

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 732 202**

51 Int. Cl.:

G01M 17/007 (2006.01)

G01M 15/00 (2006.01)

H02P 1/26 (2006.01)

H02K 15/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.12.2014 PCT/SE2014/051472**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.06.2015 WO15088429**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.12.2014 E 14869115 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.03.2019 EP 3080575**

54 Título: **Método y sistema para su uso en una prueba dinamoétrica de un vehículo motorizado**

30 Prioridad:

09.12.2013 SE 1351469

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

21.11.2019

73 Titular/es:

**ROTOTEST INTERNATIONAL AB (100.0%)
Salemsvägen 20
144 40 Rönninge, SE**

72 Inventor/es:

**ENGSTRÖM, NILS G.;
FÄRLUND, JONNY y
ENGSTRÖM, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 732 202 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 y sistema para su uso en una prueba dinamométrica de un vehículo motorizado

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a la realización de pruebas dinamométricas para vehículos y, en particular, a un método para su uso cuando se realizan pruebas dinamométricas a vehículos que tienen al menos un eje de ruedas y una fuente de energía para aplicar energía a dicho primer eje de ruedas.

Antecedentes de la invención

10 La prueba dinamométrica de vehículos es conocida en sí misma y, por ejemplo, puede ser realizada mediante dinamómetros de tipo rodillo (carretera rodante) equipados con grandes rodillos que soportan las ruedas del vehículo, y que se usan para aplicar un par de frenado a las ruedas motrices del vehículo. Sin embargo, dichos sistemas no siempre son capaces de proporcionar la precisión de medición y/o la libertad de medición deseadas.

15 Otro tipo de sistemas de dinamómetro de vehículos para las pruebas dinamométricas de vehículos se divulga en la patente US 4669318 (Ångström). Este documento se refiere a un aparato para la realización de pruebas dinamométricas a vehículos, donde los medios de absorción de carga, en la forma de un conjunto de bomba hidrostática, tienen un eje de entrada para su acoplamiento con un eje motriz de un vehículo a ser sometido a la prueba. Cada eje motriz está conectado de manera fija a un aparato individual de este tipo, de manera que pueda medirse con precisión un par total efectivo del vehículo.

20 También es posible realizar pruebas más complejas usando un sistema de prueba dinamométrica del tipo anterior, tanto para sistemas de tracción en dos ruedas como para sistemas de tracción en las cuatro ruedas. Dichas pruebas más complejas, usando un sistema del tipo anterior, se divulgan en la solicitud de patente internacional WO2007/133154 A1 (Engstroem).

25 Sin embargo, las transmisiones de vehículo son cada vez más complejas, y pueden incluir diversos tipos de fuentes de energía para proporcionar energía a los ejes de las ruedas del vehículo. Estas fuentes de energía pueden estar dispuestas para proporcionar energías de propulsión, pero también energías de frenado, por ejemplo, cuando se usan para un frenado regenerativo. La creciente complejidad de las transmisiones de vehículo supone retos correspondientes para los sistemas de prueba dinamométrica. Además, hay también un deseo creciente de realizar mediciones que permitan realizar pruebas teniendo en cuenta las situaciones que pueden ocurrir durante una conducción en la vida real del vehículo en una carretera, tales como las condiciones relacionadas con el clima que puedan afectar al comportamiento del vehículo.

30 El documento WO 2012/053966 A1 muestra un método y un sistema para realizar pruebas dinamométricas a un vehículo.

El documento US 5 502 362 A describe un método para calentar una máquina eléctrica mediante la aplicación de una corriente a un devanado de estator de una máquina cuando la temperatura está por debajo de un límite de temperatura.

El documento WO 2011/095182 A1 muestra un método y un sistema para el calentamiento de robots en entornos fríos.

35 El documento US 2010/156338 A1 se refiere a un método y a un sistema para monitorizar y controlar la temperatura del devanado de estator.

El documento US 2013/271060 A1 se refiere a sistemas y métodos de calentamiento del devanado del motor.

Objetivo y características más importantes de la invención

40 Un objeto de la presente invención es proporcionar un método según las reivindicaciones 1 a 8 para su uso en la realización de pruebas dinamométricas de vehículos que permita el uso de soluciones de dinamómetro rentables en la comprobación del comportamiento del vehículo en diversas condiciones.

45 Según la presente invención, se proporciona un método para su uso en la realización de pruebas dinamométricas a un vehículo, en el que el vehículo incluye al menos un primer eje de ruedas y al menos una primera fuente de energía del vehículo para proporcionar energía a dicho primer eje de ruedas, en el que dicho primer eje de ruedas está conectado a un sistema de dinamómetro para vehículos, en el que dicho sistema de dinamómetro para vehículos comprende una primera fuente de energía de dinamómetro controlable para proporcionar energía a dicho primer eje de ruedas, en el que dicha primera fuente de energía de dinamómetro es una máquina eléctrica que comprende un estator y un rotor, en el que dicho estator comprende un devanado de estator y dicho método incluye:

- determinar si una primera temperatura está por debajo de un primer límite de temperatura, y

- calentar dicha máquina eléctrica mediante la aplicación de una corriente a dicho devanado de estator cuando dicha primera temperatura está por debajo de dicho primer límite de temperatura.

Tal como se ha indicado anteriormente, hay un deseo creciente de realizar mediciones dinamométricas de vehículos que permitan una medición precisa de diversas características del vehículo, teniendo en cuenta las numerosas situaciones que pueden ocurrir durante la conducción real del vehículo en una carretera. Frecuentemente las pruebas de vehículos incluyen, en general, pruebas en diversas condiciones, por ejemplo, en condiciones climáticas extremas, por ejemplo, condiciones muy cálidas o muy frías. Estas pruebas se realizan frecuentemente en lugares que exhiben el clima deseado, por ejemplo, regiones polares para las pruebas en condiciones frías. Frecuentemente, estas pruebas son necesarias para garantizar que el vehículo tendrá una fiabilidad y un comportamiento que cumplan con las expectativas del fabricante y también del usuario. Sin embargo, las áreas que proporcionan condiciones de ensayo adecuadas son frecuentemente rurales y alejadas, con altos costes asociados a la realización de las pruebas deseadas. Por lo tanto, se desea que al menos parte de las pruebas puedan ser realizadas sin necesidad de trasladarse a dichas regiones rurales. Esto se hace posible por medio de celdas de prueba donde, por ejemplo, la temperatura puede ser controlada a las temperaturas deseadas. Por ejemplo, en dichas celdas de prueba pueden obtenerse temperaturas del orden de 30-40 grados por debajo de cero, permitiendo de esta manera la comprobación de los comportamientos de diversos vehículos, así como combustibles, a bajas temperaturas sin la necesidad de un traslado real a entornos más fríos.

Sin embargo, estas condiciones extremas en la celda de prueba representan retos también para el equipo que se usa para realizar las pruebas a los vehículos. Por ejemplo, una prueba precisa de vehículos que tienen trenes de transmisión avanzados tales como, por ejemplo, vehículos híbridos y vehículos eléctricos, pueden requerir unidades de prueba dinamométrica que sean capaces de absorber energía desde, así como proporcionar una energía propulsora a, los ejes de las ruedas del vehículo. Esto puede conseguirse de varias maneras, por ejemplo, mediante el uso de una máquina eléctrica. Las máquinas eléctricas son capaces de proporcionar tanto par de frenado como par de propulsión con una alta precisión y, por consiguiente, son adecuadas para su uso en la realización de pruebas de diversas funciones del vehículo. Por ejemplo, un vehículo de propulsión híbrida puede ser sometido a una prueba no sólo para aceleraciones, sino también para pruebas de conducción completas, con conducción tanto cuesta arriba como cuesta abajo.

Sin embargo, el uso de máquinas eléctricas a baja temperatura ambiente, por ejemplo, temperaturas ambiente por debajo de 0°C, -10°C o -20°C, tales como por ejemplo temperaturas comprendidas en el intervalo de 0°C a -50°C; de -10°C a -50°C o de -20°C a -50°C, por ejemplo, para realizar pruebas del comportamiento del vehículo en condiciones de clima frío, exige altos requisitos para las máquinas con el fin de que funcionen apropiadamente a estas temperaturas. A su vez, esto resulta en sistemas de dinamómetro para vehículos costosos, debido a los requisitos de las máquinas especialmente diseñadas. Según la presente invención, se proporciona un método para su uso en pruebas dinamométricas de vehículos que permite el uso de máquinas eléctricas estándar, que son máquinas de inducción asíncronas trifásicas, sin necesidad de los requisitos de capacidad de funcionamiento a bajas temperaturas según lo indicado anteriormente.

Esto se consigue calentando la máquina eléctrica antes de iniciar la prueba mediante la aplicación de una corriente a un devanado de estator de la máquina eléctrica cuando cierta temperatura adecuada está por debajo de un límite de temperatura. Esto tiene la ventaja de que la máquina eléctrica puede ser calentada a, o estar dispuesta para mantener, las temperaturas que permiten la operación deseada mientras sigue estando instalada en entornos en los que la máquina eléctrica no está diseñada para trabajar. Por consiguiente, la invención permite el calentamiento de la máquina eléctrica desde una temperatura inferior a una temperatura de funcionamiento antes de iniciar la prueba del vehículo, de manera que la temperatura de la máquina eléctrica pueda mantenerse o aumentarse por medio de dicho calentamiento.

Con respecto a dicha primera temperatura usada para evaluar la necesidad de calentar la máquina eléctrica, por ejemplo, esta temperatura puede ser una temperatura ambiente de la máquina, por lo tanto, una temperatura que representa el entorno de dicha máquina eléctrica. Esta temperatura puede ser medida en alguna ubicación adecuada, por ejemplo, en el interior de una celda de prueba en la que está situada la máquina eléctrica. De manera alternativa, la temperatura puede ser una temperatura que representa una temperatura de dicha máquina eléctrica, por ejemplo, medida en alguna ubicación adecuada en el interior de o en la máquina eléctrica. Tal como se explica más adelante, dicha primera temperatura puede ser también una temperatura estimada, por ejemplo, que representa una temperatura media de la máquina eléctrica, o que representa alguna otra adecuada que no está siendo medida directamente mediante el uso de sensores de temperatura. Según una realización, puede usarse una combinación de dos o más temperaturas para determinar la necesidad de calentar la máquina eléctrica. Dicha primera temperatura puede ser, por ejemplo, una temperatura igual o inferior a una de entre: diez grados Celsius, cinco grados Celsius, cero grados Celsius. Dicha primera temperatura puede depender también del intervalo de temperaturas en el que la máquina eléctrica está diseñada para funcionar y, por ejemplo, puede ser una temperatura por debajo de la cual la máquina eléctrica funcionará fuera del intervalo de temperaturas en el que la máquina eléctrica está diseñada para funcionar, o una temperatura que es una temperatura adecuada por encima del límite inferior del intervalo de temperaturas en el que la máquina eléctrica está diseñada para funcionar.

Cuando se aplica una corriente a un devanado de estator, este devanado de estator será sometido a un aumento de alta temperatura debido a la corriente aplicada. Sin embargo, este aumento de temperatura puede no ser representativo del

calentamiento de la máquina eléctrica cuando se considera en su conjunto. Es decir, la temperatura del devanado de estator alcanzará rápidamente temperaturas más altas que otras partes de la máquina eléctrica.

5 A su vez, esto significa que, si solo la temperatura del devanado de estator, o una temperatura medida en una ubicación sometida directamente a la temperatura aumentada del devanado de estator, es usada como una representación de la temperatura de la máquina, podría determinarse que la temperatura de la máquina es más alta de la que realmente es. En particular, existe el riesgo de que se realice una determinación, en base a la cual se llegue a la conclusión de que la temperatura de la máquina es relativamente alta mientras que, en realidad, la temperatura media de la máquina todavía es baja.

10 Por consiguiente, existe el riesgo de que se determine que la máquina eléctrica se ha calentado a un grado satisfactorio mientras que, en realidad, no es el caso. Además, frecuentemente hay una temperatura máxima del devanado de estator que no debería ser superada con el fin de evitar desgastes/daños dependientes de la temperatura.

15 Por lo tanto, según una realización de la presente invención, se usa una representación o un modelo de la transferencia de calor en la máquina eléctrica para estimar una temperatura de la máquina que refleja, de manera más precisa, la temperatura media real de la máquina. Tal como se ha indicado anteriormente, esta temperatura estimada puede ser, por ejemplo, la temperatura media de la máquina eléctrica o alguna otra temperatura adecuada.

20 El uso de una representación de la transferencia de calor en la máquina hace posible estimar la manera en la que la energía suministrada, convertida en calor en los devanados, cambia la temperatura de la máquina con el tiempo. Esto permite también determinar una temperatura media precisa de la máquina. Con respecto a la representación, puede usarse cualquier representación adecuada, tal como un modelo termodinámico de la máquina eléctrica u otro modelo matemático adecuado o una representación determinada por medio de mediciones empíricas.

25 Cuando se usa una representación empírica de la transferencia de calor en la máquina, por ejemplo, la temperatura de la máquina en diversas ubicaciones puede ser medida y puede ser monitorizada como una función de la energía suministrada para establecer la manera en la que tiene lugar la transferencia de calor en la máquina, de manera que pueda obtenerse una representación precisa de las variaciones de temperatura de la máquina como una función de la energía suministrada.

30 Según una realización, se aplica una corriente a un devanado de estator hasta que la temperatura del devanado de estator, o la temperatura de alguna otra ubicación sometida directamente al calor generado en los devanados, alcance un límite de temperatura, por ejemplo, un límite de temperatura determinado a partir de un punto de vista de desgaste/daño según lo indicado anteriormente y, cuando se ha alcanzado esta temperatura, el suministro de energía se interrumpe hasta que la temperatura del devanado de estator caiga a otra temperatura adecuada, por ejemplo, hasta que la temperatura ha caído un determinado número de grados y/o fracciones de grados en el intervalo de 0,1-10 grados, tras lo cual, se aplica de nuevo la corriente hasta que se alcanza dicha primera temperatura. Esto puede repetirse hasta que se determina, por medio de la representación de la transferencia de calor de la máquina, que la máquina ha alcanzado la temperatura deseada.

35 El calor generado en el devanado será transferido a través de la máquina en función de los materiales usados en la máquina y de la capacidad calorífica específica de los materiales. Además, el calor será transferido hacia la carcasa exterior de la máquina, donde será disipado a través del aire ambiente, más fresco. Por lo tanto, el calentamiento de la máquina dependerá también de la temperatura del aire ambiente. El enfriamiento de la máquina depende también del diseño de la máquina, y del área superficial expuesta al aire circundante. Estos factores pueden tenerse en cuenta mediante la representación de la transferencia de calor en la máquina de manera que las temperaturas interiores de la máquina puedan ser determinadas con precisión. Puede disponerse que la intensidad de corriente de la corriente aplicada al devanado de estator sea siempre la misma o, de manera alternativa, que la intensidad de corriente pueda ser determinada en base a dicha una o más temperaturas. Puede disponerse también que la corriente aplicada sea variada durante el calentamiento de la máquina eléctrica y, por ejemplo, para ser mayor que al inicio del calentamiento y para ser reducida a medida que aumenta la temperatura de la máquina.

45 Según una realización, se usa una combinación de dos o más temperaturas para determinar una corriente adecuada a ser aplicada a dicho devanado de estator.

50 Preferiblemente, la corriente aplicada es tal que no se haga girar el rotor, es decir, que permanezca inmóvil. Esto puede conseguirse mediante el suministro de una corriente de CC a uno o más de los devanados de fase del devanado de estator. El motor eléctrico puede ser también, por ejemplo, un motor trifásico que tiene tres devanados de fase y que no es capaz de arrancar cuando se alimenta sólo un devanado de fase. En dichas situaciones, puede proporcionarse una corriente alterna al devanado de fase y todavía no es capaz de arrancar mientras sigue siendo calentado.

55 En general, el calentamiento se obtiene como resultado del hecho de que la eficiencia no es del 100%. Sin embargo, cuando no se produce trabajo, la energía suministrada se convierte en calor. Según la presente invención, puede aplicarse un par de frecuencia cero, es decir, puede aplicarse un par de retención, es decir, un par que debe ser superado con el fin de poner el rotor de la máquina eléctrica en movimiento. Este par de retención puede ser elevado, y

cuando el par aplicado no se convierte en trabajo mecánico, la energía que proporciona el par de retención será convergida, por el contrario, en calor en los devanados.

5 Según una realización, el calentamiento de la máquina eléctrica se dispone de manera que el rotor no esté necesariamente inmóvil, sino que la velocidad de rotación del rotor se mantenga por debajo de una primera velocidad. Esto puede conseguirse mediante la aplicación de una corriente que tiene una frecuencia tal que la velocidad de rotación de dicho rotor se mantenga por debajo de una primera velocidad, por ejemplo 10 rpm o 100 rpm. Esto puede conseguirse, por ejemplo, mediante un variador de frecuencia. En este caso, pueden alimentarse todos los devanados de fase, aunque con una corriente que tiene una frecuencia baja.

10 Cuando se calienta la máquina eléctrica, se determina si una temperatura de dicha máquina eléctrica está por encima de una segunda temperatura, en el que dicha segunda temperatura es igual o más alta que dicha primera temperatura, y dicha primera corriente se reduce cuando dicha temperatura de dicha máquina eléctrica está por encima de dicha segunda temperatura. La corriente se reduce a cualquier corriente adecuada, por ejemplo 0 A, interrumpiendo, por tanto, el calentamiento.

15 El método según la invención incluye controlar de manera continua dicha primera corriente, de manera que dicha temperatura de dicha máquina eléctrica se mantenga a o por encima de dichas temperaturas primera o segunda.

20 Dicha segunda temperatura puede ser, por ejemplo, cierta temperatura adecuada comprendida en el intervalo de temperaturas en el que la máquina eléctrica está diseñada para funcionar y, puede ser, por ejemplo, una temperatura por encima de cero grados Celsius, por encima de cinco grados Celsius o por encima de diez grados Celsius. La segunda temperatura puede ser determinada, por ejemplo, mediante el uso de una representación de la transferencia de calor en la máquina eléctrica.

La potencia suministrada resultante puede ser sustancial y, por ejemplo, puede ser del orden del 1-100% o del 10-100% de la potencia nominal de la máquina eléctrica.

Otro objeto de la presente invención es proporcionar un programa de ordenador según las reivindicaciones 9 a 10 para realizar el método según las reivindicaciones 1 a 8.

25 Otro objeto de la presente invención es proporcionar una unidad de dinamómetro para vehículos según las reivindicaciones 11 a 14.

30 La unidad de prueba dinamométrica puede ser también de un tipo que tiene dos (o más) fuentes de energía de dinamómetro para proporcionar energía a un mismo eje de ruedas del vehículo, en el que al menos una de dichas fuentes de alimentación es una máquina eléctrica. Este tipo de unidades de prueba dinamométrica puede permitir un diseño más favorable con respecto a los requisitos de coste/espacio/infraestructura de lo que sería el caso con una única fuente de energía con la capacidad total de las dos fuentes de energía de dinamómetro en conjunto.

Las características adicionales de la presente invención y las ventajas de la misma serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones ilustrativas y a partir de los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

35 A continuación, la invención se describirá más detalladamente con referencia a los dibujos, en los que:

La Fig. 1 muestra un sistema de dinamómetro para vehículos ejemplar según la presente invención,

La Fig. 2 muestra una unidad de prueba dinamométrica del sistema divulgado en la Fig. 1 más detalladamente,

La Fig. 3 muestra un método ejemplar según la presente invención,

40 La Fig. 4 muestra un gráfico de temperatura de la temperatura de una máquina eléctrica ejemplar cuando se calienta según la presente invención.

Descripción de las realizaciones ejemplares

La Fig. 1 divulga un vehículo 100 configurado para ser probado con un sistema de dinamómetro para vehículos según la presente invención.

45 El vehículo 100 es un vehículo de tracción en dos ruedas, e incluye semiejes 105, 106 de rueda delanteros, y semiejes 112, 113 de rueda traseros. Las ruedas del vehículo 100 no se muestran debido a que el vehículo está siendo preparado para la prueba dinamométrica.

50 El vehículo 100 divulgado incluye un tren de transmisión, que incluye un motor 101 de combustión que está conectado a una caja 102 de cambios. La caja 102 de cambios puede ser de cualquier tipo adecuado y, por ejemplo, consiste en una transmisión manual o una transmisión automática. Los semiejes 105, 106 de rueda delanteros (motrices) se extienden desde la caja de cambios a las ruedas del eje delantero del vehículo 100.

El vehículo 100 incluye además un motor 103 eléctrico, que está conectado en serie con las partes aguas arriba del motor de combustión de la caja 102 de cambios, pero aguas abajo de un embrague 104.

5 Un sistema de dinamómetro para vehículos está conectado al vehículo 100, e incluye unidades 110, 111 de prueba dinamométrica. Las unidades 110, 111 de prueba dinamométrica están conectadas a un sistema 114 de medición y de control, tal como por ejemplo un ordenador con pantalla 115 asociada, por medio del cual se controlan las pruebas, y por medio del cual un operador del sistema puede iniciar las pruebas y puede proporcionar la información necesaria para realizar las pruebas dinamométricas.

10 Durante las pruebas, el sistema 114 de medición y de control transmite señales de control a las unidades de prueba dinamométrica para solicitar el par y la velocidad de rotación deseados. El par y la velocidad de rotación pueden medirse de diferentes maneras, tal como se explica a continuación. Las unidades 110-111 de prueba dinamométrica pueden consistir en unidades de prueba sustancialmente idénticas, y se describen más detalladamente en la Fig. 2. El sistema 114 de medición y de control puede estar dispuesto también para controlar el calentamiento de la máquina eléctrica según la presente invención.

15 La Fig. 2 muestra un ejemplo de una unidad 111 de pruebas según la presente invención, cada unidad 110, 111 de prueba dinamométrica incluye una máquina 201 eléctrica y medios para medir el par aplicado a un eje 202 de salida de la máquina eléctrica. Puede disponerse que este par sea medido mediante un transductor de par utilizando medidores de tensión y/o usando el sistema de accionamiento eléctrico que se usa para controlar la máquina eléctrica según se indica a continuación. El eje 202 de salida de la máquina eléctrica está dispuesto para ser conectado de manera rígida a un eje 206 motriz del vehículo 100. La conexión rígida puede conseguirse, por ejemplo, retirando la rueda del vehículo y fijando 20 el eje 202 de salida de la máquina 201 eléctrica al cubo 203 de la rueda, directamente o por medio de un adaptador 204 adecuado, con el fin de obtener una conexión rígida entre el vehículo 100 y la unidad 111 de prueba de dinamómetro de una manera simple utilizando los elementos de sujeción de rueda del vehículo 100. La conexión rígida tiene, entre otras, la ventaja de que la velocidad de rotación del eje de la rueda puede ser medida mediante un sensor adecuado que mide la velocidad de rotación del eje 202 de salida de la máquina 201 eléctrica.

25 Las unidades 111, 112 de prueba de dinamómetro que, por ejemplo, pueden permanecer de pie libremente sobre el suelo, están conectadas de esta manera al vehículo solo por medio de un acoplamiento (rígido) a los ejes de rueda (cubos de ruedas) (y, posiblemente, algún tipo de conexión de cable electrónico para la comunicación con el sistema de control del vehículo) y, por lo tanto, preferiblemente "soportan" también el peso del vehículo en lugar de la rueda que ha sido retirada. Esto es conocido de por sí, por ejemplo, a partir de las solicitudes de patente anteriores de uno o más de 30 los inventores de la presente invención. Además, la prueba es conocida de por sí, por ejemplo, a partir de las solicitudes de patente anteriores de uno o más de dichos inventores.

Se suministra energía a la máquina 201 eléctrica (motor eléctrico) a través de una línea eléctrica por medio de un accionamiento 205 de motor eléctrico, y puede constituir por ejemplo un motor de CA y, en el presente ejemplo, la máquina 201 eléctrica es un motor de inducción trifásico de baja inercia que tiene un rotor 207 y un estator con un devanado de estator que consiste en tres devanados 206A, 206B, 206C de fase. El accionamiento 205 del motor 35 eléctrico es controlado por el sistema 114 de medición y de control de manera que el motor 201 eléctrico pueda ser ajustado a una velocidad de rotación y un par motor deseados. En la figura, el accionamiento 205 de motor eléctrico se muestra como dispuesto separado del motor 201 eléctrico, por ejemplo, montado en una pared o como una cabina autónoma, y conectado al motor 201 eléctrico por medio de uno o más cables.

40 Con respecto a los motores eléctricos del tipo divulgado, existen accionamientos industriales que pueden ser usados para controlar de manera muy precisa la velocidad y el par de carga de los motores eléctricos y que, de manera ventajosa, pueden ser usados cuando se implementa una unidad de prueba dinamométrica según la presente invención. Frecuentemente, dichos accionamientos implican un control directo del par, DTC (Direct Torque Control), que permite que el par del motor eléctrico sea el elemento de control primario y no la corriente del motor.

45 El par del motor eléctrico, independientemente de si es un par de carga o un par de propulsión para su uso cuando se prueba el frenado regenerativo según la siguiente descripción, puede ser controlado desde cero al par completo dentro de un período de tiempo muy corto, por ejemplo, milisegundos, lo que convierte de esta manera a dichos accionamientos en muy adecuados para la prueba dinamométrica de vehículos. El par aplicado puede ser también controlado en velocidad y, por lo tanto, puede ser aplicado para cualquier velocidad de rotación, también en parado.

50 Los sistemas de dinamómetro de vehículos del tipo divulgado son favorables, por ejemplo, para su uso en pruebas de vehículos que tienen un tren de transmisión con uno o más motores eléctricos, por ejemplo, vehículos híbridos, por ejemplo, del tipo divulgado en la Fig. 1.

55 Tal como conoce una persona experta en la técnica, existen diversos tipos de accionamientos híbridos eléctricos, y la presente invención puede ser utilizada en las pruebas de cualquiera de dichos tipos. Además, la invención no está limitada a su uso con relación a vehículos híbridos, sino que puede ser utilizada siempre que la unidad de prueba dinamométrica comprenda una máquina eléctrica, y puede ser usada, por ejemplo, en pruebas de vehículos eléctricos, así como de vehículos de motor de combustión convencionales.

Tal como se ha indicado anteriormente, los trenes de transmisión sofisticados, por ejemplo, del tipo divulgado en la Fig. 1, en combinación con un deseo de mediciones sofisticadas, imponen exigencias sobre el rendimiento del dinamómetro de vehículos. Muchas de dichas exigencias pueden cumplirse mediante el uso de máquinas eléctricas, que pueden ser usadas como medios de absorción de energía, y pueden ser capaces de proporcionar energía de propulsión, por ejemplo, para permitir la simulación de un frenado regenerativo. Sin embargo, tal como se ha indicado anteriormente, existe un deseo de realizar pruebas de vehículos también mientras se simula la conducción en condiciones climáticas extremas, tales como, por ejemplo, condiciones de temperatura muy baja. Esto impone exigencias adicionales sobre el sistema de dinamómetro para vehículos y, por ejemplo, frecuentemente, las máquinas eléctricas no están diseñadas para el funcionamiento a temperaturas por debajo de cero grados Celsius. Según la presente invención, las mediciones del rendimiento del vehículo en dichas condiciones usando máquinas eléctricas estándar mediante el uso del calentamiento de la máquina eléctrica usando su devanado de estator.

Un método 300 ejemplar según la invención se muestra en la Fig. 3. El método se ilustra también mediante la Fig. 4, que muestra las variaciones de temperatura para una celda de prueba en la que está situado el sistema de dinamómetro para vehículos (línea 401 de trazos) según el presente ejemplo, y la temperatura que representa la máquina eléctrica (línea 402 continua). La Fig. 4 muestra también un primer límite T_{Lim1} de temperatura y un segundo límite T_{Lim2} de temperatura. El método se inicia en la etapa 301, que corresponde al tiempo T_A en la Fig. 4, donde se determina si debe realizarse o no el método para controlar la temperatura de la máquina 201 eléctrica. Cuando es así, el método continúa a la etapa 302. La transición desde la etapa 301 a la etapa 302 puede ser controlada, por ejemplo, por el sistema de control del sistema de dinamómetro para vehículos. Por ejemplo, el calentamiento puede estar dispuesto para iniciarse cierto tiempo antes de que comience la prueba real para garantizar que la máquina eléctrica alcance la temperatura de funcionamiento antes de iniciar la prueba. El calentamiento puede estar dispuesto también para ser realizado, por ejemplo, cuando la temperatura en una celda de prueba está disminuyendo, de manera que la máquina eléctrica nunca se enfríe a la temperatura reinante en la celda de prueba. Esto se ilustra en la Fig. 4, en la que la temperatura de la celda de prueba se muestra como reducida a una temperatura de aproximadamente -35°C .

En la etapa 302, se determina una primera temperatura T_1 que, por ejemplo, puede ser una temperatura ambiente de la máquina, por ejemplo, una temperatura que representa la temperatura en la celda de prueba. Esta temperatura puede ser medida en cierta ubicación adecuada, y no es necesario que sea medida en la proximidad inmediata de la máquina eléctrica, siempre y cuando la temperatura sea representativa de la temperatura en la ubicación de la máquina 201 eléctrica. De manera alternativa, y tal vez más preferiblemente, la temperatura T_1 puede ser una temperatura que representa una temperatura de dicha máquina 201 eléctrica, por ejemplo, medida en cierta ubicación adecuada en el interior de o en la máquina 201 eléctrica. También es posible usar señales desde múltiples sensores de temperatura cuando se determina dicha primera temperatura, donde, por ejemplo, puede usarse un valor ponderado de dos o más sensores para determinar una temperatura de la máquina eléctrica.

Tal como se ha indicado anteriormente, cuando se aplica una corriente a un devanado de estator, el devanado será sometido a un incremento de temperatura elevado y que ocurre de manera relativamente rápida del estator debido a la corriente aplicada, haciendo de esta manera que las mediciones de temperatura en las proximidades de los devanados en los que fluye corriente sean inadecuadas como representaciones de la temperatura real de la máquina, ya que, por ejemplo, es posible que el rotor todavía no se vea sustancialmente afectado por la energía suministrada. Por esta razón, puede disponerse que la temperatura T_1 sea determinada mediante el uso de una representación de la transferencia de calor en la máquina eléctrica. La representación de la transferencia de calor en la máquina se usa entonces para estimar los cambios en la temperatura de la máquina con el tiempo y, en particular, con respecto a la energía suministrada mediante la corriente aplicada. Puede disponerse que la temperatura T_1 represente cualquier temperatura adecuada en cualquier ubicación adecuada en la máquina. Por ejemplo, puede disponerse que la temperatura T_1 represente una temperatura media de la máquina eléctrica, o alguna otra temperatura adecuada, tal como una temperatura del rotor, que no se determina directamente como una lectura a partir de un sensor de temperatura.

Tal como se ha indicado anteriormente, puede usarse cualquier representación adecuada de la transferencia de calor, tal como un modelo termodinámico de la máquina eléctrica u otro modelo matemático adecuado o una representación determinada mediante mediciones empíricas. Por ejemplo, la energía introducida a la máquina puede ser descrita como:

$$Q = P\Delta t \quad \text{Ec. (1)}$$

en la que

Q representa la energía de entrada,

P representa la energía eléctrica aplicada,

Δt representa el tiempo durante el cual se aplica una corriente (energía).

Entonces, el calentamiento de la máquina dependerá de, y según la presente realización, será controlado también en función de:

$$Q = mc_p\Delta t \quad \text{Ec. (2)}$$

en la que

m representa la masa de la máquina eléctrica,

c_p representa la capacidad calorífica específica de la máquina eléctrica, que depende de los materiales usados en la máquina. La capacidad calorífica específica se ha determinado para la mayoría de los materiales y las capacidades caloríficas específicas para diversos materiales están disponibles en forma de tablas de consulta. Por lo tanto, la capacidad calorífica específica total, o media, del motor puede ser determinada de una manera directa.

ΔT representa el aumento de la temperatura, expresada en grados Kelvin.

Por consiguiente, por ejemplo, un incremento medio de temperatura de la máquina eléctrica puede ser determinado a partir de las Ecs. 1-2, y las ecuaciones pueden ser usadas también para determinar una temperatura presente en base a la energía suministrada. Según una realización, estas ecuaciones, u otro modelo que proporciona posibilidades similares, puede ser usado por lo tanto para calcular dicha primera temperatura T_1 cuando dicha primera temperatura T_1 representa, por ejemplo, una temperatura media de la máquina eléctrica.

Además, un incremento de temperatura deseado puede ser determinado, por ejemplo, a partir de una temperatura de partida, y una energía total deseada a ser suministrada a la máquina eléctrica puede ser calculada a partir del incremento de temperatura deseado. Al comienzo del calentamiento, una temperatura inicial de la máquina eléctrica puede ser determinada como un valor inicial de la representación usada con el fin de determinar la cantidad de energía a suministrar. Este valor inicial puede ser determinado, por ejemplo, a partir de una estimación de una temperatura, por ejemplo, una temperatura media, de la máquina eléctrica. Por ejemplo, el valor inicial puede ser determinado como la media de una temperatura del devanado de estator y una temperatura ambiente. Cuando estas temperaturas son iguales, puede suponerse que la temperatura media de la máquina es igual a la temperatura ambiente, mientras que, cuando las temperaturas son diferentes, la temperatura media de la temperatura del devanado de estator y la temperatura ambiente puede ser usada como una representación de la temperatura media de la máquina cuando se inicia el calentamiento.

Volviendo al método en la Fig. 3, el método continúa entonces a la etapa 303, en el que dicha primera temperatura T_1 , determinada por ejemplo según cualquiera de los ejemplos anteriores, es comparada con un primer límite T_{Lim1} de temperatura. El primer límite T_{Lim1} de temperatura puede ser una temperatura por debajo de la cual no se desea el funcionamiento de la máquina eléctrica durante la prueba. El límite T_{Lim1} de temperatura puede ser, por ejemplo, una temperatura media deseada de la máquina. Mientras la temperatura T_1 es más alta que la primera temperatura T_{Lim1} límite, el método vuelve a la etapa 302. Cuando la temperatura T_1 es más baja que el límite T_{Lim1} de temperatura, que es generalmente el caso en situaciones en las que se espera que haya necesidad de calentamiento, el método continúa a la etapa 304, donde se inicia el calentamiento de la máquina eléctrica (las etapas 301-303 se consideran instantáneas con respecto a la Fig. 4 y, por lo tanto, el calentamiento comienza en el tiempo T_A) mediante la aplicación de una corriente I_{calor} al devanado de estator mediante la aplicación de la corriente I_{calor} a al menos uno de los devanados 206A, 206B, 206C de fase. Según una realización, todos los devanados de fase son alimentados por una continua de CC.

La corriente I_{calor} aplicada puede ser una corriente fija, o puede ser determinada por ejemplo con relación a dicha primera temperatura T_1 , donde, por ejemplo, pueden usarse corrientes más altas para temperaturas más bajas cuando se necesita proporcionar más energía con el fin de obtener el calentamiento deseado. Es decir, I_{calor} puede constituir una función de T_1 . La corriente I_{calor} puede ser una corriente de CC que es suministrada a uno o más de los devanados 206A, 206B, 206C de fase. La corriente I_{calor} puede ser de tal magnitud que la potencia resultante sea, por ejemplo, del orden del 1-100% o del 10-100%, de la potencia nominal de la máquina eléctrica. Debido a que la máquina eléctrica no producirá trabajo, la energía generada será convertida en calor que calentará la máquina eléctrica.

También es posible usar una corriente alterna y, por ejemplo, en el caso en el que la máquina 201 eléctrica es un motor trifásico como en el presente ejemplo, el motor no será capaz de arrancar cuando se alimente solo un devanado de fase. Por consiguiente, en dichas situaciones, puede proporcionarse al devanado de fase una corriente alterna y aun así no será capaz de arrancar mientras sigue calentándose.

Según una realización, se aplica un par de retención, que puede ser elevado, y se puede causar de esta manera una gran transferencia de energía a la máquina, que, debido a que este par no se transforma en trabajo mecánico en la salida, se convertirá en calor en los devanados.

También es posible alimentar el devanado de estator con una corriente alterna que tiene una frecuencia tal que la velocidad de rotación del motor eléctrico (rotor) se mantenga por debajo de cierta velocidad adecuada, por ejemplo 10 o 100 rpm. Esto puede conseguirse de una manera sencilla, ya que el sistema de accionamiento es uno de los sistemas del tipo divulgado que son capaces de controlar la velocidad de rotación desde cero rpm. Por consiguiente, según una realización, pueden alimentarse todos los devanados de fase.

Cuando se ha iniciado el calentamiento en la etapa 304, el método continúa a la etapa 305 para determinar si la temperatura T_1 es superior o no a un segundo límite T_{Lim2} de temperatura. La temperatura T_{Lim2} puede ser una temperatura que es más alta, por ejemplo, considerablemente más alta, que la temperatura T_{Lim1} , tal como se muestra en

la Fig. 4, pero puede corresponder también a la temperatura T_{Lim1} . Durante el tiempo que la temperatura está por debajo del límite T_{Lim2} de temperatura, el método vuelve a la etapa 302, y el calentamiento continúa, donde la corriente aplicada puede ser ajustada de manera continua en base a la temperatura T_1 actual de la máquina eléctrica, por ejemplo, calculada según las ecuaciones anteriores. Cuando la temperatura T_1 está por encima de dicho segundo límite T_{Lim2} de temperatura, tal como se muestra en T_B en la Fig. 4, el calentamiento se detiene mediante la reducción de la corriente I_{calor} a cero en la etapa 306.

Durante el calentamiento, la temperatura en el devanado de estator puede alcanzar niveles no deseados. Es decir, si se aplica una energía eléctrica elevada al devanado de estator mientras está parado, el devanado puede alcanzar niveles de temperatura en los que pueden producirse daños relacionados con la temperatura. Por lo tanto, según una realización, se aplica una corriente al devanado de estator hasta que la temperatura del devanado de estator alcanza cierto límite T_{Lim3} de temperatura, por ejemplo, un límite de temperatura que se determina desde un punto de vista del desgaste/daño.

Cuando se ha alcanzado esta temperatura T_{Lim3} , que es más alta que el límite T_{Lim2} de temperatura, el suministro de energía se interrumpe hasta que la temperatura del devanado de estator caiga a alguna otra temperatura adecuada, por ejemplo, un porcentaje adecuado del límite T_{Lim3} de temperatura, o cierto número de grados adecuado, por ejemplo, un número de grados y/o fracciones de grados comprendido en el intervalo de 0,1-10 grados, tras lo cual se aplica de nuevo la corriente hasta que se alcanza dicha temperatura T_{Lim3} . Esto puede repetirse hasta que en la etapa 305 se determina que la temperatura T_1 ha alcanzado dicho segundo límite T_{Lim2} de temperatura.

A continuación, el método continúa a la etapa 307, donde se determina si debe detenerse o no el control de la temperatura de la máquina eléctrica, siendo éste el caso por ejemplo si la prueba del vehículo está a punto de comenzar. Según una realización, el control de la temperatura se continúa también durante la prueba, si es necesario, pudiendo ser éste el caso si por ejemplo se aplican cargas bajas en combinación con temperaturas ambiente bajas. Si el método debe detenerse, el método termina en la etapa 309, de lo contrario, vuelve a la etapa 302 para realizar un control continuo, donde puede disponerse que el calentamiento empiece de nuevo cuando la temperatura de la máquina eléctrica ha disminuido a la temperatura T_1 , indicada en TC en la Fig. 4. Por consiguiente, puede disponerse por ejemplo que la temperatura de la máquina eléctrica sea variable en el intervalo entre las temperaturas T_{Lim1} y T_{Lim2} . Las unidades de prueba dinamoétrica del sistema de dinamómetro para vehículos pueden ser controladas de manera simultánea o individual.

Por consiguiente, la presente invención proporciona un sistema que es muy ventajoso para su uso en la realización de pruebas de vehículos en entornos fríos, que garantiza el uso de soluciones rentables, ya que no es necesario que la máquina eléctrica esté diseñada para el funcionamiento en condiciones de frío.

Según lo anterior, cada unidad de prueba dinamoétrica comprende una única fuente de energía que consiste en una máquina eléctrica. Según una realización, la unidad de prueba dinamoétrica comprende dos o más fuentes de energía controlables de manera individual, al menos una de las cuales es una máquina eléctrica, siendo la otra, por ejemplo, una bomba hidráulica o una máquina eléctrica. Si se usan dos o más máquinas eléctricas para una única unidad de prueba dinamoétrica, las temperaturas de las mismas pueden ser controladas de manera simultánea o individual según la presente invención.

Anteriormente, la presente invención se ha ejemplificado en conexión con pruebas de un vehículo de propulsión híbrida. Naturalmente, la presente invención es aplicable para la realización de pruebas de cualquier tipo de vehículo, tal como un vehículo de motor de combustión convencional, de tracción en dos o en cuatro ruedas, o cualquier otro tipo de vehículo híbrido distinto de lo divulgado anteriormente. Por consiguiente, pueden usarse más de dos unidades de prueba dinamoétrica y la temperatura puede ser controlada según la invención.

Tal como es evidente a partir de lo indicado anteriormente, la expresión fuente de energía significa una fuente de energía que es capaz de someter un eje de ruedas a una energía (par), independientemente de si es un par de propulsión (positivo) o un par de frenado (negativo) o una combinación de ambos.

La presente invención puede ser implementada, por ejemplo, en el sistema 114 de medición y de control, o la unidad de accionamiento que controla la máquina eléctrica. El método puede ser realizado además mediante el uso de instrucciones programadas. Típicamente, estas instrucciones programadas consisten en un programa de ordenador que, cuando es ejecutado en un ordenador o una unidad de control, causa que el ordenador/la unidad de control realice el control deseado, tal como las etapas del método según la presente invención.

Normalmente, el programa de ordenador es parte de un producto de programa de ordenador, en el que el producto de programa de ordenador comprende un medio de almacenamiento adecuado con el programa de ordenador almacenado en dicho medio de almacenamiento. Dicho medio de almacenamiento puede ser un medio de almacenamiento no transitorio.

Por último, debería entenderse que la presente invención no está limitada a las realizaciones descritas anteriormente, sino que se refiere a, e incorpora, todas las realizaciones dentro del alcance de las reivindicaciones independientes adjuntas. Por ejemplo, la presente invención se ha ejemplificado para ser usada en una celda de prueba en la que la

temperatura es controlada a bajas temperaturas. Se contempla también que la prueba se realice en ubicaciones en las que la temperatura sea en realidad una temperatura tan baja que el uso de la presente invención sea ventajoso.

REIVINDICACIONES

1. Método para su uso en pruebas dinámométricas de un vehículo (100), en el que el vehículo (100) incluye al menos un primer eje de ruedas y al menos una primera fuente de energía del vehículo para proporcionar energía a dicho primer eje de ruedas, en el que dicho primer eje de ruedas está conectado a un sistema de dinamómetro para vehículos, en el que dicho sistema de dinamómetro para vehículos comprende una primera fuente (201) de energía de dinamómetro controlable para proporcionar energía a dicho primer eje de ruedas, en el que dicha primera fuente de energía de dinamómetro es una máquina (201) eléctrica que comprende un estator y un rotor (207), en el que dicho estator comprende un devanado (206A, 206B, 206C) de estator y dicho método está **caracterizado por**:
- determinar si una primera temperatura (T_1) está o no por debajo de un primer límite (T_{Lim1}) de temperatura, y
 - calentar dicha máquina (201) eléctrica mediante la aplicación de una corriente (I_{calor}) a dicho devanado (206A, 206B, 206C) de estator cuando dicha primera temperatura (T_1) está por debajo de dicho primer límite (T_{Lim1}) de temperatura, en el que dicha máquina eléctrica es una máquina de inducción trifásica asíncrona,
 - en el que dicha corriente (I_{calor}) es una corriente que tiene una frecuencia tal que la velocidad de rotación de dicho rotor se mantenga por debajo de una primera velocidad,
 - en el que dicha primera temperatura (T_1) es una temperatura que representa una temperatura de dicha máquina (201) eléctrica, en el que el método incluye, además:
 - estimar dicha primera temperatura (T_1) mediante el uso de una representación de transferencia de calor en dicha máquina (201) eléctrica,
 - determinar si dicha temperatura de dicha máquina (201) eléctrica está por encima de un segundo límite (T_{Lim2}) de temperatura, en el que dicho segundo límite (T_{Lim2}) de temperatura es igual o superior a dicho primer límite (T_{Lim1}) de temperatura,
 - reducir dicha primera corriente (I_{calor}) cuando dicha temperatura de dicha máquina (201) eléctrica esté por encima de dicho segundo límite (T_{Lim2}) de temperatura, y
 - controlar de manera continua dicha primera corriente (I_{calor}) de manera que dicha temperatura de dicha máquina eléctrica se mantenga por encima de dicho primer límite (T_{Lim1}) de temperatura.
2. Método según la reivindicación 1, en el que dicha primera temperatura (T_1) es una temperatura diferente de una temperatura de dicho devanado (206A, 206B, 206C) de estator alimentado por dicha corriente (I_{calor}).
3. Método según la reivindicación 1, que incluye, además:
- estimar dicha primera temperatura (T_1) al menos parcialmente por medio de la cantidad de energía suministrada por medio de dicha corriente (I_{calor}).
4. Método según la reivindicación 1 o 3, en el que dicha representación de transferencia de calor tiene en cuenta una capacidad calorífica específica de dicha máquina eléctrica.
5. Método según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye además, durante el calentamiento de dicha máquina eléctrica, determinar una representación de una temperatura de dicho devanado (206A, 206B, 206C) de estator y, cuando dicha temperatura determinada alcanza un tercer límite T_{Lim3} de temperatura, interrumpir dicha aplicación de dicha corriente, y, cuando dicha temperatura de dicho devanado cae hasta una primera extensión, reanudar la aplicación de dicha corriente (I_{calor}).
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-5, que incluye, además:
- aplicar dicha primera corriente (I_{calor}) a dicho devanado (206A, 206B, 206C) de estator, en el que dicha primera corriente (I_{calor}) tiene una frecuencia tal que la velocidad de dicho rotor se mantiene por debajo de una primera velocidad.
7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1-8, que incluye, además:
- aplicar dicha primera corriente (I_{calor}) a dicho devanado (206A, 206B, 206C) de estator, en el que dicha primera corriente (I_{calor}) tiene una frecuencia tal que dicho rotor no gira.
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho calentamiento de dicha máquina eléctrica comienza antes de comenzar las pruebas de dicho vehículo.

9. Producto de programa de ordenador que comprende un código de programa que, cuando dicho código de programa es ejecutado en un ordenador, causa que dicho ordenador realice el método según cualquiera de las reivindicaciones 1-8.
- 5 10. Producto de programa de ordenador que comprende un medio legible por ordenador y un programa de ordenador según la reivindicación 9, en el que dicho programa de ordenador está incluido en dicho medio legible por ordenador.
- 10 11. Sistema de dinamómetro para vehículos para realizar pruebas a un vehículo, en el que dicho sistema de dinamómetro para vehículos comprende al menos una unidad de prueba dinamométrica que tiene al menos una primera fuente (201) de energía de dinamómetro controlable que está dispuesta para, durante el uso, proporcionar energía a un primer eje de ruedas de un vehículo que está siendo probado, en el que dicha primera fuente de energía de dinamómetro es una máquina eléctrica que comprende un estator y un rotor, en el que dicho estator comprende un devanado de estator, en el que dicho sistema de prueba dinamométrica está **caracterizado por**:
- medios para determinar si una primera temperatura (T_1) está o no por debajo de un primer límite (T_{Lim1}) de temperatura, y
 - 15 – medios para calentar dicha máquina (201) eléctrica mediante la aplicación de una corriente (I_{calor}) al devanado de estator cuando dicha primera temperatura está por debajo de dicho primer límite (T_{Lim1}) de temperatura, en el que dicha máquina eléctrica es una máquina de inducción trifásica asíncrona, y
 - dichos medios para calentar dicha máquina (201) eléctrica mediante la aplicación de una corriente (I_{calor}) están dispuestos para aplicar una corriente que tiene una frecuencia tal que la velocidad de rotación de dicho rotor se mantiene por debajo de una primera velocidad,
 - 20 – en el que dicha primera temperatura (T_1) es una temperatura que representa una temperatura de dicha máquina (201) eléctrica,
 - medios para estimar dicha primera temperatura (T_1) mediante el uso de una representación de transferencia de calor en dicha máquina (201) eléctrica
 - 25 – medios para determinar si dicha temperatura de dicha máquina (201) eléctrica está o no por encima de un segundo límite (T_{Lim2}) de temperatura, en el que dicho segundo límite (T_{Lim2}) de temperatura es igual o superior a dicho primer límite (T_{Lim1}) de temperatura,
 - medios para reducir dicha primera corriente (I_{calor}) cuando dicha temperatura de dicha máquina (201) eléctrica está por encima de dicho segundo límite (T_{Lim2}) de temperatura, y
 - 30 – medios para controlar de manera continua dicha primera corriente (I_{calor}) de manera que dicha temperatura de dicha máquina eléctrica se mantenga por encima de dicho primer límite (T_{Lim1}) de temperatura.
12. Sistema de dinamómetro para vehículos según la reivindicación 11, **caracterizado por que** dicha primera unidad de prueba dinamométrica incluye medios para ser acoplada de manera rígida a dicho eje de ruedas.
- 35 13. Sistema de dinamómetro para vehículos según cualquiera de las reivindicaciones 11-12, **caracterizado por que** dicha primera unidad de prueba dinamométrica está dispuesta para ser conectada a dicho vehículo mediante la conexión de la unidad de prueba dinamométrica a un cubo de rueda de dicho eje de ruedas por medio de un acoplamiento directo.
- 40 14. Sistema de dinamómetro para vehículos según cualquiera de las reivindicaciones 11-13, **caracterizado por que** la unidad de prueba dinamométrica está dispuesta para permanecer erguida libremente sobre una superficie y conectada al vehículo por medio de un acoplamiento rígido al eje de ruedas, mientras que soporta el peso del vehículo por medio de dicho acoplamiento rígido.

FIG. 1

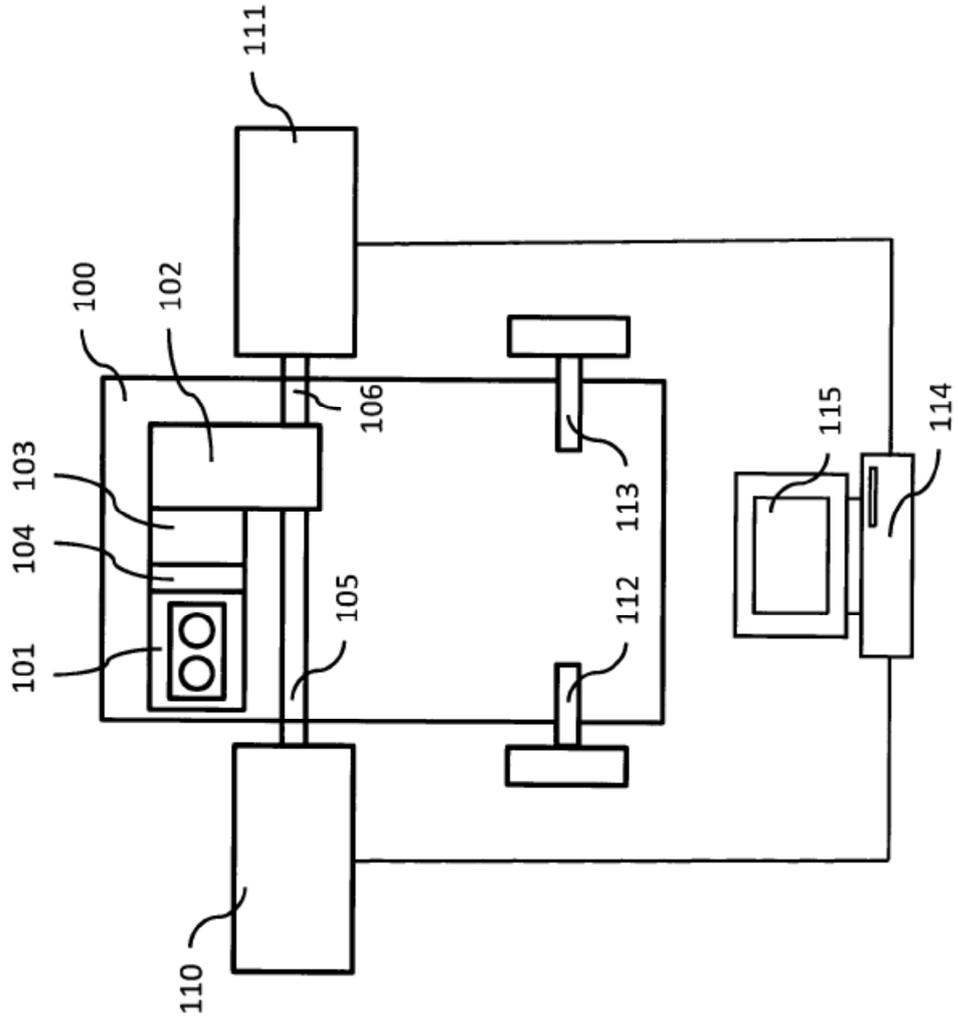
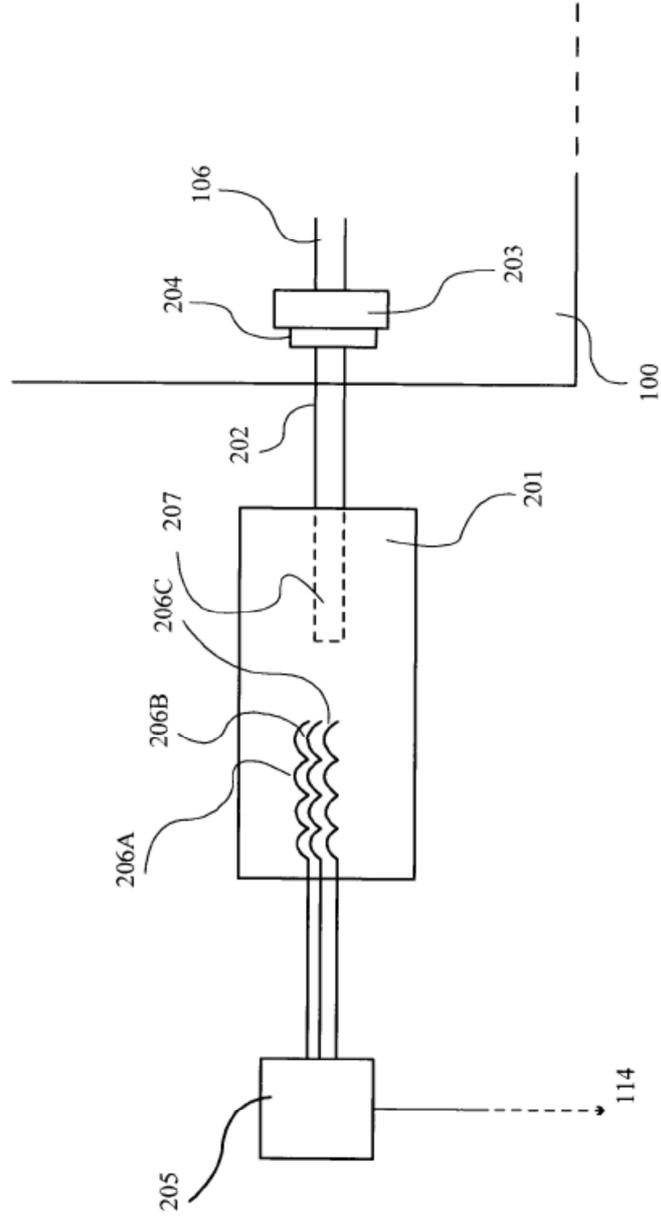


Fig . 2



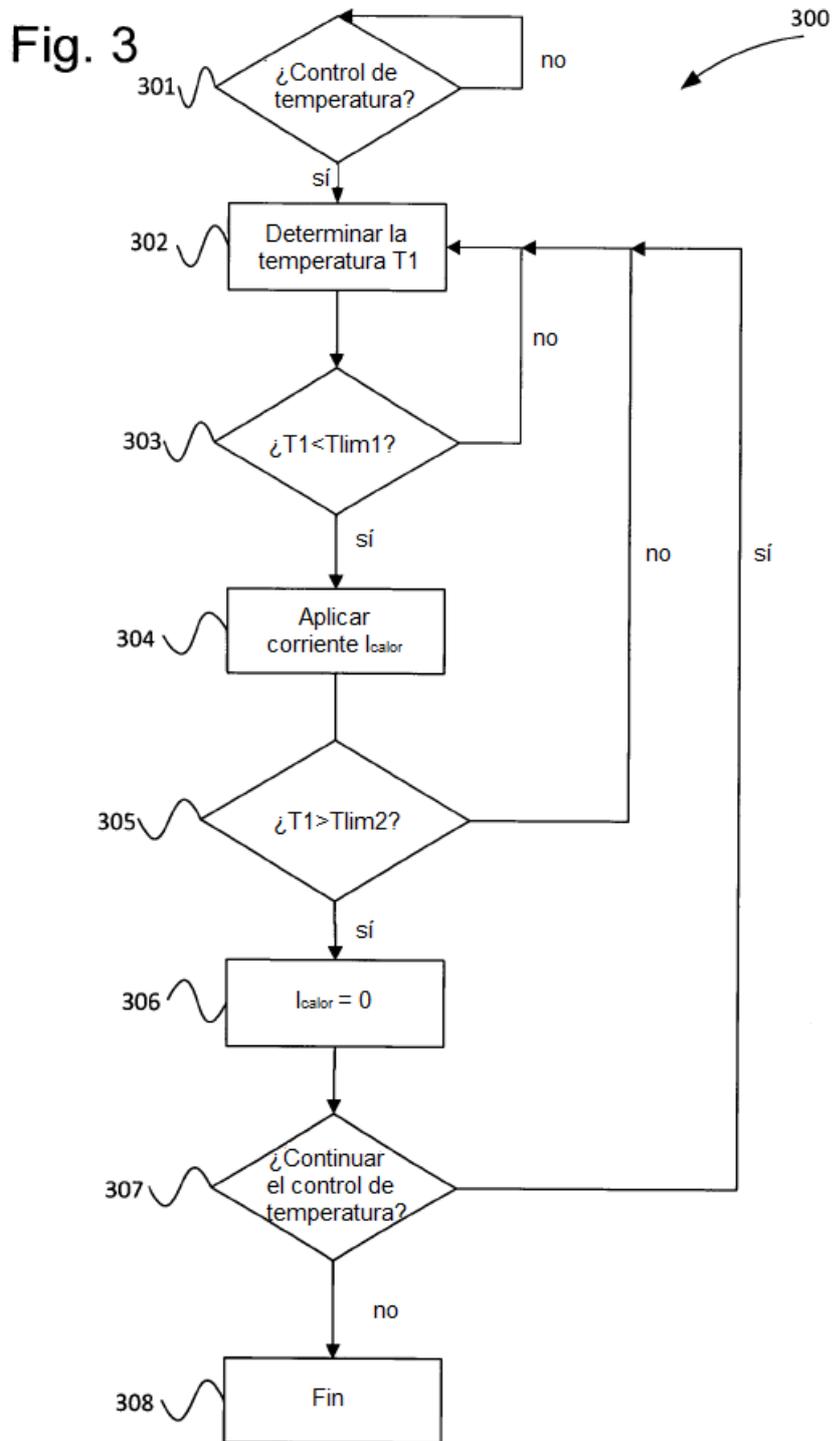


Fig. 4

