es válido para la medición de un recorrido realizado con ayuda de un contaje de las revoluciones realizadas de la rueda. La circunferencia de rodadura de la rueda se calcula habitualmente a partir de un diámetro de la rueda. El diámetro de la rueda puede medirse antes del montaje de la rueda en el vehículo con un esfuerzo relativamente reducido, siempre que no se conozca ya por la fabricación de la rueda.

35 No obstante, las ruedas de un vehículo, por ejemplo de un vehículo ferroviario, que ruedan en una vía, por ejemplo en un carril, se desgastan durante el funcionamiento del vehículo. Por lo tanto, para la medición exacta de la velocidad de marcha y del recorrido mediante sensores de revoluciones, es necesario conocer el diámetro actual de rueda de la rueda. El diámetro de la rueda de un vehículo ferroviario puede reducirse por ejemplo en el funcionamiento hasta un 12 % en comparación con un valor inicial. En este caso ya no es posible una determinación exacta de la velocidad de marcha y del recorrido a partir de informaciones relacionadas con las revoluciones de la rueda, en particular con una desviación del valor de medición del valor real de un máximo del 0,3 % admisible en el tráfico ferroviario (con un diámetro de la rueda de por ejemplo 1000 mm más/menos 3 mm).

40 Por lo tanto, debe determinarse en intervalos regulares el diámetro actual de la rueda durante el funcionamiento del vehículo. En vehículos ferroviarios se realizan para ello habitualmente mediciones manuales en el marco de medidas de mantenimiento con un esfuerzo relativamente grande. En el caso de una medición manual existe además el peligro de una medición incorrecta o de una entrada incorrecta del valor de medición.

45 Como alternativa a ello es conocido realizar recorridos de calibrado en recorridos de referencia seleccionados con puntos de referencia exactamente medidos. También este procedimiento requiere un esfuerzo muy grande respecto a la preparación de los recorridos de referencia y la realización regular de los recorridos de calibrado. Además, durante los recorridos de calibrado, el vehículo habitualmente no está disponible para su uso previsto.

50 En el procedimiento conocido por el documento US 8,874,345 B2 para la corrección automática del tamaño depositado de una rueda se determina repetidas veces una desviación entre una velocidad de un vehículo determinada con ayuda de un parámetro de la velocidad de rotación de una rueda y el tamaño depositado de la rueda y una velocidad de referencia del vehículo independiente de ello, calculándose a partir de ello un valor estimado para el tamaño de la rueda. Partiendo de ello, se corrige el valor depositado para el tamaño de la rueda. No obstante, en este caso existe el peligro de que no se reconocen errores en la determinación de la velocidad de referencia independiente del parámetro de la velocidad de rotación, de modo que finalmente se determina un valor de corrección incorrecto para el tamaño de la rueda. Esto puede ser especialmente problemático cuando se evalúan la velocidad de marcha y el recorrido del vehículo en el marco de un sistema de protección de trenes. Esto es especialmente peligroso cuando se determina por ejemplo un diámetro de la rueda demasiado pequeño, puesto que en este caso los valores para la velocidad de marcha y el recorrido determinados a partir de las revoluciones de la rueda son más bajos que los valores

reales.

Objetivo de la invención

5 Por ello, el objetivo de la presente invención es indicar un procedimiento que permita determinar un diámetro actual de rueda de una rueda de un vehículo de forma fiable, precisa y segura durante el funcionamiento del vehículo.

Descripción de la invención

10 Este objetivo se consigue de acuerdo con la invención mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

15 La invención prevé que se determine un valor esperado del diámetro de la rueda para el momento de evaluación partiendo del valor inicial del diámetro de la rueda y un valor de un primer parámetro de rendimiento kilométrico del vehículo, y que se compare el valor de corrección con el valor inicial del diámetro de la rueda y que el valor numérico del valor inicial solo es sustituido por el valor numérico del valor de corrección si el valor de corrección es al menos una desviación mínima inferior al valor inicial, y si la diferencia numérica entre el valor de corrección y el valor esperado está por debajo de un valor límite de plausibilidad.

20 La sustitución del valor numérico del valor inicial por el valor numérico del valor de corrección se denominará en lo sucesivo también etapa g).

25 Determinándose a partir del valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico un valor esperado del diámetro de la rueda, se permite la realización de un control de plausibilidad para el valor de corrección. El valor esperado describe el valor que debería tener el diámetro de la rueda según la experiencia con el valor actual del primer parámetro de rendimiento kilométrico. El valor esperado puede calcularse, por ejemplo, restándose del valor inicial un valor de desgaste proporcional al valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico. De acuerdo con la invención, de este modo pueden tenerse en cuenta en el procedimiento informaciones conocidas (por ejemplo por ensayos o por la experiencia) acerca del comportamiento de desgaste de la rueda en función del primer parámetro de rendimiento kilométrico.

30 El primer parámetro de rendimiento kilométrico puede contener en particular informaciones acerca de un tiempo de funcionamiento del vehículo, un recorrido realizado por el vehículo, una información resumida acerca de un desarrollo de la aceleración longitudinal del vehículo, preferentemente ponderada con la masa total del vehículo o de un tren que incluye el vehículo y/o una información resumida acerca de un desarrollo de una fuerza que actúa del vehículo a vagones acoplados con el vehículo. El valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico se elige habitualmente al determinar el valor esperado de acuerdo con el momento de evaluación t_a fijado para determinar el valor de corrección en la etapa f).

35 Mediante la comparación de la diferencia numérica entre el valor de corrección y el valor esperado y el valor límite de plausibilidad puede garantizarse que errores de medición que se producen eventualmente en la etapa b) y/o en la etapa c) y/o errores de cálculo (por ejemplo por una programación incorrecta o defectos electrónicos) en la etapa d) y/o en la etapa f) no conduzcan a que en la etapa g) se fije un valor numérico muy incorrecto del valor de corrección para el diámetro de la rueda. El valor límite de plausibilidad para la diferencia numérica entre el valor de corrección y el valor esperado puede ser definido de forma absoluta (por ejemplo 0,3 mm) o de forma relativa (por ejemplo un 0,03 %) respecto al valor de corrección o al valor esperado.

45 Predeterminándose la desviación mínima entre el valor de corrección y el valor inicial puede conseguirse que el valor numérico del valor inicial solo es sustituido por el valor numérico del valor de corrección si el diámetro de la rueda se ha reducido de forma significativa. De este modo se evita que ya cambios muy pequeños del diámetro de la rueda conduzcan a una adaptación frecuente del valor numérico del valor inicial. Estas adaptaciones realizadas con una frecuencia excesiva podrían conducir eventualmente a lo largo tiempo (es decir, cuando el procedimiento de acuerdo con la invención se aplica múltiples veces) a errores sucesivos y por lo tanto a desviaciones considerables del valor numérico actual del valor inicial del valor real del diámetro actual de la rueda. Este peligro puede evitarse de acuerdo con la invención mediante la especificación de la desviación mínima. La desviación mínima puede definirse como valor absoluto (por ejemplo 0,5 mm) o relativo (por ejemplo un 0,05 %) del valor inicial.

50 El parámetro de la velocidad de rotación es habitualmente una velocidad de referencia, medida en particular como número de revoluciones (número de las revoluciones alrededor de un eje de rueda por unidad de tiempo) de la rueda. El número de revoluciones de la rueda se mide preferentemente directamente en la rueda o en un eje unido de forma no giratoria con la rueda. De forma alternativa, el parámetro de la velocidad de rotación también puede ser una velocidad de referencia de un árbol, cuya velocidad de referencia tiene una relación conocida, en particular fija, respecto a la velocidad de referencia de la rueda. Puede ser por ejemplo una velocidad de rotación de un árbol de transmisión de un engranaje o una velocidad de rotación de un árbol del motor de un motor de accionamiento que actúa sobre la rueda.

65 La velocidad de referencia independiente del parámetro de la velocidad de rotación puede calcularse a partir de un

intervalo de tiempo que se necesita para pasar por un recorrido de medición con una longitud conocida. El recorrido de medición puede estar preparado con una longitud previamente conocida. De forma alternativa, la longitud del recorrido de medición puede determinarse con un sistema de determinación de la posición, por ejemplo GPS. Preferentemente, la velocidad de referencia se mide con una precisión que es mejor que una precisión definida por el valor límite de plausibilidad para la actualización del diámetro de la rueda.

El parámetro del diámetro de la rueda tiene una relación conocida respecto al diámetro de la rueda. Preferentemente, el parámetro del diámetro de la rueda es el diámetro de la rueda propiamente dicho. De forma alternativa, pueden tenerse en cuenta por ejemplo un radio de la rueda o una circunferencia de rodadura de la rueda. Al determinar el valor estimado para el parámetro del diámetro de la rueda en la etapa d), puede calcularse en particular un cociente de la velocidad de referencia y del parámetro de la velocidad de rotación. Habitualmente, en la etapa d) se parte de una rueda no deformada, en particular circular, que rueda sin resbalamiento.

Mediante la repetición de las etapas b) a d) se obtiene un grupo de valores estimados del parámetro del diámetro de la rueda para diferentes momentos de medición t_i . Este grupo de valores estimados contiene en particular también una información acerca del desarrollo de los valores estimados a lo largo del tiempo, que se expresa en la asignación de un valor estimado al momento de medición t_i correspondiente. Esta información también puede tenerse en cuenta en la determinación del valor de corrección del diámetro de la rueda, de la forma que se describirá a continuación. En el caso más sencillo, el valor de corrección puede elegirse como el último valor estimado determinado. Como alternativo es concebible calcular el valor de corrección como valor medio de los valores estimados, siendo posible preferentemente darle más peso a los valores estimados determinados más tarde. A continuación, se describirán variantes especialmente ventajosas para el cálculo del valor de corrección.

Si se cumplen las condiciones previas de acuerdo con la invención anteriormente descritas, el valor numérico del valor inicial es sustituido por el valor numérico del valor de corrección. En este caso, es preferentemente volver a realizar el procedimiento de acuerdo con la invención. Mediante la sustitución del valor inicial por el valor de corrección en la etapa g), se deposita un nuevo valor inicial de acuerdo con la etapa a) para la posterior realización del procedimiento.

Variantes preferibles del procedimiento de acuerdo con la invención

En una variante ventajosa está previsto que a los valores estimados determinados en la etapa d) se les asigne respectivamente un valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico, y que en la etapa f) se determine el valor de corrección del diámetro de la rueda mediante un cálculo de compensación a partir de los valores estimados y los valores asignados del primer parámetro de rendimiento kilométrico. Gracias a la asignación de un valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico a los valores estimados correspondientes puede representarse mejor un desarrollo del diámetro de la rueda respecto a una solicitud que genera desgaste expresada por el primer parámetro de rendimiento kilométrico que mediante la asignación del momento de medición t_i correspondiente. El cálculo de compensación puede comprender determinar una recta de compensación según el método de los mínimos cuadrados del error y evaluarlos para un valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico. En particular, puede usarse el valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico en el momento de la realización de la etapa f) en la evaluación del cálculo de compensación. Esto corresponde a una extrapolación más allá del último momento de medición t_n . Gracias a ello, el valor de corrección puede determinarse de forma especialmente precisa, si el valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico ha subido significativamente desde el último momento de medición t_n . De forma alternativa, el valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico en el último momento de medición t_n en el que se realizaron las etapas b) y c) puede usarse para la evaluación del cálculo de compensación. Esto corresponde a una determinación del valor de corrección para este último momento de medición t_n ; es decir, es válido $t_a=t_n$. Esto es apropiado, por ejemplo, si la etapa f) se realiza directamente después del último momento de medición t_n .

También es preferible una variante en la que está prevista que a los valores estimados determinados en la etapa d) se les asigne respectivamente un valor de al menos dos parámetros de rendimiento kilométrico, que en la etapa f) se determine en primer lugar para cada parámetro de rendimiento kilométrico un valor intermedio de corrección del diámetro de la rueda mediante un cálculo de compensación a partir de los valores estimados y los valores asignados del parámetro de rendimiento kilométrico correspondiente, y que el valor de corrección se determine a partir de los valores intermedios de corrección, usándose preferentemente el valor intermedio de corrección más elevado como valor de corrección. Por lo tanto, a cada valor estimado se asigna un valor de un primer parámetro de rendimiento kilométrico y un valor de un segundo parámetro de rendimiento kilométrico. Además, se asigna preferentemente a cada valor estimado un valor de un tercer parámetro de rendimiento kilométrico. Como parámetros de rendimiento kilométrico pueden usarse en particular: un tiempo de funcionamiento del vehículo, un recorrido del vehículo, una integral del tiempo respecto al valor de la aceleración longitudinal del vehículo, ponderándose preferentemente la aceleración longitudinal con la masa de un tren que incluye el vehículo. Gracias al uso de varios parámetros de rendimiento kilométrico puede tenerse en cuenta y compensarse que puede cambiar la dependencia de un desgaste de la rueda del parámetro de rendimiento kilométrico correspondiente en caso de haber diferentes condiciones de funcionamiento. Los parámetros de rendimiento kilométrico se miden preferentemente a partir del momento en el que se deposita el valor inicial del diámetro de la rueda en la etapa a). Con el uso del valor intermedio de corrección más elevado, se pretende que el valor real del diámetro de la rueda no sea mayor que el valor intermedio de corrección más elevado usado, de modo que en el posterior funcionamiento del vehículo un tacómetro no indica una velocidad

de marcha o un recorrido inferior de los que corresponden a la realidad. De forma alternativa, el valor de corrección puede calcularse por ejemplo como un valor medio de los valores intermedios de corrección.

5 También es preferible una variante en la que se realiza para cada velocidad de referencia determinada en la etapa c) un control de plausibilidad respecto al valor inicial del diámetro de la rueda y del valor correspondiente del parámetro de la velocidad de rotación de la rueda. En este caso se comprueba si una desviación (numérica) entre la velocidad de referencia y una velocidad de tacómetro del vehículo calculada con el valor inicial del diámetro de la rueda y el valor medido del parámetro de la velocidad de rotación no rebasa un valor límite de referencia. Si se rebasa el valor límite de referencia, se repiten las etapas b) y c). De este modo pueden desecharse mediciones de la velocidad de referencia que están afectados aparentemente por errores grandes.

15 Es especialmente preferible una variante en la que se realiza la etapa b), mientras que el vehículo se encuentra en una situación de marcha predefinida. Habitualmente, la etapa c) también se realiza mientras el vehículo se encuentra en una situación de marcha predefinida. Las etapas b) y c) se realizan preferentemente al mismo tiempo. La situación de marcha predefinida puede comprender por ejemplo, en particular también en combinación: el vehículo no es propulsado o frenado, la vía se extiende aproximadamente en horizontal (por ejemplo subida/bajada inferior al 1 %), aceleración longitudinal reducida del vehículo (por ejemplo inferior a $0,2 \text{ m/s}^2$), velocidad en un intervalo determinado (por ejemplo entre 30 y 50 km/h) y/o un estado de la vía (por ejemplo seca, plana). De este modo puede conseguirse que se produzca solo un resbalamiento reducido de la rueda (por ejemplo inferior al 0,5 de desviación entre una velocidad longitudinal en traslación de un centro de la rueda medido respecto a una vía y una velocidad circunferencial de un punto en la circunferencia de rodadura de la rueda medida respecto al eje de giro de la rueda en el vehículo). Preferentemente, el resbalamiento también puede medirse directamente y tenerse en cuenta en la situación de marcha predefinida. Un resbalamiento reducido durante la medición mejora la precisión del procedimiento. De forma alternativa, la etapa b) puede realizarse mientras el resbalamiento de la rueda corresponde aproximadamente (por ejemplo con una desviación de un máximo del 10 %) a un resbalamiento medio que se produce habitualmente en el funcionamiento del vehículo. Al determinar una velocidad de tacómetro (a partir del valor depositado del diámetro de la rueda y del valor del parámetro de la velocidad de rotación durante el funcionamiento) del vehículo se compensa en este caso el resbalamiento medio.

20 Es especialmente preferible un perfeccionamiento de esta variante, en el que cada vez que el vehículo se encuentra en la situación de marcha predefinida, se realiza la etapa b). En este caso pueden acumularse muchos valores de medición del parámetro de la velocidad de rotación en caso de haber buenas condiciones de medición. Esto mejora la precisión del procedimiento.

25 También es ventajoso un perfeccionamiento en el que se crea la situación de marcha predefinida para realizar la etapa b). Si la situación de marcha predefinida no se presenta automáticamente con una frecuencia suficiente, la misma puede ser creada para poder registrar un número suficiente de valores de medición en buenas condiciones de medición.

30 Es especialmente preferible un perfeccionamiento en el que la situación de marcha predefinida comprende que el vehículo se encuentra en un estado sin tracción. Sin tracción significa en particular que el vehículo no es propulsado ni frenado. En este caso no se produce prácticamente ningún resbalamiento entre la rueda y la vía. Esto evita errores sistemáticos que pueden resultar de un eventual resbalamiento al aplicarse el procedimiento. El diámetro de la rueda puede determinarse con una precisión especialmente buena.

35 En un perfeccionamiento ventajoso está previsto que en un plan de desplazamientos para el vehículo se predeterminen el momento y/o el lugar en los que se crea la situación de marcha. Al elaborar el plan de desplazamientos pueden tenerse en cuenta secciones de vía especialmente adecuadas. De este modo también puede garantizarse que se presente la situación de marcha, de modo que la etapa b) puede realizarse en buenas condiciones.

40 Es especialmente preferible una variante en la que la velocidad de referencia se determina independientemente de los datos de localización del vehículo. Esto permite realizar en el momento de medición t_i correspondiente una breve medición individual de la velocidad de referencia y del parámetro de la velocidad de rotación. En este caso, las condiciones de medición solo deben ser adecuadas durante un intervalo de tiempo corto. En un procedimiento para la determinación de la velocidad de referencia a partir de datos de localización del vehículo y del tiempo transcurrido al pasar por una sección de vía intermedia debe haber por el contrario condiciones de medición óptimas durante distancias e intervalo de tiempos más largos. En particular, una duración de la medición para la determinación de la velocidad de referencia en la etapa c) puede ser como máximo de 0,5 s, preferentemente como máximo de 0,3 s. También es preferible que el vehículo recorra durante la determinación de la velocidad de referencia en la etapa c) como máximo 50 m, preferentemente como máximo 30 m. En caso de tiempos de medición o secciones de medición tan cortos, se producirían errores demasiado grandes en caso de una determinación de la velocidad de referencia basada en la localización.

45 También es ventajosa una variante que prevé que en la determinación de la velocidad de referencia en la etapa c) se tenga en cuenta una diferencia del tiempo de propagación de dos señales de medición, siendo enviadas las señales de medición preferentemente por el vehículo. La determinación de la velocidad de referencia puede realizarse en este

caso por ejemplo de forma sencilla con un sistema de láser que emite señales luminosas pulsadas. Correspondientemente, también pueden usarse señales acústicas pulsadas, en particular señales ultrasónicas.

5 Es especialmente preferible una variante que prevé que en la determinación de la velocidad de referencia en la etapa c) se aproveche el efecto Doppler. Para la determinación de la velocidad de referencia puede usarse por ejemplo un sistema de radar. En particular, puede medirse de forma especialmente sencilla y exacta la velocidad de referencia de un vehículo ferroviario mediante un sensor de radar que emite a un balastado de la vía.

10 Es especialmente preferible un perfeccionamiento de esta variante en el que está previsto que la velocidad de referencia se determine mediante un receptor GPS dispuesto en el vehículo y que el receptor GPS facilite informaciones cualitativas acerca de la calidad de la velocidad de referencia. De este modo, la velocidad de referencia puede determinarse de forma especialmente precisa y con unos gastos mínimos para aparatos adicionales. Un receptor GPS está dispuesto habitualmente de por sí en el vehículo. Este se usa de acuerdo con la invención no solo para la determinación de la posición, usándose por el contrario también el efecto Doppler respecto a satélites de un sistema GPS para la determinación de la velocidad de referencia. Las informaciones cualitativas pueden comprender en particular: el número de satélites al menos 12^o por encima del horizonte, la dilución horizontal de la precisión (en inglés: Horizontal Dilution of Precision (HDOP)). Las informaciones cualitativas pueden usarse para decidir si los valores de medición anteriormente registrados del parámetro de la velocidad de rotación y de la velocidad de referencia deben desecharse o tenerse en cuenta. Esto mejora la fiabilidad y la precisión del procedimiento.

20 También es ventajosa una variante en la que está previsto que se determine para el momento de medición t_i correspondiente una velocidad de control determinándose preferentemente la velocidad de control con ayuda de un recorrido realizado por el vehículo y el tiempo requerido para ello, y que la etapa d) solo se realice si una desviación, preferentemente una desviación numérica, entre la velocidad de referencia y la velocidad de control no rebasa un valor límite de control. Al rebasarse el valor límite de control se desechan para este momento el valor del parámetro de la velocidad de rotación determinado en la etapa b) y la velocidad de referencia determinada en la etapa c) y el procedimiento prosigue con la etapa b). Por lo tanto, pueden detectarse de forma fiable errores en la determinación de la velocidad de referencia y desecharse mediciones incorrectas, de modo que aumentan la precisión y la fiabilidad del procedimiento.

30 Es preferible una variante que está caracterizada por que para cada valor estimado determinado en la etapa d) se realiza un control de plausibilidad respecto al valor inicial del diámetro de la rueda y/o de los valores estimados determinados en momentos de medición t_i anteriores. En particular, puede compararse cada valor estimado con uno o varios valores estimados determinados anteriormente. En este caso, también puede tenerse en cuenta que el diámetro de la rueda se vuelve cada vez más pequeño durante el funcionamiento del vehículo, de modo que también los valores estimados deben ser cada vez más reducidos, al menos en comparación con valores estimados que se determinaron en un pasado suficientemente lejano. En la comprobación de la plausibilidad puede tenerse en cuenta el primer parámetro de rendimiento kilométrico, por ejemplo estimándose como debería diferenciarse el valor estimado actual de un valor estimado del pasado en vista de la diferencia de los valores respectivamente asignados del primer parámetro de rendimiento kilométrico. De este modo pueden detectarse y desecharse valores estimados determinados de forma incorrecta, de modo que no influyen negativamente en la calidad del valor de corrección. Unos valores estimados incorrectos pueden resultar en particular de errores de medición en las mediciones anteriores en las etapas b) y c) o pueden surgir por un procesamiento incorrecto de los resultados de la medición.

45 Es especialmente preferible una variante en la que está previsto que para cada valor estimado determinado en la etapa d) partiendo del valor inicial del diámetro de la rueda y del valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico del vehículo en el momento de medición t_i se determine un valor esperado intermedio del parámetro del diámetro de la rueda y que el valor estimado se compara con el valor esperado intermedio del parámetro del diámetro de la rueda y se desecha el valor estimado si la diferencia numérica entre el valor estimado y el valor esperado intermedio rebasa un valor límite estimado. Los reconocimientos acerca de la reducción del diámetro de la rueda a medida que aumenta el primer parámetro de rendimiento kilométrico pueden usarse para detectar valores estimados determinados de forma incorrecta. Estos pueden desecharse en este caso, de modo que no influyen negativamente en la calidad del valor de corrección.

55 Otra variante del procedimiento de acuerdo con la invención prevé que esté depositado un valor de montaje para el diámetro de la rueda y que para el caso de que el valor de corrección rebase el valor inicial al menos lo que corresponde a una desviación mínima y la diferencia numérica entre el valor de corrección y el valor de montaje esté por debajo de un valor límite de montaje, el valor numérico del valor inicial es sustituido por el valor máximo o que se genera una señal de advertencia. En caso de un aumento brusco del valor esperado del diámetro de la rueda, que está situado cerca del valor de montaje, se parte de que se ha olvidado reponer el valor inicial después del montaje. De acuerdo con la variante de acuerdo con la invención, en este caso el valor inicial se pone automáticamente al valor de montaje o se emite una señal, por ejemplo para el conductor para que proceda a una reposición manual. El diámetro de la rueda puede adaptarse en este caso mediante el procedimiento anteriormente descrito a diámetros reales dado el caso más pequeños.

65 Otras ventajas de la invención resultan de la descripción y del dibujo. Igualmente las características mencionadas y

que van a exponerse con más detalles se emplean de acuerdo con la invención en cada caso individualmente o reunidas en combinaciones discrecionales. Las formas de realización mostradas y descritas no han de entenderse como enumeración cerrada, sino más bien tienen carácter ejemplar para la explicación de la invención.

5 Descripción detallada de la invención y dibujo

Un ejemplo de realización de la invención se representa en el dibujo.

- 10 La Figura 1a muestra un diagrama esquemático de flujo de una primera variante de un procedimiento de acuerdo con la invención para determinar un diámetro actual de la rueda a partir de varias mediciones de un parámetro de la velocidad de rotación de una rueda y una velocidad de referencia independiente de esta.
- 15 La Figura 1b muestra un recorte de un diagrama esquemático de operaciones de un primer perfeccionamiento de la variante del procedimiento de la Figura 1a teniéndose en cuenta varios parámetros de rendimiento kilométrico diferentes.
- La Figura 1c muestra un recorte de un diagrama esquemático de operaciones de un segundo perfeccionamiento de la variante del procedimiento de la Figura 1a teniéndose en cuenta una velocidad de control.
- La Figura 1d muestra el recorte opcional de una variante especial del procedimiento de acuerdo con la invención representado en la Figura 1a con línea de trazo interrumpido con el que se tienen en cuenta subidas bruscas del diámetro de la rueda.
- 20 La Figura 2a muestra un diagrama esquemático de valores medidos para un parámetro de la velocidad de rotación indicado respecto al tiempo de la medición.
- La Figura 2b muestra un diagrama esquemático de valores de medición correspondientes de una velocidad de referencia indicados respecto al tiempo de la medición.
- 25 La Figura 2c muestra una representación esquemática del desarrollo de un primer parámetro de rendimiento kilométrico respecto al tiempo. La Figura 2d muestra un diagrama de valores estimados para el diámetro de la rueda indicados respecto al primer parámetro de rendimiento kilométrico y una recta de compensación correspondiente.
- 30 La Figura 3 muestra un diagrama esquemático de operaciones de una segunda variante de un procedimiento de acuerdo con la invención.

La Figura 1a muestra un diagrama esquemático de flujo de una primera variante de un procedimiento de acuerdo con la invención para determinar un diámetro actual de la rueda a partir de varias mediciones de un parámetro de la velocidad de rotación de una rueda y una velocidad de referencia independiente de esta. En primer lugar se deposita un valor inicial AW para el diámetro de rueda de una rueda de un vehículo, por ejemplo en un elemento de almacenamiento electrónico de un ordenador de a bordo del vehículo. A continuación, se inicializa (se pone a cero) un contador Z para secuencias de medición y a continuación se incrementa (se suma uno). A continuación, se determinan en una secuencia de medición para un momento de medición t_i los valores de un parámetro de la velocidad de rotación DGP para la rueda y una velocidad de referencia VREF independiente del parámetro de la velocidad de rotación. A partir de los valores del parámetro de la velocidad de rotación DGP y de la velocidad de referencia VREF se calcula a continuación un valor estimado SW para el diámetro de la rueda. El valor estimado SW se deposita en una memoria de valores estimados SWS.

45 A continuación, se comprueba si ya se ha realizado con éxito un número n predeterminado de ciclos de medición, es decir, si ya se han determinado n valores estimados SW plausibles. En caso de que no sea así, se suma uno en el contador Z para las secuencias de medición y se realiza una nueva secuencia de medición. Si hay n valores estimados SW, se determina para un momento de evaluación t_a un valor de corrección KW para el diámetro de la rueda. Para el momento de evaluación t_a se mide también el valor de un primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP. El primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP puede ser el recorrido del vehículo desde la determinación del valor inicial AW.

50 A continuación, se comprueba si el valor de corrección KW es plausible. Para ello se calcula con ayuda del valor medido del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP un valor esperado EW para el diámetro de la rueda. El valor esperado EW refleja una reducción conforme a la experiencia del diámetro de la rueda en comparación con el valor inicial AW a medida que aumenta el primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP. Habitualmente, el valor esperado EW se reduce linealmente con el valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP (medido a partir del momento en el que se deposita el valor inicial AW) partiendo del valor inicial AW. No obstante, también puede suponerse que hay una dependencia no lineal. En esta comprobación de la plausibilidad se comprueba si la diferencia numérica entre el valor de corrección KW y el valor esperado EW es inferior a un valor límite de plausibilidad PG. Es decir, se comprueba si el valor de corrección KW es aproximadamente tanto más pequeño que el valor inicial AW como debería ser el caso de acuerdo con la experiencia con el valor que se presenta del primer parámetro de rendimiento kilométrico.

65 Si el valor de corrección KW es plausible, se comprueba además si el valor de corrección es al menos una desviación mínima MA inferior al valor inicial AW. Si esto no es el caso, o si el valor de corrección no es plausible, se vuelve a

inicializar el contador Z y el procedimiento descrito se repite. Si se respeta también la desviación mínima MA, el valor numérico del valor inicial AW es sustituido por el valor numérico del valor de corrección KW. A continuación, puede volver a realizarse el procedimiento.

5 La Figura 1b muestra un recorte de un diagrama esquemático de operaciones de un primer perfeccionamiento de la variante del procedimiento de la Figura 1a con un control de plausibilidad adicional basado en el primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP. Además del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP, para el cálculo de valores intermedios de corrección ZKW1, ZKW2, ZKW3, se usan un segundo parámetro de rendimiento kilométrico 2LLP y un tercer parámetro de rendimiento kilométrico 3LLP.

10 Para cada momento de medición t_i se miden en este caso además de la velocidad de referencia VREF y el parámetro de la velocidad de rotación DGP también los valores del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP, del segundo parámetro de rendimiento kilométrico 2LLP y del tercer parámetro de rendimiento kilométrico 3LLP. El segundo parámetro de rendimiento kilométrico 2LLP puede ser el tiempo de funcionamiento del vehículo. El tercer parámetro de rendimiento kilométrico 3LLP puede ser la integral de tiempo respecto a la aceleración longitudinal del vehículo ponderada con la masa total de un tren que incluye el vehículo.

15 Ahora se usa el valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP para comprobar si el valor estimado SW es plausible respecto al valor inicial AW, es decir, si el valor estimado SW es aproximadamente un valor determinado a partir del valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP inferior al valor inicial AW. Para ello, se determina con el valor medido del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP y el valor inicial AW un valor esperado intermedio ZEW. A continuación, se compara la diferencia numérica entre el valor estimado SW y el valor esperado intermedio ZEW con un valor límite estimado SGW. Si la diferencia numérica no es superior al valor límite estimado SGW, el valor estimado SW se considera plausible; en el caso contrario, no se considera plausible. También con el segundo parámetro de rendimiento kilométrico 2LLP y con el tercer parámetro de rendimiento kilométrico 3LLP pueden calcularse de forma correspondiente otros valores esperados intermedios (no representados). Puede ser un requisito que el valor estimado SW sea plausible respecto a al menos uno, al menos dos o los tres valores esperados intermedios, pudiendo tenerse en cuenta respectivamente el valor límite estimado SGW o individualmente diferentes primeros a terceros valores límite estimados (no representados).

20 Si el valor estimado SW no es plausible, se realizará una nueva medición del parámetro de la velocidad de rotación DGP, de la velocidad de referencia VREF, del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP, del segundo parámetro de rendimiento kilométrico 2LLP y del tercer parámetro de rendimiento kilométrico 3LLP. Si el valor estimado SW es plausible, el valor estimado SW se deposita en una memoria de valores estimados SWS y los valores de los parámetros de rendimiento kilométrico 1LLP, 2LLP, 3LLP en respectivamente una memoria S1L correspondiente para el primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP, una memoria S2L correspondiente para el segundo parámetro de rendimiento kilométrico 2LLP y una memoria S3L correspondiente para el tercer parámetro de rendimiento kilométrico 3LLP. Se sobreentiende que todas las memorias SWS, S1L, S2L, S3L o algunas de las memorias pueden estar configuradas en un soporte de datos común. Las memorias también pueden estar configuradas en una estructura de base de datos común, un array común, una matriz de datos común o similares.

25 Si el número de los valores estimados SW almacenados y de los valores correspondientes de los parámetros de rendimiento kilométrico 1LLP, 2LLP, 3LLP corresponde respectivamente a n, se determina el valor de corrección KW para el momento de evaluación t_a . El valor de corrección KW no se determina en este caso directamente, sino que se determina en primer lugar para cada parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP, 2LLP, 3LLP en primer lugar el valor intermedio de corrección ZKW1, ZKW2, ZKW3 correspondiente. Para ello se realiza respectivamente un cálculo de compensación, que representa un desarrollo de los valores estimados SW respecto a los valores asignados de los diferentes parámetros de rendimiento kilométrico 1LLP, 2LLP, 3LLP. Habitualmente se calcula para cada parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP, 2LLP, 3LLP una curva de compensación, en particular una recta de compensación para los valores estimados SW. A continuación, cada una de estas curvas de compensación puede evaluarse para el momento de evaluación t_a , para obtener los valores intermedios de corrección ZKW1, ZKW2 y ZKW3 correspondientes.

30 A continuación, se determina el valor de corrección KW a partir de los valores intermedios de corrección ZKW1, ZKW2 y ZKW3. Como valor de corrección KW puede seleccionarse por ejemplo el valor más elevado de los valores intermedios de corrección ZKW1, ZKW2 y ZKW3; $KW = \max(ZKW1, ZKW2, ZKW3)$. De forma alternativa, el valor de corrección KW puede calcularse como un valor medio de los valores intermedios de corrección ZKW1, ZKW2, ZKW3, por ejemplo $KW = (ZKW1 + ZKW2 + ZKW3) / 3$ o $KW = \sqrt{[(ZKW1^2 + ZKW2^2 + ZKW3^2) / 3]}$. A continuación, el procedimiento puede proseguir como está descrito en relación con la Figura 1a.

35 La Figura 1c muestra un recorte de un diagrama esquemático de operaciones de un segundo perfeccionamiento de la variante del procedimiento de la Figura 1a teniéndose en cuenta una velocidad de control VK. Para cada momento de medición t_i se mide en este caso además de la velocidad de referencia VREF y el parámetro de la velocidad de rotación DGP también la velocidad de control VK. Habitualmente, la velocidad de control VK se calcula a partir del intervalo de tiempo que requiere el vehículo para pasar por una sección de una longitud conocida. En cualquier caso, la medición de la velocidad de control VK se realiza independientemente de la medición de la velocidad de referencia VREF y de la medición del parámetro de la velocidad de rotación DGP.

Antes de calcularse a partir de la velocidad de referencia VREF y el parámetro de la velocidad de rotación DGP un valor estimado SW, en este caso se comprueba si la velocidad de referencia VREF es plausible respecto a la velocidad de control VK. Para ello se compara la diferencia numérica de la velocidad de referencia VREF y de la velocidad de control VK con un valor límite de control KGW. Si la diferencia numérica no es mayor que el valor límite de control KGW, la velocidad de referencia se considera plausible, en el caso contrario, no se considera plausible.

Si la velocidad de referencia VREF es plausible, se calcula el valor estimado SW. Si esto no es el caso, se repite la medición de la velocidad de referencia VREF del parámetro de la velocidad de rotación DGP y de la velocidad de control VK. Si se ha determinado el valor estimado SW, el procedimiento de acuerdo con la invención puede proseguir como está descrito en relación con la Figura 1a. Se sobreentiende que esta comprobación de la plausibilidad también puede usarse adicionalmente en la variante perfeccionada del procedimiento de la Figura 1b.

En la Figura 1d se muestra una etapa adicional del procedimiento, que está representada con línea de trazo interrumpido en la Figura 1a. Aquí se comprueba si el valor de corrección KW es al menos una desviación mínima MA' mayor que el valor inicial AW, es decir, si se presenta un aumento brusco del diámetro de la rueda. Además, se comprueba si la diferencia numérica entre el valor de corrección KW y un valor de montaje MW (valor del diámetro de la rueda en el momento del montaje) es inferior a un valor límite de montaje MG. Es decir, se comprueba si el valor de corrección KW corresponde aproximadamente al valor de montaje MW. Si las dos condiciones se cumplen, se parte de que se han cambiado las ruedas sin reponer el valor inicial. En este caso, el valor inicial AW es sustituido por el valor de montaje MW. Una adaptación del diámetro de la rueda puede realizarse de la forma anteriormente descrita.

Las Figuras 2a a 2d ilustran la determinación de un valor de corrección KW a partir de los valores de medición para un parámetro de la velocidad de rotación DGP y para una velocidad de referencia VREF. En la Fig. 2a se indican esquemáticamente valores de medición del parámetro de la velocidad de rotación DGP para diferentes momentos de medición t_i , $i=1...n$, respecto al tiempo t. El diagrama de la Figura 2b muestra esquemáticamente los valores correspondientes de la velocidad de referencia VREF respecto al tiempo t.

La Figura 2c muestra esquemáticamente el desarrollo del valor de un primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP respecto al tiempo t. En particular, el primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP adopta un valor inicial AWW en un momento de evaluación t_a .

En la Figura 2d se indican valores estimados SW para el diámetro de la rueda respecto al primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP. Los valores estimados SW se calcularon respectivamente para un momento de medición t_i a partir de los valores del parámetro de la velocidad de rotación DGP y de la velocidad de referencia VREF. En la Figura 2d, estos valores estimados SW se indican respecto a los valores correspondientes del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP. Además, se ha dibujado una recta de compensación AG, que puede determinarse según el método de los mínimos cuadrados del error. Se toma un valor de corrección KW de la recta de compensación AG, que resulta de los valores estimados SW para el valor inicial AWW del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP.

La Figura 3 muestra un diagrama esquemático de operaciones de una segunda variante de un procedimiento de acuerdo con la invención. El procedimiento comprende una secuencia de medición MS. En la secuencia de medición MS se miden en particular una velocidad de referencia VREF y las informaciones cualitativas QI correspondientes, un parámetro de la velocidad de rotación DGP y un primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP. Con ayuda de la velocidad de referencia VREF, las informaciones cualitativas QI correspondientes, así como las informaciones acerca de un estado de tracción TZ y un estado del vehículo FZ se comprueba si se presenta una situación de marcha FS predefinida. El estado de tracción TZ incluye en particular una información acerca de si la rueda es propulsada o frenada. Si no se presenta la situación de marcha FS predefinida, se activa una nueva secuencia de medición MS. Si se presenta la situación de marcha FS predefinida, se calcula un valor estimado SW para el diámetro de rueda de una rueda de un vehículo a partir de la velocidad de referencia VREF y el parámetro de la velocidad de rotación DGP. Se comprueba la plausibilidad de este valor estimado sobre la base del valor medido del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP y un valor inicial AW depositado para el diámetro de la rueda. Si el valor estimado SW no es plausible, se activa una nueva secuencia de medición MS. Si el valor estimado es plausible, el mismo se introduce (añade) en una memoria de valores estimados SWS.

Con ayuda de los valores estimados depositados en la memoria de valores estimados SWS se calcula a continuación un valor de corrección KW para el diámetro de la rueda. En este caso, el valor de corrección KW se calcula después de cada nueva introducción de un valor estimado SW en la memoria de valores estimados SWS. De forma opcional, el número de las entradas en la memoria de valores estimados SWS puede estar limitado, por ejemplo borrándose una entrada anterior, cuando se introduce un nuevo valor estimado SW, y si ya se ha introducido un número n predeterminado de valores estimados en la memoria de valores estimados SWS (no representada). No obstante, de forma alternativa a ello también puede acumularse un número ilimitado de valores estimados SW. A continuación, se comprueba la plausibilidad del valor de corrección KW respecto al valor inicial AW y si hay una reducción suficiente del diámetro. Si el valor de corrección KW es una desviación mínima inferior al valor inicial AW y si se ha reducido según el valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico 1LLP respecto al valor inicial AW, el valor numérico del

valor inicial AW es sustituido por el valor numérico del valor de corrección KW. A continuación, se activa una nueva secuencia de medición MS. Si no se cumplen las condiciones indicadas, se activa una nueva secuencia de medición MS sin que se actualice el valor numérico del valor inicial AW. Además, puede borrarse (vaciar) en este caso la memoria de valores estimados SWS y una memoria eventualmente existe para un primer parámetro de rendimiento kilométrico (no representada).

El valor inicial AW depositado y el parámetro de la velocidad de rotación DGP se siguen alimentando en este caso a un tacómetro T, que calcula una velocidad de tacómetro actual a partir de estos valores y actualiza un tacógrafo.

En resumen, la invención se refiere a un procedimiento para la determinación automática de un diámetro actual de rueda de una rueda, cuyo diámetro se reduce continuamente por desgaste en el funcionamiento de un vehículo. A partir de un parámetro de la velocidad de rotación de la rueda y una velocidad de referencia determinada independientemente de este se calcula repetidas veces un valor estimado para el diámetro de la rueda. Si el parámetro de la velocidad de rotación DGP es la frecuencia de rotación DF de la rueda, puede calcularse un valor estimado SW, en particular como $SW = VREF / (\pi * DF)$ a partir de la velocidad de referencia VREF. A partir de la pluralidad de valores estimados se determina con métodos estadísticos, en particular mediante un cálculo de compensación, un valor de corrección para el diámetro de la rueda. En la medida posible, todas las magnitudes medidas y calculadas se someten a controles de plausibilidad, teniéndose en cuenta valores empíricos acerca del desgaste de la rueda. De este modo se evita que un valor de corrección determinado de forma incorrecta se use como diámetro actual de la rueda. Las características exactas del procedimiento reivindicado están definidas en la reivindicación 1 independiente.

Lista de referencias

AG	Recta de compensación
AW	Valor inicial
AWW	Valor de evaluación
DF	Frecuencia de rotación
DGP	Parámetro de la velocidad de rotación
EW	Valor esperado
FS	Situación de marcha
FZ	Estado de la vía
KGW	Valor límite de control
KW	Valor de corrección
MA	Desviación mínima
MS	Secuencia de medición
PG	Valor límite de plausibilidad
ti	Momento de medición
ta	Momento de evaluación
QI	Informaciones cualitativas
SGW	Valor límite estimado
SW	Valor estimado
SWS	Memoria de valores estimados
S1L	Memoria para el primer parámetro de rendimiento kilométrico
S2L	Memoria para el segundo parámetro de rendimiento kilométrico
S3L	Memoria para el tercer parámetro de rendimiento kilométrico
t	Tiempo
T	Tacómetro
TZ	Estado de tracción
VK	Velocidad de control
VREF	Velocidad de referencia
Z	Contador
ZEW	Valor esperado intermedio
ZKW1	Primer valor intermedio de corrección
ZKW2	Segundo valor intermedio de corrección
ZKW3	Tercer valor intermedio de corrección
1LLP	Primer parámetro de rendimiento kilométrico
2LLP	Segundo parámetro de rendimiento kilométrico
3LLP	Tercer parámetro de rendimiento kilométrico

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para determinar un diámetro actual de rueda de una rueda de un vehículo, en particular de un vehículo ferroviario, que comprende las etapas:

- 5 a) depositar un valor inicial (AW) del diámetro de la rueda,
 b) medir un parámetro de la velocidad de rotación (DGP) de la rueda en un momento de medición (t_i) ($i = 1 \dots n$),
 c) determinar una velocidad de referencia (VREF) independiente del parámetro de la velocidad de rotación (DGP) en el momento de medición (t_i),
 10 d) determinar un valor estimado (SW) de un parámetro del diámetro de la rueda en el momento de medición (t_i) partiendo de la velocidad de referencia (VREF) determinada en la etapa c) y el valor del parámetro de la velocidad de rotación (DGP) de la rueda medido en la etapa b),
 e) repetir las etapas b) a d) para diferentes momentos de medición (t_i),
 15 f) determinar un valor de corrección (KW) del diámetro de la rueda para un momento de evaluación (t_a) a partir de los valores estimados (SW) determinados,

determinándose un valor esperado (EW) del diámetro de la rueda para el momento de evaluación (t_a) partiendo del valor inicial (AW) del diámetro de la rueda y un valor de un primer parámetro de rendimiento kilométrico (1LLP) del vehículo; y

- 20 comparándose la diferencia numérica entre el valor de corrección (KW) y el valor esperado (EW) con un valor límite de plausibilidad (PG) y comparándose el valor de corrección (KW) con el valor inicial (AW) del diámetro de la rueda; y siendo sustituido el valor numérico del valor inicial (AW) solo por el valor numérico del valor de corrección (KW) si de la comparación de la diferencia numérica entre el valor de corrección (KW) y el valor esperado (EW) con el valor límite de plausibilidad (PG) resulta que la diferencia numérica entre el valor de corrección (KW) y el valor esperado (EW) es inferior al valor límite de plausibilidad (PG) y si de la comparación entre el valor de corrección (KW) y el valor inicial (AW) del diámetro de la rueda resulta que el valor de corrección (KW) es al menos una desviación mínima (MA) inferior al valor inicial (AW).

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que a los valores estimados (SW) determinados en la etapa d) se les asigna respectivamente un valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico (1LLP), y por que en la etapa f) se determina el valor de corrección (KW) del diámetro de la rueda mediante un cálculo de compensación a partir de los valores estimados (SW) y los valores asignados del primer parámetro de rendimiento kilométrico (1LLP).

3. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que a los valores estimados (SW) determinados en la etapa d) se les asigna respectivamente un valor de al menos dos parámetros de rendimiento kilométrico (1LLP, 2LLP, 3LLP), por que en la etapa f) se determina en primer lugar para cada parámetro de rendimiento kilométrico (1LLP, 2LLP, 3LLP) un valor intermedio de corrección (ZKW1, ZKW2, ZKW3) del diámetro de la rueda mediante un cálculo de compensación a partir de los valores estimados (SW) y los valores asignados del parámetro de rendimiento kilométrico (1LLP, 2LLP, 3LLP) correspondiente, y por que el valor de corrección (KW) se determina a partir de los valores intermedios de corrección (ZKW1, ZKW2, ZKW3), siendo usado preferentemente el valor intermedio de corrección (ZKW1, ZKW2, ZKW3) más elevado como valor de corrección (KW).

4. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para cada velocidad de referencia (VREF) determinada en la etapa c) se realiza un control de plausibilidad respecto al valor inicial (AW) del diámetro de la rueda y del valor correspondiente del parámetro de la velocidad de rotación (DGP) de la rueda.

5. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la etapa b) se realiza cuando el vehículo se encuentra en una situación de marcha (FS) predefinida.

6. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5, caracterizado porque se crea la situación de marcha (FS) predefinida para realizar la etapa b).

7. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 5 o 6, caracterizado por que la situación de marcha (FS) predefinida comprende que el vehículo se encuentra en un estado sin tracción.

8. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 6 o 7, caracterizado porque en un plan de desplazamientos para el vehículo se predetermina el momento y/o el lugar en los que se crea la situación de marcha (FS).

9. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que la velocidad de referencia (VREF) se determina independientemente de datos de localización del vehículo.

10. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en la determinación de la velocidad de referencia (VREF) en la etapa c) se tiene en cuenta una diferencia del tiempo de propagación de

dos señales de medición, siendo emitidas las señales de medición preferentemente por el vehículo.

- 5 11. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que en la determinación de la velocidad de referencia (VREF) en la etapa c) se usa el efecto Doppler.
- 10 12. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, caracterizado por que la velocidad de referencia (VREF) se determina mediante un receptor GPS dispuesto en el vehículo, y por que el receptor GPS facilita informaciones cualitativas (QI) acerca de la calidad de la velocidad de referencia (VREF).
- 15 13. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para el momento de medición (t_i) se determina una velocidad de control (VK), determinándose preferentemente la velocidad de control (VK) con un recorrido realizado por el vehículo y el tiempo requerido para ello, por que se comprueba si una desviación, preferentemente una desviación numérica, entre la velocidad de referencia (VREF) y la velocidad de control (VK) no rebasa un valor límite de control (KGW), y por que, si la desviación no rebasa el valor límite de control (KGW), se calcula en la etapa d) el valor estimado (SW) a partir de la velocidad de referencia (VREF) y el parámetro de la velocidad de rotación (DGP), y en el caso contrario se repite la medición de la velocidad de referencia (VREF), del parámetro de la velocidad de rotación (DGP) y de la velocidad de control (VK).
- 20 14. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para cada valor estimado (SW) determinado en la etapa d) se realiza un control de plausibilidad respecto al valor inicial (AW) del diámetro de la rueda y/o los valores estimados (SW) determinados en momentos de medición (t_i) anteriores.
- 25 15. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que para cada valor estimado (SW) determinado en la etapa d) se determina un valor esperado intermedio (ZEW) del parámetro del diámetro de la rueda partiendo del valor inicial (AW) del diámetro de la rueda y del valor del primer parámetro de rendimiento kilométrico (1LLP) del vehículo en el momento de medición (t_i), y por que el valor estimado (SW) se compara con el valor esperado intermedio (ZEW) del parámetro del diámetro de la rueda y se desecha el valor estimado (SW) si la diferencia numérica entre el valor estimado (SW) y el valor esperado intermedio (ZEW) es superior a un valor límite esperado (SGW).
- 30 16. Procedimiento de acuerdo con una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado por que está depositado un valor de montaje (MW) para el diámetro de la rueda y por que en caso de que el valor de corrección (KW) es al menos una desviación mínima (MA') superior al valor inicial (AW) y la diferencia numérica entre el valor de corrección (KW) y el valor de montaje (MW) es inferior a un valor límite de montaje (MG), el valor numérico del valor inicial (AW) es sustituido por el valor máximo (MW) o se genera una señal de advertencia.
- 35

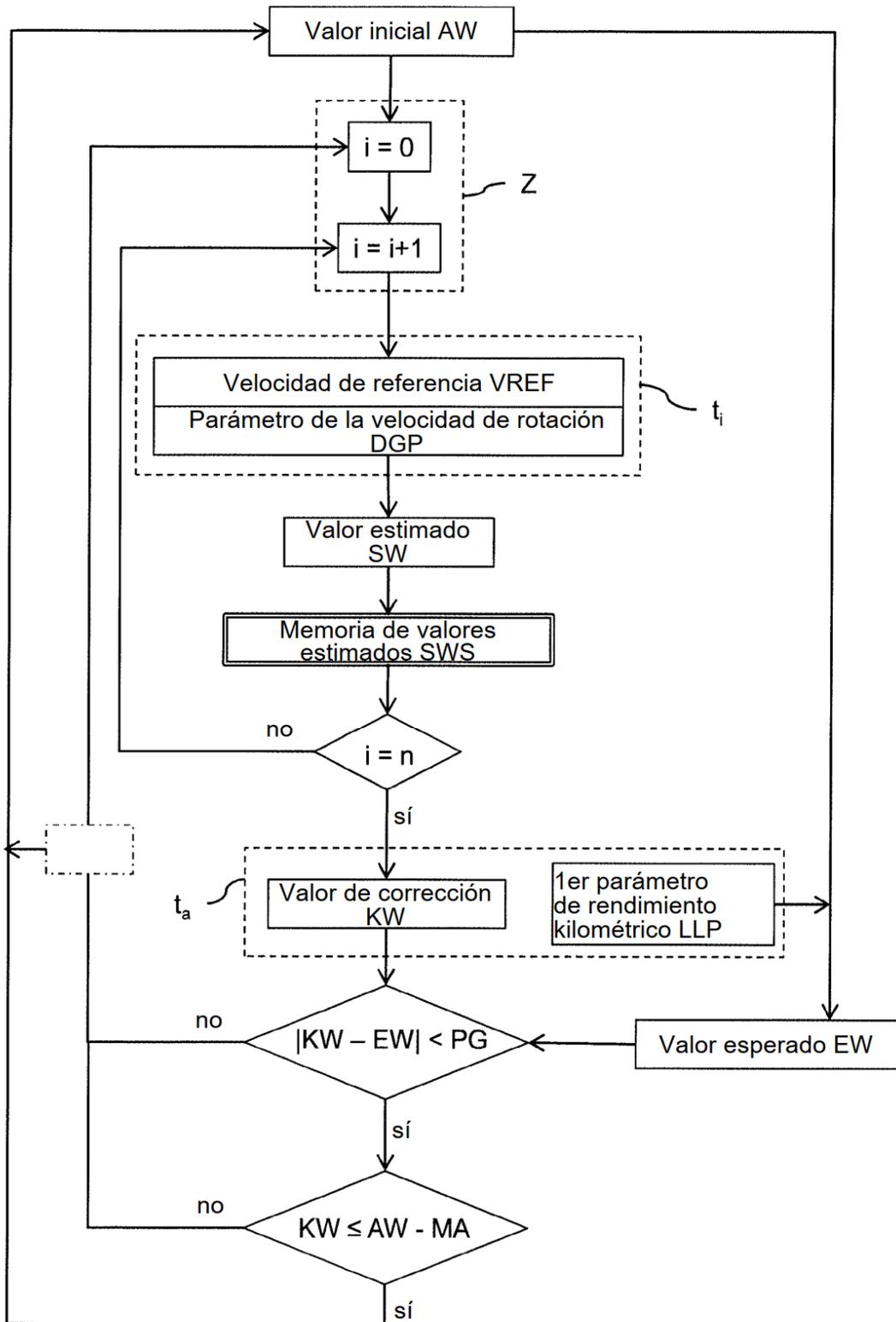


Fig. 1a

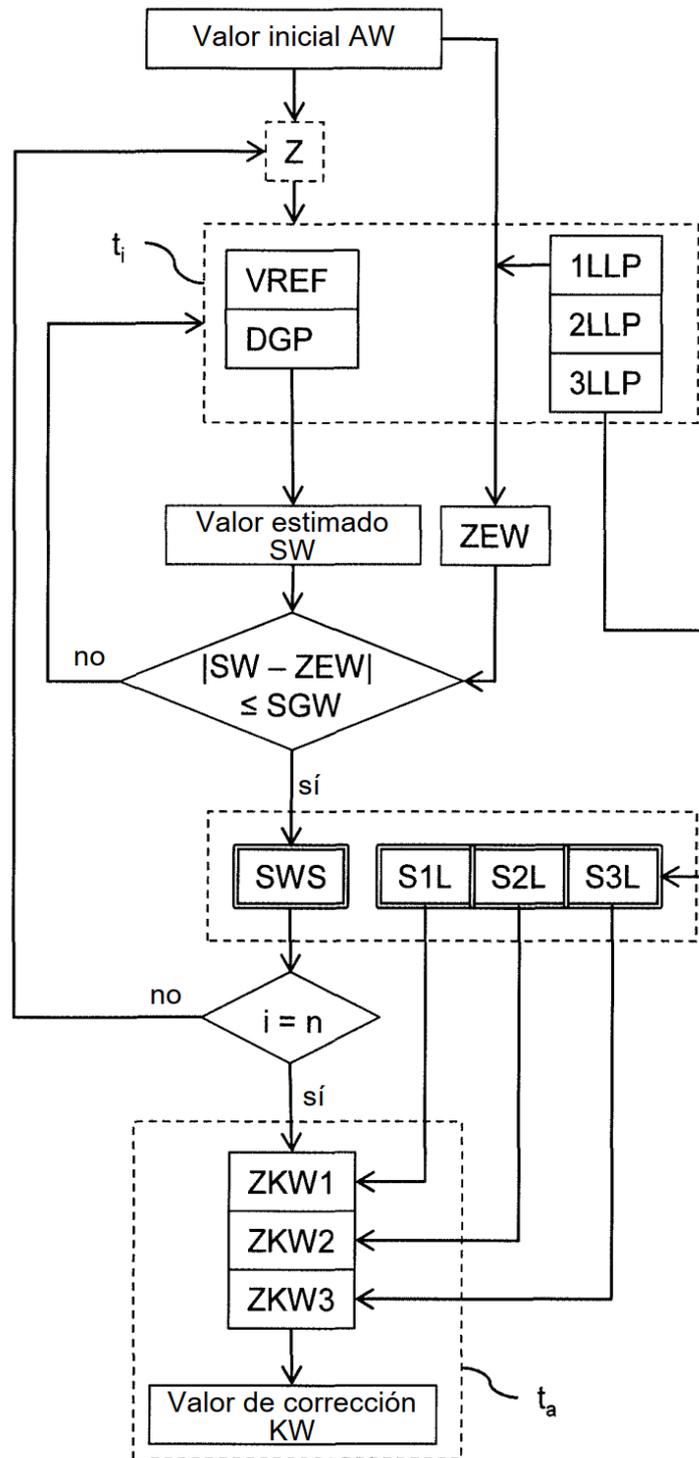


Fig. 1b

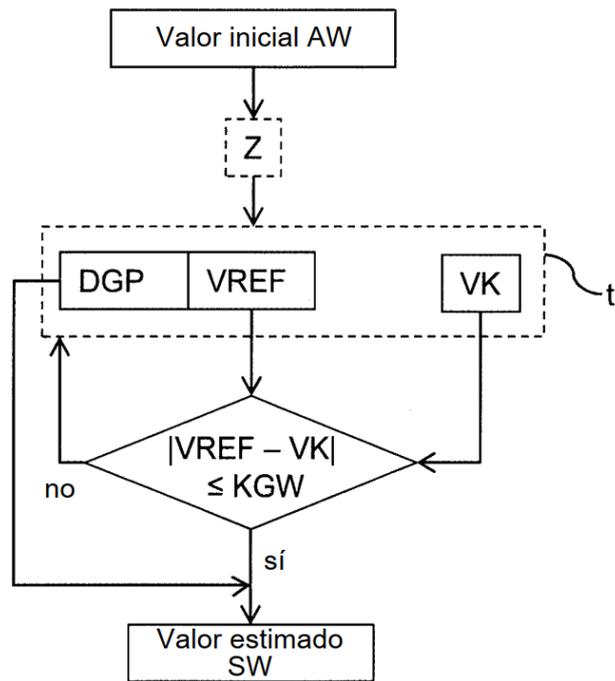


Fig. 1c

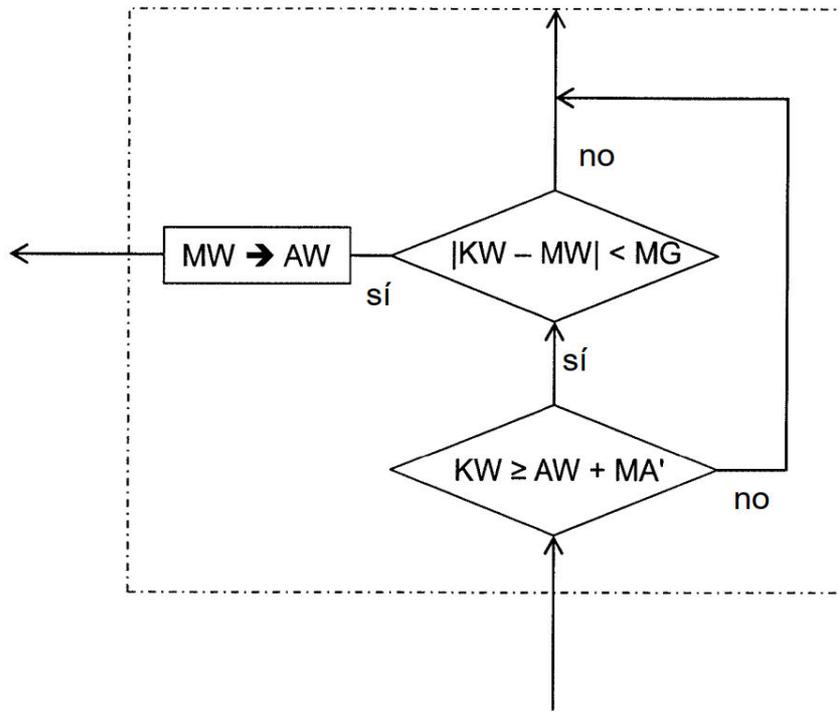


Fig. 1d

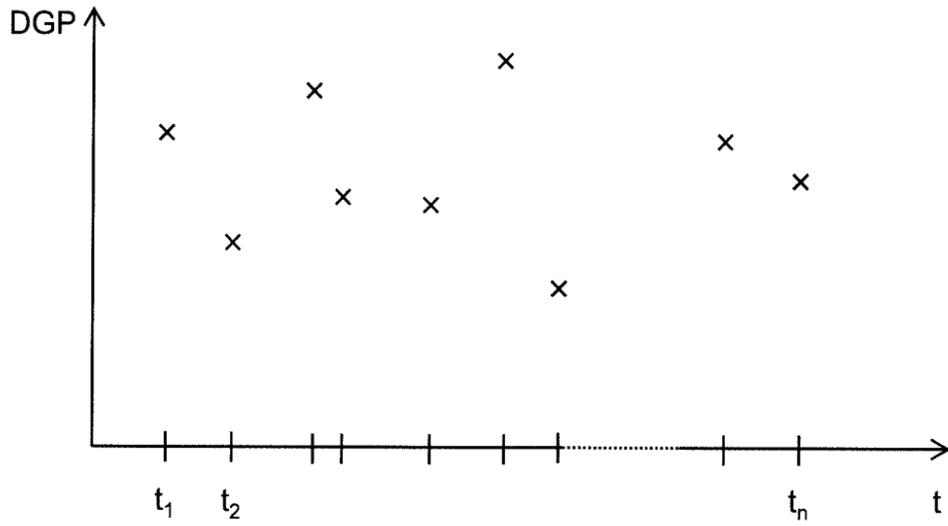


Fig. 2a

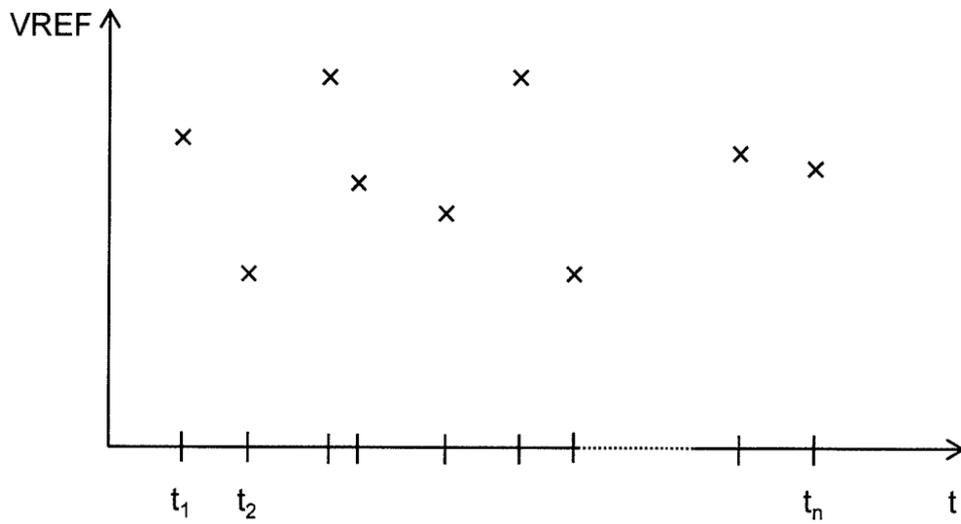


Fig. 2b

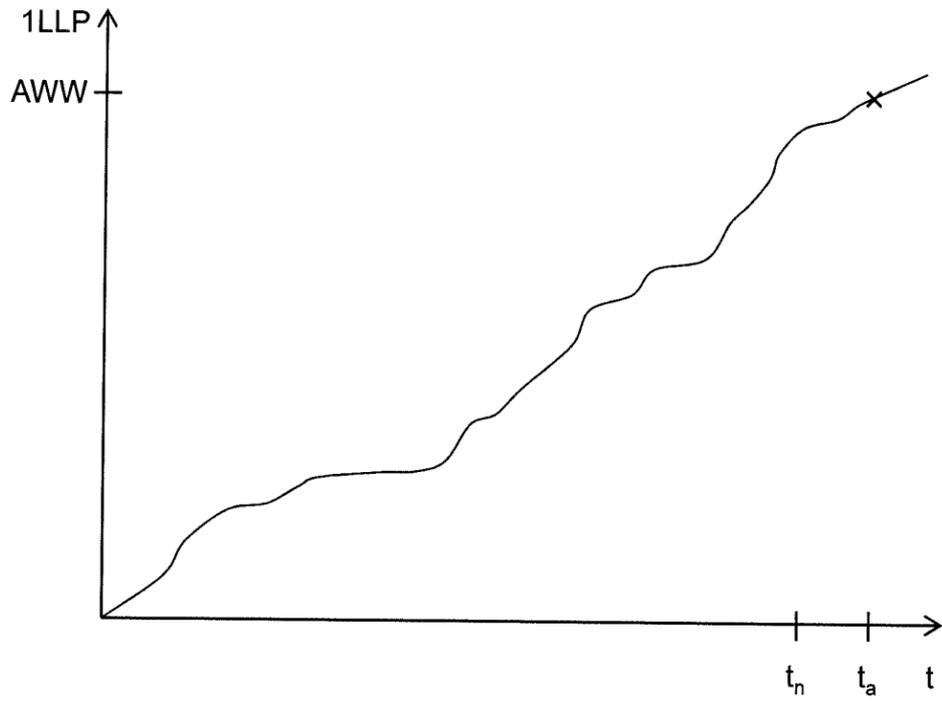


Fig. 2c

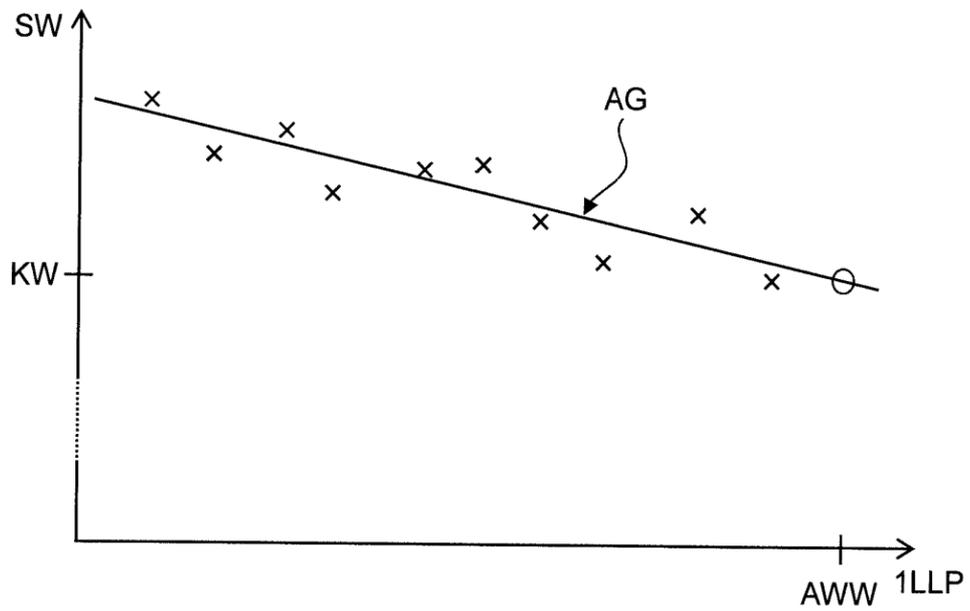


Fig. 2d

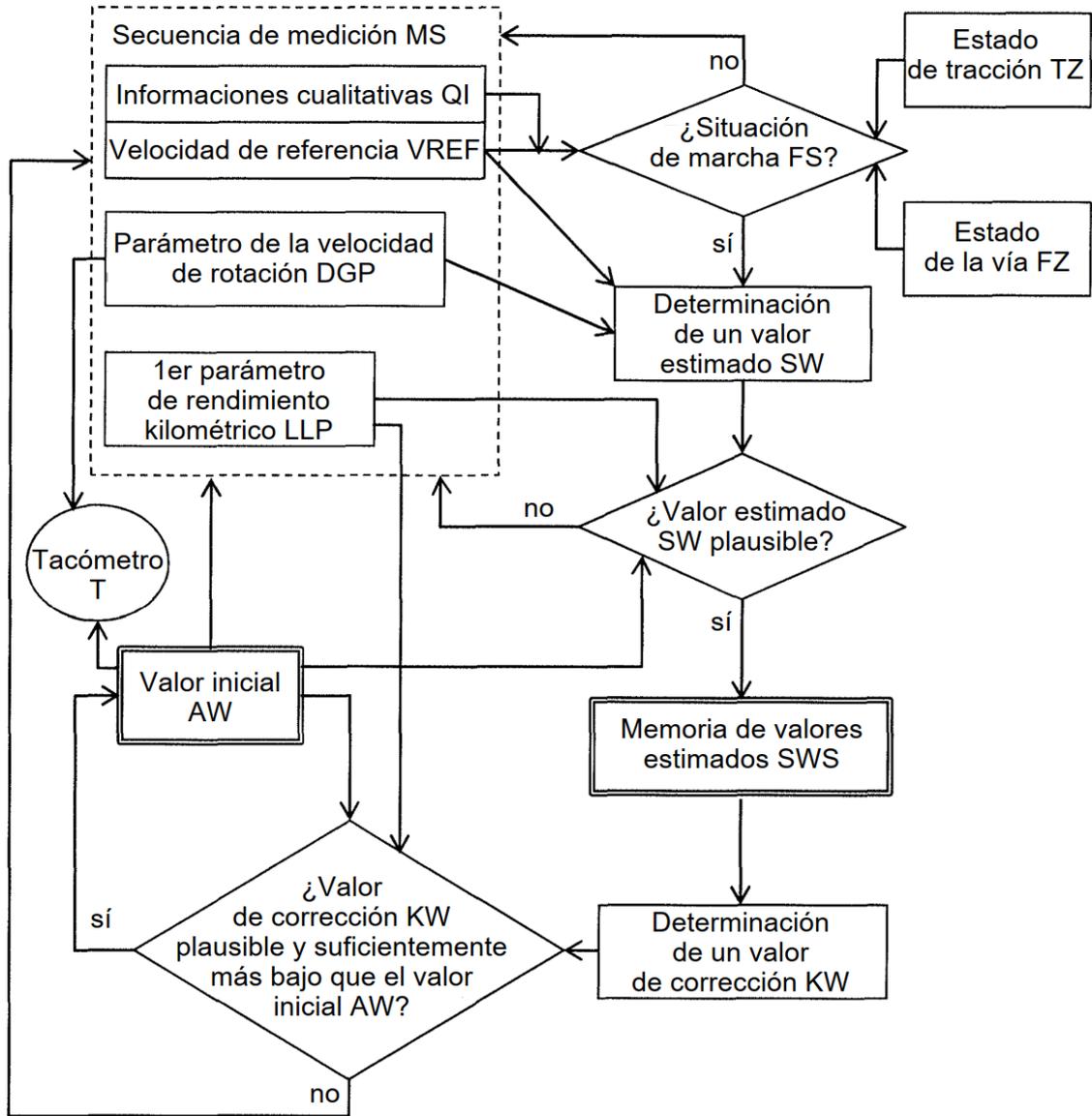


Fig. 3