

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 563 046**

51 Int. Cl.:

H02K 7/00 (2006.01)

H02K 7/116 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2005** **E 10185868 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.12.2015** **EP 2264869**

54 Título: **Motor eléctrico y unidad de accionamiento eléctrica para un automóvil**

30 Prioridad:

29.01.2004 DE 102004004617

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
10.03.2016

73 Titular/es:

**L-3 COMMUNICATIONS MAGNET-MOTOR GMBH
(100.0%)
Petersbrunner Strasse 2
82319 Starnberg, DE**

72 Inventor/es:

**MÜLLER, ANTON, DR.;
WALTER, FRITZ;
EHRHART, PETER, DR. y
STEFFEN, JENS**

74 Agente/Representante:

MARTÍN SANTOS, Victoria Sofia

ES 2 563 046 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

Motor eléctrico y unidad de accionamiento eléctrica para un automóvil

5

El objeto de la invención es una unidad de accionamiento eléctrica para un automóvil, que presenta:

- 10 (a) un motor eléctrico con una carcasa de motor montada de forma fija en rotación;
- (b) un estator del motor eléctrico fijado en la carcasa de motor, presentando el estator polos bobinados,
- (c) un rotor del motor eléctrico dispuesto dentro del estator, estando presente un entrehierro entre las superficies polares del estator y la circunferencia exterior del rotor dirigida hacia las superficies polares del estator;
- (d) un engranaje planetario con una rueda solar, un portaplanetas, ruedas planetarias y una corona,
- 15 (e) estando en conexión el rotor del motor eléctrico y la rueda solar del engranaje planetario para la transmisión del par de fuerzas;
- (f) una carcasa de engranaje del engranaje planetario, estando fijada la carcasa de engranaje en la carcasa de motor o siendo – al menos en parte – un elemento integral de la carcasa de motor;
- (g) y la característica de que las ruedas planetarias tienen un diámetro máximo tal y una posición axial tal que un cilindro envolvente común imaginario para todos los diámetros máximos de las ruedas planetarias se sitúa radialmente en el interior de las cabezas de bobinas presentes en un lado axial del estator y axialmente junto a la zona del rotor adyacente al entrehierro, y que las ruedas planetarias no sobresalen o con menos del 50% de su anchura de diente del engranaje con la rueda solar en la dirección axial hacia fuera más allá de las cabezas de bobinas mencionadas.

25 Ya se conocen unidades de accionamiento eléctricas para automóviles, en las que están unidos un motor eléctrico y un engranaje planetario. Unidades de accionamiento tales se han concebido hasta ahora con motores eléctricos que estaban contruidos con un rotor exterior, lo que promete ventajas por principio en el interés de una salida elevada del par de fuerzas del motor eléctrico.

30 El documento DE 42 14 716 A1 se refiere a una disposición (10) integral que comprende motor y rueda para un automóvil, que comprende un elemento de bandeja de rotor (116), que está dispuesto radialmente alrededor de la carcasa y apoyado mediante la carcasa para el giro alrededor de un eje longitudinal de la misma; por medios motores, inclusive de un elemento de estator apoyado de forma rígida en el elemento de apoyo principal alrededor y el elemento de bandeja de rotor y una serie de imanes permanentes fijados de forma segura en el elemento de bandeja de rotor en una zona entre el elemento de bandeja de rotor y el elemento de estator.

35 El documento EP 0 463 895 A se refiere a un motor eléctrico con un engranaje reductor para un vehículo eléctrico.

40 El documento DE 198 05 679 A se refiere a un accionamiento de cubo de la rueda con un motor eléctrico, cuyo estator exterior rodea con cabezas de devanado salientes axialmente un rotor que acciona un cubo de la rueda a través de dos juegos de planetas con respectivamente una rueda solar, una corona y un portaplanetas, sobre el que están montadas las ruedas planetarias que engranan con la rueda solar y corona correspondientes.

45 El documento JP 10-336966 A describe una estructura de refrigeración para un motor, que puede provocar un efecto de refrigeración suficiente y en el que están previstos pequeños tubos en la zona de un dorso de estator, los cuales se pueden atravesar por el líquido refrigerante.

50 El documento JP 9-093869 A describe un motor en el que en una circunferencia exterior de un estator está previsto un tubo de refrigeración en serpentín para la refrigeración del devanado de estator y está embebido parcialmente en el estator y sobresale ligeramente del estator, lo que sirve para fijar el estator en la dirección de rotación.

55 El documento FR 2835109 A se refiere a una máquina eléctrica con un espacio intermedio entre un lado exterior del estator y la carcasa externa de la máquina eléctrica rotativa, en el que están previstos pequeños tubos para la refrigeración por aire. El documento US 5 345 777 A describe un motor en el que pequeños tubos para la refrigeración del estator están dispuestos transversalmente a la dirección axial del rotor en la circunferencia exterior del estator y al mismo tiempo tocan un lado interior de una carcasa. A este respecto, los pequeños tubos están dispuestos de forma espiral en un espacio intermedio formado por el estator y la carcasa.

60 El documento DE 101 04 275 A describe un motor de reluctancia operado por dispositivos convertidores, el cual se puede usar ventajosamente en un vehículo operado eléctricamente en el que, por ejemplo, a cada rueda accionada se le asocia un motor de reluctancia propio.

El documento DE 198 32 876 C1 se refiere a un procedimiento para el control de una máquina de reluctancia conectada.

El documento DE 199 48 224 C1 se refiere a un vehículo con un cubo de la rueda montado de forma giratoria y una o varias ruedas fijadas en el cubo de la rueda mediante una llanta, así como una máquina eléctrica que presenta un rotor dispuesto alrededor de un eje de máquina común y un estator, siendo el rotor un cuerpo hueco y estando conectado al menos indirectamente con el cubo de la rueda y/o la llanta.

5 La unidad de accionamiento según la invención sigue un camino diferente y está realizada como unidad de accionamiento eléctrica para un automóvil según la reivindicación 1. El modo constructivo con motor eléctrico con rotor interior da como resultado por principio un par de fuerzas de salida menor del motor eléctrico, pero la integración, indicada en el párrafo inicial, del engranaje planetario en la unidad de accionamiento crea la posibilidad de alojar una desmultiplicación ahorrando mucho espacio, de modo que se produce de esta manera un par de fuerzas de salida elevado deseado de la unidad de accionamiento. El rotor interior se puede acoplar en el camino del flujo del par de fuerzas, que discurre de forma sencilla, con la rueda solar del engranaje planetario. El tipo aludido de la integración del engranaje planetario en el motor eléctrico o la unidad de accionamiento conduce a una unidad de accionamiento excepcionalmente compacta. La obturación del espacio interior del motor hacia fuera se configura de forma extraordinariamente sencilla; se puede conseguir sin problemas una realización del motor eléctrico estanca al agua. La concepción de la unidad de accionamiento según la invención conduce a que la unidad de accionamiento de rueda esté construida de forma mecánica y muy sencilla respecto al anidamiento de los componentes y que los cojinetes se sitúan en lugares favorables; esto es ventajoso para un modo constructivo que reduce peso. Además, una refrigeración del engranaje se puede obtener de manera muy sencilla mediante conducción de calor hacia la carcasa de motor del motor eléctrico. En conjunto se produce una estructura que es extraordinariamente ventajosa desde los puntos de vista de la producibilidad sencilla, el montaje sencillo, la facilidad de mantenimiento, la densidad de potencia elevada, la densidad de par de fuerzas elevada, la seguridad de funcionamiento, la reducción de peso obtenible, la refrigeración del engranaje planetario y la buena obturación hacia fuera. Las ventajas de este tipo se volverán aún más evidentes abajo en la descripción de un ejemplo de realización.

25 El estator está realizado como estator refrigerado por líquido. La unidad de accionamiento presenta un elemento conector para la conexión eléctrica y conexión de líquido refrigerante con el automóvil.

30 El automóvil es preferentemente un automóvil no unido a carriles, por ejemplo, un automóvil que se mueve directamente sobre la base de tierra.

35 La base de tierra puede ser una calle afirmada u otra superficie afirmada (por ejemplo, el campo previo de un aeropuerto). Pero por la descripción posterior se clarificará aún más que el automóvil es preferiblemente uno tal que puede circular adecuadamente sobre una base no afirmada, en particular terreno agrícola, terreno boscoso, campo abierto, caminos de expedición, terreno pedregoso, terreno arenoso y mucho más. Como ejemplos más concretos de automóviles semejantes se mencionan los turismos todoterreno, vehículos para expediciones en terrenos sin caminos, camiones, vehículos de la construcción que se usan en trabajos de excavación. El automóvil puede ser un automóvil con sólo un eje accionado o un automóvil con dos ejes accionados, espaciados en la dirección longitudinal del automóvil, o también un vehículo con todavía más ejes accionados. Se destaca especialmente la posibilidad del automóvil accionado en todas las ruedas, en el que cada rueda posee una unidad de accionamiento eléctrica.

40 La unidad de accionamiento eléctrica necesita corriente según la naturaleza para poder accionar el automóvil. Para la puesta a disposición de corriente hay una serie de posibilidades: desde una catenaria con un pantógrafo (según se conoce respecto a ómnibuses para catenaria), grupo de generación de corriente (accionado mediante motor de combustión interna en el sentido más amplio, en particular motor diésel, motor Otto, turbina de gas) a bordo del automóvil, acumuladores de corriente a bordo del automóvil, pila de combustible. Son posibles combinaciones de estas "fuentes de corriente", en particular un grupo de generación de corriente más acumulador de corriente para cubrir la carga pico y/o para la marcha breve sin gases de escape.

50 El rotor del motor eléctrico es preferentemente un rotor no bobinado, de modo que entre el rotor y las partes no giratorias de la unidad de accionamiento debe existir una conexión conductora para la corriente.

55 En el párrafo inicial se encuentra la expresión de "que las ruedas planetarias sobresalen con menos del 50% de su anchura de diente del engranaje con la rueda solar en la dirección axial hacia fuera más allá de las cabezas de bobina mencionadas". Es preferible que este saliente sea menor del 30% de esta anchura de diente, más preferiblemente menor del 10% de esta anchura de diente.

60 En la unidad de accionamiento según la invención, el engranaje planetario está realizado preferentemente de modo que la corona está fija en rotación y el portaplanetas rotativo está previsto para la salida de fuerza del engranaje. El ejemplo de realización de la invención mostrará que en la invención la corona se puede integrar de forma muy sencilla y favorable en la carcasa de engranaje. Preferentemente las ruedas planetarias son ruedas planetarias escalonadas, lo que posibilita la obtención de una gran desmultiplicación en el engranaje planetario. Preferentemente las ruedas planetarias escalonadas sobresalen con su diámetro exterior pequeño en un espacio del rotor que está colocado hacia atrás axialmente respecto al lado frontal del rotor, que está dispuesto en la zona del rotor adyacente al entrehierro. Esto sirve un alojamiento del engranaje planetario que ahorra mucho espacio.

Es posible alojar en la unidad de accionamiento un engranaje con más de un escalón, es decir, prever por ejemplo adicionalmente al escalón de engranaje planetario descrito hasta ahora un escalón de engranaje recta o también otro escalón de engranaje planetario. No obstante, por motivos de espacio es preferible que la velocidad de giro del motor eléctrico sólo se demultiplique con el escalón de engranaje planetario descrito.

Preferentemente la unidad de accionamiento está construida de modo que está previsto un muñón de eje central, en el que la carcasa de motor está fijada y/o con el que la carcasa de motor es – al menos en parte – un componente integral; y que el rotor está montado sobre el muñón de eje. El componente del muñón de eje puede ser al mismo tiempo aquel componente gracias al que toda la unidad de accionamiento está fijada con el automóvil.

Preferentemente la rueda solar es una corona con dentado exterior que atraviesa el muñón de eje. Normalmente se pretende una rueda solar con un diámetro lo menor posible en el caso de engranajes planetarios que deben proporcionar una multiplicación elevada. En el perfeccionamiento precisamente aludido de la invención se produce necesariamente una rueda solar con un diámetro no especialmente pequeño, ya que se conduce a través del muñón de eje normalmente firme. Una rueda solar con diámetro comparablemente mayor tiene sin embargo la ventaja del desgaste menor. La característica (g) mencionada en el párrafo inicial conduce a que las ruedas planetarias se puedan prever con diámetros exteriores comparablemente grandes. En unión con la previsión prevista de ruedas planetarias escalonadas se produce – a pesar de la rueda solar con diámetro proporcionalmente grande – un engranaje planetario con multiplicación elevada. Es preferible la desmultiplicación de más de 5:1, más preferiblemente más de 7:1, más preferiblemente más de 8:1, todavía más preferiblemente de 9:1.

Preferentemente un soporte de rueda está montado de forma giratoria sobre el muñón de eje, en una posición axialmente junto al motor eléctrico y el engranaje planetario. De esta manera se origina una unidad de accionamiento de rueda en conjunto extremadamente compacta y construida de forma favorable mecánicamente. Preferentemente el soporte de ruedas es uno tal en el que se puede fijar una llanta de neumático, en particular una llanta estándar. No obstante, se subraya que el término “soporte de rueda” no significa forzosamente un soporte de rueda apropiado para la fijación de una llanta de neumático. También se podría tratar, por ejemplo, de un soporte de rueda para una rueda de cadena.

Preferentemente la obturación entre una parte rotativa en el lado de salida de fuerza del engranaje planetario y la carcasa de engranaje está posicionada en un lugar que está radialmente más hacia fuera que un cojinete del soporte de rueda, no sobresaliendo preferentemente la obturación axialmente de este cojinete. De esta manera para la obturación de la parte rotativa no se consume prácticamente espacio en la dirección axial de la unidad de accionamiento. Además, se consigue que la obturación y en caso deseado el lugar de acoplamiento entre la salida de fuerza del engranaje planetario y el componente adyacente en el camino del par de fuerzas se sitúe en un lugar que experimenta deformaciones muy bajas debido a fuerzas exteriores. Esto aumenta la seguridad de funcionamiento y hace prescindibles los elementos de compensación, como acoplamientos (elásticos),

Preferentemente una parte de la carcasa de motor, que contiene la pared circunferencial exterior y una zona exterior radialmente de una pared frontal, se puede desmontar de la unidad de accionamiento, de modo que el rotor se desmonta y, preferentemente, una zona exterior radialmente del rotor se puede desmontar a continuación de la unidad de accionamiento. Esta capacidad de desmontaje del estator es posible preferentemente alejándose en la dirección del engranaje planetario; pero también son posibles realizaciones en las que la capacidad de desmontaje del estator se dé en la dirección axial inversa.

Preferentemente una zona del rotor, que se sitúa en el otro lado axial del rotor que el engranaje planetario, está configurada como tambor de un freno de tambor. El rotor interior del motor eléctrico previsto según la invención ofrece esta posibilidad de manera especialmente sencilla, sin que se requiera espacio adicionalmente. El frenado en el rotor tiene la ventaja de que el momento de frenado se multiplica mediante el engranaje planetario, de modo que el freno, para la obtención de un momento de frenado deseado, se puede realizar mucho más pequeño que si estuviera posicionado en el lado de salida de fuerza del engranaje planetario. Preferentemente el freno de tambor aludido es un freno de emergencia y/o un freno de mano del automóvil; pero también se puede prever como freno de servicio. Además, es posible configurar las mordazas de freno del freno de tambor como soporte de emergencia del rotor. Dado que la hendidura radial entre la mordaza de freno en cuestión y la circunferencia interior del tambor de freno se puede hacer sin problemas más pequeña que el entrehierro del motor eléctrico, la construcción se puede realizar de modo que el rotor roza antes con una mordaza de freno que con el estator en caso de solicitud con una sobrecarga mecánica.

Preferentemente en el lado exterior del soporte de rueda está previsto un freno de servicio de la unidad de accionamiento que trabaja por fricción. El alojamiento en el lado exterior del soporte de rueda tiene la ventaja de la accesibilidad facilitada para el cambio de zapatas de freno o de las pastillas de freno.

Preferentemente el motor eléctrico está configurado de modo que se puede utilizar como freno de servicio de la unidad de accionamiento. En la práctica esto significa preferentemente que no sólo está prevista una unidad electrónica para el suministro de corriente al motor eléctrico, sino también una unidad electrónica para la evacuación de corriente del “motor

eléctrico" que trabaja ahora como generador. Estas dos funciones se pueden, pero no deben, materializar mediante una unidad electrónica común para ello, en el extremo incluso regulador de corriente utilizable de forma dual. La corriente generada durante el frenado se devuelve a una red de distribución o se acumula en un acumulador de corriente o se convierte en calor en resistencias de frenado. Es posible prever dos frenos de servicio alternativos o complementarios, el uno como freno de servicio que funciona por fricción y el otro como freno de servicio que trabaja de forma eléctrica.

En este punto se subraya que luego, cuando un automóvil posee varias unidades de accionamiento, está prevista preferentemente una unidad electrónica propia de suministro de corriente para el motor eléctrico de cada unidad de accionamiento.

En la unidad de accionamiento según la invención se puede diferenciar entre dos principios de diseño. Se podría alojar un freno en el interior de la dimensión axial de la llanta de neumático. Luego resulta ser muy ventajoso que la unidad de accionamiento verdadera (motor eléctrico más engranaje planetario) se pueda construir axialmente muy compacta, es decir, alojarse en muchos casos axialmente junto al freno todavía en el interior de la dimensión axial de la llanta de neumático. O se puede prescindir del alojamiento de un freno de servicio que trabaja por fricción axialmente junto a la unidad de accionamiento verdadera. Luego la unidad de accionamiento verdadera se puede construir axialmente relativamente ancha, en particular de modo que ocupa al menos el 75%, más preferiblemente del 80 al 100%, de la dimensión axial de la llanta de neumático. Realizaciones de este tipo son especialmente razonables cuando se configura el motor eléctrico como freno de accionamiento. Alternativamente o adicionalmente es posible configurar el freno de tambor aludido ya más anteriormente, integrado en el rotor como freno de servicio.

Preferentemente la conexión de transmisión del par de fuerzas entre el rotor y la rueda solar o la conexión de transmisión del par de fuerzas entre el portaplanetas y el soporte de ruedas se puede separar, especialmente preferiblemente desde fuera sin desmontaje, en el extremo incluso durante la marcha del automóvil. Una posibilidad sencilla (bajo una serie completa de posibilidades existentes) de implementar esta capacidad de separación consiste en la capacidad de desplazamiento axial de un anillo, que tiene un perfil multirranura en la circunferencia, en un lugar donde entre la parte de rotación interior y una parte de rotación exterior coaxial se transmite un par de fuerzas. El anillo se puede desplazar entre un emplazamiento de acoplamiento y un emplazamiento de interrupción.

Según un perfeccionamiento preferido, especialmente importante de la invención, el motor eléctrico es un motor de reluctancia, preferentemente un motor de reluctancia con suministro de corriente controlado electrónicamente. En su realización pura, los rotores de los motores de reluctancia tienen una serie de polos marcados de forma distribuida a lo largo de la circunferencia. No están previstos un bobinado o imanes permanentes. En relación con la unidad de accionamiento según la invención, el motor de reluctancia o el rotor de un motor de reluctancia tiene las ventajas de que se pueden llevar a cabo velocidades de rotación y diámetros de entrehierro comparablemente mayores, de modo que la estabilidad mecánica no sea problemática (¡no requiere vendajes de rotor circundantes!), y los problemas de sobrecalentamiento son menores. También se indica la producibilidad sencilla y por consiguiente el precio favorable. Ante estas ventajas se cuenta con ciertas debilidades condicionadas por el principio, en particular el par de fuerzas suministrado más bajo en tendencia en comparación a algunos otros tipos de motores eléctricos. Finalmente se indica que en la configuración de la unidad de accionamiento con un motor de reluctancia es posible un funcionamiento de arrastre de la unidad de accionamiento en cuestión (por ejemplo ya que se arrastra todo el automóvil o ya que una o varias otras unidades de accionamiento accionan acto seguido el vehículo y se "arrastra conjuntamente" un motor eléctrico defectuoso de una unidad de accionamiento determinada), sin que se debiese realizar una separación mecánica entre la rueda en cuestión y el rotor en cuestión; en el funcionamiento de arrastre no se induce una tensión en el estator bobinado. De ello resulta que con el uso de potencia menor se puede arrastrar y que – de forma especialmente importante (!) – también se puede arrastrar sin refrigeración del motor eléctrico.

Los motores de reluctancia usados en la invención están bobinados de forma multifase en general. Están realizados preferentemente a lo largo de la circunferencia del rotor con distribución polar no constante.

Preferentemente el rotor del motor de reluctancia está configurado dotado adicionalmente de imanes permanentes para aumentar la densidad de potencia del motor de reluctancia con velocidades de giro más elevadas. Esto no debe ir preferentemente tan lejos que del motor de reluctancia puro (sin imanes permanentes) en un buen trozo fuese ya un motor eléctrico, cuyo rotor está ocupado de imanes permanentes de polaridad alterna. La dotación sólo complementaria, que no va tan lejos de imanes permanentes conduce a que también con velocidades de rotación más elevadas todavía se puedan generar pares de fuerzas elevados. Esto también se refleja de nuevo en momentos de frenado elevados durante el uso del motor eléctrico como freno.

Preferentemente el estator está realizado como estator laminado y/o el rotor como rotor laminado para reducir las pérdidas por corrientes de Foucault.

Según un perfeccionamiento preferido, especialmente importante de la invención, el estator está realizado como estator refrigerado por agua. Una posibilidad especialmente preferida es la incorporación de pequeños tubos de acero inoxidable, que discurren axialmente, de pequeño espesor de pared en ranuras que discurren axialmente en la circunferencia exterior del estator, atravesándose estos pequeños tubos por un líquido refrigerante. En este

- 5 posicionamiento de los pequeños tubos de líquido refrigerante, el líquido refrigerante absorbe no sólo el calor del hierro del estator, sino también el calor de la carcasa de motor circundante. Cuando el calor se conduce del engranaje planetario a través de la carcasa de engranaje hacia la carcasa de motor, el líquido refrigerante también absorbe por consiguiente el calor del engranaje planetario. En el caso de requerimientos más elevados de la refrigeración se pueden prever otros canales de refrigeración en el estator. Todos los canales de refrigeración están conectados con un sistema de la circulación del líquido refrigerante mediante una bomba. En un lugar apropiado del circuito de refrigerante, por ejemplo en el lado exterior de la carcasa de motor o en el vehículo, se sitúa un intercambiador de calor para entregar el calor en último término al aire ambiente.
- 10 Según ya se ha indicado, es preferible que el engranaje planetario esté refrigerado al menos en parte porque existe la conexión de conducción de calor con la carcasa de motor y desde allí se realiza la evacuación de calor directa o indirecta al ambiente.
- 15 En el rotor existe considerablemente menos calor que en el estator. Preferentemente el rotor está refrigerado por aire con circulación de aire y la carcasa de motor y/o el estator presenta una zona superficial para la absorción de calor del aire en circulación, de modo que el calor se puede seguir evacuando en último término desde allí. Esta zona superficial puede ser, por ejemplo, una zona de metal que conduce el calor de forma especialmente adecuada y/o una zona con aumento de la superficie.
- 20 Preferentemente los cojinetes del rotor y el engranaje planetario y eventualmente los cojinetes del soporte de ruedas están lubricados con un aceite común. Esta lubricación común se puede hacer constructivamente de forma especialmente adecuada en la unidad de accionamiento según la invención. La evacuación de calor del aceite de lubricación se realiza preferentemente a través de la carcasa de engranaje y desde allí en parte al ambiente y en parte a la carcasa de motor.
- 25 La unidad de accionamiento presenta un elemento conector para la conexión eléctrica y conexión de líquido refrigerante con el automóvil.
- 30 Preferentemente la unidad de accionamiento presenta un sistema de regulación de la presión de los neumáticos, para poder aumentar o disminuir facultativamente la presión de los neumáticos. Una línea de aire comprimido hacia la llanta puede estar conducida a través de un orificio del muñón de eje descrito más arriba, asimismo una línea hidráulica o una línea eléctrica, hacia el freno de la unidad de accionamiento previsto eventualmente en el lado del engranaje opuesto al motor eléctrico.
- 35 Se subraya que en el marco de la invención es posible realizar la unidad de accionamiento representada en el párrafo inicial sin la característica (g) allí mencionada. En este caso puede ser aconsejable, pero no debe, añadir una o varias de las características dadas a conocer en la presente solicitud, para definir una unidad de accionamiento nueva e inventiva.
- 40 Otro objeto de la invención es un automóvil que esté equipado de al menos una unidad de accionamiento que esté configurado según una de las realizaciones anteriores.
- La invención y configuraciones preferidas de la invención se explican todavía más en detalle a continuación mediante un ejemplo de realización representado gráficamente:
- 45 La única figura gráfica muestra una unidad de accionamiento en la sección axial vertical, estando representada sólo la mitad superior de la unidad de accionamiento y omitiéndose la mitad inferior, especular a excepción de algunos detalles.
- 50 Toda la unidad de accionamiento 2 se soporta por un componente de muñón de eje 4, que presenta en una pieza el muñón de eje 6 verdadero, cilíndrico y firme y una base 8 con dos orificios 9. Mediante la base 8 se puede fijar toda la unidad de accionamiento 2 en un vehículo no dibujado. Debido a la pivotación alrededor del eje común de los orificios 9 mencionados se puede conducir la rueda del vehículo dotada de la unidad de accionamiento 2.
- 55 Más a la derecha en el muñón de eje 6 está montado un rotor 10 de un motor eléctrico 12 con dos rodamientos 14. El rotor 10 tiene – hablando en términos generales – la forma de un disco con abertura central. Alrededor de esta abertura central, el rotor 10 se aumenta en la dirección axial para la configuración de un cubo 16. El rotor 10 está aumentado igualmente axialmente en su zona 18 exterior radialmente. En la zona 18 exterior están radialmente configurados los polos de rotor que sobresalen radialmente hacia fuera, que están separados unos de otros por ranuras que discurren axialmente y están conectados entre sí radialmente en el interior por un dorso común. La zona 18 exterior está radialmente realizada de forma laminada, es decir, se compone de un número apilado de chapas que se sitúan respectivamente en un plano radial transversalmente al eje central 20 de la unidad de accionamiento 2 y están aisladas eléctricamente unas de otras.
- 60 El rotor 10 es un elemento del motor eléctrico de reluctancia 12. El motor eléctrico 12 presenta radialmente por fuera del rotor 10 un estator 20 que está laminado análogamente como el rotor 10. También el estator 20 presenta polos marcados
- 65

ES 2 563 046 T3

con ranuras entre los polos y radialmente fuera de un dorso de estator conectado. Los polos de estator están enrollados con bobinas, reconociéndose en el dibujo las así denominadas cabezas de bobina 22 que se originan porque los alambres de bobina salen de una ranura en el extremo axial de allí y están introducidos doblándose en otra ranura. Las cabezas de bobina 22 sobresalen del hierro del estator en cada extremo axial en una dimensión a en la dirección axial.

5 Entre la circunferencia interior del estator 20 y la circunferencia exterior del rotor 10 se sitúa un entrehierro 24.

Una carcasa de motor 28 se compone esencialmente de los siguientes elementos: el componente de muñón de eje 4 está realizado en la zona entre el rotor 10 y los orificios 9 formando una zona 26 de tipo disco de diámetro considerablemente mayor, que forma una gran parte de la pared frontal de allí de la carcasa de motor 28. Una segunda

10 parte de la carcasa de motor 28 se forma mediante un componente 30 de tipo copa que tiene una gran abertura central. El fondo abierto central del componente 30 se cierra en el estado ensamblado por la zona 26 de tipo disco; la zona restante del fondo forma una parte exterior anular de la pared frontal de allí de la carcasa de motor 28. La pared circunferencial del componente 30 de tipo copa forma la pared circunferencial 32 de la carcasa de motor 28.

15 En la figura gráfica a la izquierda, una carcasa de engranaje 34 se conecta con el lado totalmente abierto del componente 30 de tipo copa. La carcasa de engranaje 34 se compone esencialmente de tres componentes: (1) una parte principal 36 que va radialmente hacia dentro desde la conexión con el componente 30 de tipo copa de la carcasa de motor 28 y, a este respecto, está acodada hacia la derecha en dos puntos. (2) Un componente 38 derecho de tipo cubierta que está guiado radicalmente hacia dentro hasta una abertura central de la carcasa de engranaje 34. (3) Un componente 40

20 izquierdo de tipo cubierta que en el lado izquierdo de un engranaje planetario 42 está guiado radialmente hacia dentro hasta una abertura central.

El componente principal 36 de la carcasa de engranaje 34 cierra el motor eléctrico 12, concretamente su estator 20, hacia la izquierda en su zona exterior radialmente. El componente 36 dobla hacia la derecha radialmente en el interior de

25 la cabeza de bobina 22 izquierda en la figura gráfica, para pasar luego poco antes de la zona 18 exterior radialmente del rotor 10 de nuevo al desarrollo radial. La parte principal 36 se ensancha en la dirección axial hacia la derecha radialmente dentro de la zona 18 del rotor 10. Allí se conecta el componente 38 derecho de tipo cubierta que prosigue la carcasa de engranaje en el lado derecho del engranaje planetario 42. El componente 40 izquierdo de tipo cubierta cierra el engranaje planetario 42 en su lado izquierdo.

30

La parte principal 36 y el componente 38 derecho de tipo cubierta son por consiguiente, por un lado, elementos de la carcasa de engranaje 34 pero, por otro lado, también cierran el espacio interior del motor eléctrico 12 en su lado izquierdo.

35 En el interior del engranaje planetario 42 se sitúa un portaplanetas 44, que soporta varios pernos 46 que discurren axialmente de forma distribuida sobre la circunferencia. En cada perno está montada de forma giratoria una rueda planetaria escalonada 48. La zona parcial mayor en diámetro de cada rueda planetaria escalonada 48 está provista en su circunferencia exterior de un dentado 50. El dentado 50 engrana con una rueda solar 52 a describir más abajo todavía más exactamente. La zona más pequeña en diámetro de cada rueda planetaria escalonada 48, que se sitúa axialmente

40 a la derecha junto a la zona mayor en diámetro, está provista en su circunferencia exterior de un dentado 54. El dentado 54 engrana con una corona 56 fija, dentada interiormente, que está elaborada en una pieza en la parte principal 36 de la carcasa de engranaje 34 o se inserta allí como parte separada.

La rueda solar 52 ya aludida es un componente cilíndrico hueco – hablando en términos generales –, que se atraviesa interiormente por el muñón de eje 6. La rueda solar está introducida en un orificio central de la zona de cubo 16 del rotor sobre una longitud parcial derecha. En una zona parcial izquierda de la longitud, la rueda solar está provista de un dentado exterior 52 y engrana, según se ha aludido ya, con todas las ruedas planetarias escalonadas 48 distribuidas circunferencialmente.

50 El engranaje planetario 42 está formado por los componentes descritos de rueda solar 52, ruedas planetarias escalonadas 48, corona 56 fija, portaplanetas 44 rotativo. Se ve que los dientes 50 de las ruedas planetarias 48, con los que están en engranaje con la rueda solar 52, llegan menos hacia la izquierda en la figura gráfica que las cabezas de bobinas 22 izquierdas del estator del motor eléctrico 12. Los dientes 50 se sitúan axialmente junto a la zona 18 exterior radialmente, que representa la zona del rotor 10 adyacente al entrehierro 24. Aquellos dientes 50, que se sitúan

55 completamente arriba en la figura gráfica, se sitúan a una distancia radial del eje central 7 que es menor que el radio del entrehierro 24, pero mayor que el radio en la transición de la zona 18 exterior radialmente del rotor 10 a la zona del rotor 10 de tipo disco.

También se puede presentar una superficie envolvente cilíndrica, que circunda exteriormente todos los diámetros máximos de todas las ruedas planetarias 40, así toca cada dentado 50 individual de una rueda planetaria 58 individual sólo durante un tramo corto circunferencial. A esta superficie envolvente se le puede atribuir un diámetro o un radio y una anchura axial que se corresponde con la anchura axial del dentado 50. Esta superficie envolvente imaginaria se sitúa en cierto modo dentro del espacio angular que se sitúa axialmente a la derecha por la zona 18 exterior radialmente o la pared interpuesta de la parte principal de carcasa 36 y que está delimitado radialmente hacia fuera por la circunferencia interior de la totalidad de las cabezas de bobinas 22 izquierdas o la zona allí interpuesta de la parte principal de carcasa

60

65

36. Sin abandonar el alcance de la invención, la configuración del engranaje planetario 42 también puede ser de modo que las ruedas planetarias 48 lleguen un trozo más hacia la izquierda, así los dentados 50 con sus zonas finales izquierdas sobresalen más hacia la izquierda que las cabezas de bobinas 22 izquierdas.

5 A la izquierda de las ruedas planetarias 48 está montado un soporte de rueda 58 en el muñón de eje 6, y a saber mediante dos rodamientos 60 espaciados. El soporte de rueda 58 se compone de una zona de cubo 62 y una zona 64 de tipo disco. En la zona 64 de tipo disco están fijados un tambor de freno 66 y una llanta de neumático 68. No está dibujado un neumático situado sobre la llanta 68 en la unidad de accionamiento 2 terminada para el funcionamiento.

10 A la derecha la zona de cubo 62 del soporte de rueda 58 tiene una zona que sobresale de la zona 64 de tipo disco y en su circunferencia exterior está provista de un perfil multirranura 70 que discurre axialmente. El portaplanetas 44 posee en su orificio interior un perfil multirranura complementario y está colocado por deslizamiento gracias a éste sobre el perfil multirranura 70 del soporte de rueda 58. Esto crea una conexión que transmite del par de fuerzas entre el portaplanetas 44 y el soporte de rueda 58.

15 En la zona final derecha de la zona de cubo 16 del rotor 10 está posicionado un anillo Simmer 72, que obtura el espacio interior de la carcasa de motor 28 respecto al cojinete del rotor 10. En la zona final izquierda de la zona de cubo 16 del rotor está posicionado un anillo Simmer 74, que obtura el espacio interior del motor eléctrico 12 respecto al espacio interior del engranaje planetario 42. El anillo Simmer 72 se sitúa entre la zona de cubo 16 del rotor 10 y el componente de
20 muñón de eje 4. El anillo Simmer 74 se sitúa entre la zona de cubo 16 del rotor 10 y el orificio interior de la parte cobertora 38 derecha. Entre el orificio interior de la parte cobertora 40 izquierda y la circunferencia exterior de un saliente 76 axial, que sobresale hacia la izquierda, del portaplanetas 44 se sitúa un anillo Simmer 78, que obtura el interior del engranaje planetario 42 respecto al entorno exterior. Entre la zona de cubo 58 y un componente 80 fijado de forma fija en rotación en la zona final izquierda del muñón de eje 6 se sitúa un anillo Simmer 82, que obtura el espacio de cojinete del
25 soporte de rueda 58 respecto al entorno exterior. El anillo Simmer 78 que coopera con el portaplanetas 44 se sitúa en un punto que es mayor radialmente que el cojinete derecho del soporte de rueda 58, pero no sale axialmente hacia la izquierda ni axialmente hacia la derecha sobre este cojinete 60.

30 Además, puede verse que la circunferencia interior de la zona 18 exterior radialmente del rotor 10 está configurada como tambor de freno 84 allí donde se sitúa a la derecha de la zona del rotor 10 de tipo disco. Junto con las mordazas de freno 86 se forma allí un freno de emergencia y de mano para el vehículo. Una tracción de cable o también una línea hidráulica para el accionamiento del freno de tambor 84, 86 se puede guiar cómodamente a través de la zona 26 aumentada de tipo disco del componente de muñón de eje 4.

35 El componente 80 ya aludido más arriba está fijado de forma fija en rotación en el lado izquierdo del muñón de eje 6. En el componente 80 está fijado un soporte de freno 88. En el soporte de freno 88 están fijados los elementos no rotativos de un freno de servicio no dibujado de la unidad de accionamiento 2. Las mordazas de freno de este freno de servicio actúan desde dentro contra la circunferencia interior del tambor de freno 66 rotativo. El freno de servicio, para el cambio de zapata de freno, está abierto hacia la izquierda mediante el desmontaje del soporte de freno 88.

40 El componente 30 de tipo copa se puede quitar axialmente hacia la derecha de la unidad de accionamiento 2 tras soltar los tornillos de conexión con la zona 26 aumentada en forma de disco y tras soltar los tornillos de conexión con la parte principal 36 de la carcasa de engranaje 34. A este respecto se desmonta el estator 20. La zona 26 en forma de disco tiene un diámetro exterior que es tan pequeño que también se puede desmontar axialmente hacia la derecha una zona
45 exterior radialmente del rotor 10.

50 Un pequeño tubo metálico 90 que discurre axialmente está dibujado en tamaño exagerado radialmente hacia fuera en el estator 20. El pequeño tubo 90 descansa en una ranura exterior que discurre axialmente en la circunferencia exterior del estator 20 y llega a una ranura interior, que discurre en la dirección axial, de la zona circunferencial 32 de la carcasa de motor 28. Una multiplicidad de pequeños tubos 90 de este tipo están posicionados distribuidos sobre la circunferencia del estator 20. Todos están conectados, por ejemplo, gracias a su extremo izquierdo con un suministro de refrigerante y gracias a su extremo derecho con una evacuación de refrigerante.

55 No están dibujados los medios para una circulación de aire dentro de la carcasa de motor 28. Son posibles, por ejemplo, salientes de tipo aspa de ventilador en lugares apropiados del rotor 10.

60 En la pared frontal derecha de la carcasa de motor 28 se reconoce un elemento conector 92, donde gracias a uno o varios conectores enchufables se pueden establecer conexiones eléctricas entre el estator 20 y el cuerpo de carrocería del vehículo situado a la derecha de la figura gráfica, así como conexiones de refrigerante entre el estator 20 y el cuerpo de carrocería del vehículo. Además, está dibujada de forma esquemática una válvula de regulación de presión de los neumáticos 94 en la llanta 68. Una línea de aire comprimido 96 discurre a través de un orificio central del componente de muñón de eje 4 y luego desde una conexión rotativa a través del componente 98 de tipo tapacubos hacia la válvula de regulación de presión de los neumáticos 94. A través del orificio central del componente de muñón de eje 4 también se establece la conexión eléctrica o hidráulica o neumática del sistema de freno en el soporte de freno 88.

65

El ejemplo de realización ha tenido presente que la invención permite un tipo extremadamente favorable de cojinete del rotor 10 y soporte de rueda 58. El rotor 10 y el soporte de rueda 58 están apoyados respectivamente en ambos lados del plano en el que ataca la fuerza radial.

5 Los puntos de separación favorables de las conexiones de transmisión del par de fuerzas son en el ejemplo de realización la conexión multirranura entre el rotor 10 y la rueda solar 52 y la conexión multirranura entre el portaplanetas 44 y el soporte de rueda 58.

10 Se subraya expresamente que una refrigeración por líquido del estator de un motor eléctrico mediante pequeños tubos, preferentemente de metal, que se sitúan alejados del entrehierro del motor eléctrico en la zona de la circunferencia posterior del estator, también tiene un significado inventivo separado de la unidad de accionamiento aludida en el párrafo inicial de la solicitud. Por otro lado, esta refrigeración por líquido presenta preferentemente una o varias de las características adicionales dadas a conocer en la solicitud.

15

REIVINDICACIONES

1. Unidad de accionamiento eléctrica para un automóvil, que presenta un motor eléctrico, el motor eléctrico presenta:

- 5 (a) un estator (20) con polos bobinados;
 (b) un rotor (10),
 (c) existiendo entre el estator (20) y el rotor (10) un entrehierro (24);
 (d) y la característica de que, en aquella zona de la circunferencia posterior del estator que se sitúa alejada del
 10 entrehierro (24), están presentes pequeños tubos (90), preferentemente de metal, que se pueden atravesar por el
 líquido refrigerante para la refrigeración de líquido del estator (20),

presentando la unidad de accionamiento (2) además:

- 15 (a1) una carcasa de motor (28) montada de forma fija en rotación;
 (b1) el estator (20) está fijado en la carcasa de motor (28),
 (c1) el rotor (10) está dispuesto dentro del estator (20), estando presente el entrehierro (24) entre las superficies
 polares del estator (20) y la circunferencia exterior del rotor (10) dirigida hacia las superficies polares del estator (20);
 (d1) un engranaje planetario (42) con una rueda solar (52), un portaplanetas (44), ruedas planetarias (48) y una
 20 corona (56),
 (e1) estando en conexión el rotor (10) y la rueda solar (52) del engranaje planetario (44) para la transmisión del par de
 fuerzas;
 (f1) una carcasa de engranaje (34) del engranaje planetario (42), estando fijada la carcasa de engranaje (34) en la
 carcasa de motor (28) o siendo – al menos en parte – un elemento integral de la carcasa de motor (28), y
 25 (g1) un elemento conector (92) para la conexión eléctrica y conexión de líquido refrigerante con el automóvil.

2. Motor eléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** los pequeños tubos (90) descansan respectivamente
 en una ranura en la circunferencia exterior del estator (20) y llegan a una ranura interior de una zona circunferencial (32)
 de una carcasa de motor (28).

3. Motor eléctrico según una de las reivindicaciones 1 a 2, **caracterizado porque** el rotor (10) está refrigerado por aire
 con circulación de aire y **porque** la carcasa de motor (28) y/o el estator (20) presenta una zona superficial para la
 absorción de calor a partir del aire en circulación.

4. Unidad de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** las ruedas planetarias (48)
 35 tienen un diámetro máximo tal y una posición axial tal que un cilindro envolvente común imaginario para todos los
 diámetros máximos de las ruedas planetarias (48) se sitúa radialmente en el interior de las cabezas de bobinas (22)
 presentes en un lado axial del estator (20) y axialmente junto a la zona (18) del rotor (10) adyacente al entrehierro (24) y
porque las ruedas planetarias (48) no sobresalen o con menos del 50% de su anchura de diente del engranaje con la
 40 rueda solar (52) en la dirección axial hacia fuera más allá de las cabezas de bobinas (22) mencionadas.

5. Unidad de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada porque** las ruedas planetarias (48)
 son ruedas planetarias escalonadas, sobresaliendo preferentemente las ruedas planetarias escalonadas (48) con sus
 diámetros exteriores pequeños en un espacio del rotor (10) que está colocado hacia atrás axialmente respecto al lado
 45 frontal del rotor, que está dispuesto en la zona del rotor (10) adyacente al entrehierro (24).

6. Unidad de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada porque** está previsto un muñón de
 eje (6) en el que está fijada la carcasa de motor (28) y/o con el que la carcasa de motor (28) es – al menos en parte – un
 componente integral; y **porque** el rotor (10) está montado sobre el muñón de eje (6).

7. Unidad de accionamiento según la reivindicación 6, **caracterizada porque** un soporte de rueda (58) está montado de
 50 forma giratoria en el muñón de eje (6), en una posición axialmente junto al motor eléctrico (12) y el engranaje planetario
 (42), estando fijada una llanta de neumático (68) preferentemente en el soporte de rueda (58), y/o estando previsto
 preferentemente en el lado exterior del soporte de rueda (58) un freno de servicio de la unidad de accionamiento (2) que
 trabaja por fricción.

8. Unidad de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada porque** una zona del rotor (10), que
 se sitúa en el otro lado axial del rotor (10) que el engranaje planetario (42), está configurada como tambor (84) de un
 freno de tambor, estando configuradas preferentemente las mordazas de freno (86) del freno de tambor como soporte de
 60 emergencia del rotor (10).

9. Unidad de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada porque** la conexión de transmisión
 del par de fuerzas entre el rotor (10) y la rueda solar (52) o la conexión de transmisión del par de fuerzas entre el
 portaplanetas (44) y el soporte de rueda (58) se puede separar, preferentemente desde fuera sin desmontaje.

- 5 10. Unidad de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada porque** el motor eléctrico (12) es un motor de reluctancia, estando configurado preferentemente el motor de reluctancia con suministro de corriente controlado de forma electrónica y/o estando equipado preferentemente el rotor (10) del motor de reluctancia adicionalmente con los imanes permanentes, para aumentar la densidad de potencia del motor de reluctancia con velocidades de giro elevadas.
- 10 11. Unidad de accionamiento según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada porque** el engranaje planetario (42) está refrigerado al menos en parte ya que existe la conexión de conducción de calor con la carcasa de motor (28) y desde allí se realiza la evacuación de calor directa o indirecta al ambiente.
12. Automóvil, **caracterizado porque** está equipado de al menos una unidad de accionamiento (2) que está configurada según una de las reivindicaciones 1 a 11.

