(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 776 191**

(51) Int. Cl.:
F16D 65/18 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.03.2014** **PCT/EP2014/054531**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **18.09.2014** **WO14139919**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.03.2014** **E 14708876 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.12.2019** **EP 2971840**

(54) Título: **Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico**

(30) Prioridad:

11.03.2013 AT 501652013

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
29.07.2020

(73) Titular/es:

VE VIENNA ENGINEERING FORSCHUNGS- UND ENTWICKLUNGS GMBH (100.0%)
Teinfaltstrasse 8/4
1010 Wien, AT

(72) Inventor/es:

PUTZ, MICHAEL

(74) Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 776 191 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

Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico

La presente invención se refiere a un freno de rozamiento con accionamiento eléctrico con una pastilla de freno accionada por un dispositivo de accionamiento, donde el dispositivo de accionamiento es propulsado por un actuador eléctrico y comprende un primer elemento de transmisión, que está conectado a la pastilla de freno y el dispositivo de accionamiento gira el primer elemento de transmisión en un ángulo de giro para un frenado para la obtención de una fuerza de apriete de la pastilla y el primer elemento de transmisión necesita un par de entrada en función del ángulo de giro para la obtención de la fuerza de apriete de la pastilla.

La presente invención se refiere a frenos con accionamiento eléctrico, es decir, frenos donde un actuador eléctrico, como, por ejemplo, un motor eléctrico, aprieta la pastilla de freno, como, por ejemplo, un disco de freno, en la superficie de rozamiento, como, por ejemplo, un disco de freno o prensas de tambor de freno, por medio de piezas de transmisión como, por ejemplo, palancas, tornillos, husillos de bolas, levas, excéntricas, líquidos, gases, etc. El diseño de la curva de fuerza a lo largo del recorrido de accionamiento es importante en el caso de los frenos con accionamiento eléctrico para el tiempo de accionamiento y la energía requerida para aplicar el par de frenado.

Un freno con accionamiento eléctrico se desprende, por ejemplo, del documento DE 38 24 812 A1 en forma de un freno de tambor. El documento WO 01/44677 A1 muestra un dispositivo de zapata para un freno de rueda, que se puede accionar eléctricamente. El documento US 2010/0025165 A1 muestra un tipo de freno de cuña, en el que la relación de multiplicación de la fuerza longitudinal en la dirección X respecto a la fuerza transversal (fuerza de apriete) en la dirección Y se puede modificar por medio de un mecanismo de desvío.

Particularmente en el caso de frenos con accionamiento eléctrico de vehículos se aplican requisitos exigentes con respecto a los tiempos de accionamiento cortos y la necesidad de presión de contacto. Por ejemplo, para los vehículos actuales se requiere un tiempo de accionamiento para un frenado total de aproximadamente 200 ms. En los frenos de disco de las ruedas delanteras de los vehículos actuales, se pueden producir fuerzas de apriete de la pastilla de 30 a 40 kN, y en algunos casos significativamente mayores. Dado que la fuerza de apriete de la pastilla * el recorrido de accionamiento es la energía requerida para el accionamiento del freno y en cierto tiempo de accionamiento conduce al resultado de accionamiento necesario, está claro que los actuadores eléctricos necesitan las potencias eléctricas correspondientemente altas. Cuando para obtener una fuerza de apriete de la pastilla de 40 kN el recorrido de accionamiento es de 2 mm para un frenado total, la potencia requerida es de aproximadamente 40 Ws. Si el procedimiento de frenado se lleva a cabo en 0,2 segundos, se requiere una potencia mecánica promedio de al menos 200 W por freno, que debe ser aplicada por el actuador eléctrico. Sin embargo, los requisitos de espacio de instalación, peso, costes y electricidad disponibles para el actuador eléctrico requieren que la potencia del motor se mantenga baja, por lo que no se puede utilizar cualquier actuador eléctrico grande.

En el caso de un freno lineal con accionamiento eléctrico, es decir, en el caso de elementos de transmisión lineales, como, por ejemplo, tornillos, husillos de bolas, líquidos, con una relación lineal entre el recorrido de accionamiento y el actuador (fuerza, momento), suponiendo que el valor de rozamiento es constante, se necesita una fuerza de apriete de la pastilla lineal contra la superficie de rozamiento con un par de frenado creciente que aumente de cero al valor máximo. La relación de multiplicación requerida del freno lineal está determinada en este caso por la fuerza máxima requerida (frenado total), ya que esto se debe garantizar, y permanece constante para todas las fuerzas de apriete de la pastilla menores. Sin embargo, esto es desfavorable porque en todos los demás casos, que generalmente son más frecuentes, el actuador eléctrico no se puede utilizar de manera óptima y sus dimensiones son excesivas. Por lo tanto, en el caso de un freno lineal de este tipo, hasta alcanzar el frenado total que se ha diseñado, el actuador eléctrico se acciona con una carga menor a la máxima posible contemplada por el frenado total, donde, sin embargo, la relación de multiplicación y, por ende, también, el tiempo de accionamiento alcanzable son determinados por la desmultiplicación que se mantiene constantemente alta. Por este motivo, en el caso de frenos lineales para frenados que no constituyan un frenado total, no se pueden conseguir tiempos de accionamiento óptimos o lo más cortos posible.

Además, sobre los frenos con accionamiento eléctrico recae una presión económica alta porque tienen que competir con los frenos hidráulicos, que son relativamente simples. Por lo tanto, cualquier optimización en los costes del actuador eléctrico es importante. Es cierto que cuanto más pequeño sea el actuador eléctrico, más barato será.

Los frenos no lineales con accionamiento eléctrico, donde se prevé un elemento de transmisión no lineal, como una leva, una excéntrica, una rampa no lineal, etc., entre el actuador y la pastilla de freno, constituyen una mejora de los frenos lineales, como se describe en el documento WO 2010/133463 A1. En el documento WO 2010/133463 A1, por ejemplo, un accionador gira un eje con un pasador excéntrico o una leva donde se fija la pastilla de freno. En este caso, el par de torsión de un motor eléctrico se transmite a través de una varilla y una palanca al elemento de transmisión no lineal del freno. Debido a la excentricidad del pasador o la leva, la pastilla de freno se aprieta contra la superficie de rozamiento, lo que resulta en una relación no lineal entre el recorrido de accionamiento o el ángulo de rotación del eje y la fuerza de apriete de la pastilla o el par de frenado resultante. Como resultado, la excéntrica o la leva genera una multiplicación de fuerza (una trayectoria corta provoca una gran fuerza), por lo que el tamaño del

actuador eléctrico puede ser más pequeño. De este modo, los tiempos de accionamiento se pueden acortar en comparación con un freno lineal con accionamiento eléctrico.

En general, las condiciones de instalación del freno, especialmente en el caso de los frenos de un vehículo, dejan solo un sitio pequeño para que, entre el freno, por lo que se deben utilizar motores eléctricos de tamaño pequeño. Esto significa que a partir de las altas revoluciones del motor eléctrico pequeño preferido se debe generar una fuerza de presión de la pastilla de freno muy alta. En lugar de utilizar, por ejemplo, la varilla y la palanca del documento WO 2010/133463 A1, esto se puede conseguir por medio de un engranaje propulsado por un motor eléctrico. En este ejemplo, la fase de salida del engranaje gira el eje integrado en el engranaje con la excéntrica o la leva, donde el elemento de transmisión no lineal a su vez actúa sobre la pastilla de freno. Con un engranaje de este tipo se pueden lograr relaciones de multiplicación de 1:40 incluso en sitios pequeños, lo que permite utilizar motores eléctricos pequeños. De esta manera, el tiempo de accionamiento se puede reducir aún más. Sin embargo, este tipo de engranajes son muy complejos y, por lo tanto, costosos.

A partir del documento WO 01/90595 A1 se conoce un freno de mano donde una varilla de control de freno es propulsada por una conexión de accionamiento accionada eléctricamente. La conexión de accionamiento tiene la forma de un disco de leva girado por el motor eléctrico, y está conformada por un elemento de ajuste guiado a lo largo de una superficie del disco de leva. El disco de leva se puede diseñar para que ajuste un par de torsión constante en el motor eléctrico a fin de acortar el tiempo de frenado y conseguir un movimiento de traslación de la varilla de control del freno particularmente rápido.

Para liberar un freno de rozamiento, a menudo, se tensa un muelle de retorno que se afloja al liberar el freno de rozamiento y mediante la energía que se libera abre el freno de rozamiento. Por ejemplo, el documento DE 10 2006 012 076 A1 muestra un freno de rozamiento con accionamiento eléctrico donde durante el accionamiento se tensa un muelle de retorno y para liberarlo se afloja el muelle de retorno. Por lo tanto, durante todo el accionamiento del freno de rozamiento, el accionamiento eléctrico debe aplicar energía para tensar el muelle de liberación.

Un objetivo de la presente invención es reducir aún más los tiempos de accionamiento alcanzables de un freno de rozamiento con accionamiento eléctrico y al mismo tiempo mantener los costes del freno de rozamiento, así como garantizar un efecto de frenado lo más uniforme posible durante la vida útil del freno de rozamiento.

Este objetivo se logra según la invención porque está previsto un segundo elemento de transmisión con una curva de elevación y en el primer elemento de transmisión está previsto un elemento de acoplamiento, donde en el elemento de acoplamiento está dispuesto un elemento de exploración y el elemento de exploración explora la curva de elevación bajo el efecto del actuador eléctrico para el accionamiento del primer elemento de transmisión, donde el segundo elemento de transmisión aplica el par de entrada para el primer elemento de transmisión y los pares de entrada del primer elemento de transmisión sobre el ángulo de giro para los diferentes estados de desgaste de la pastilla de freno producen una curva envolvente que representa los valores máximos de los pares de entrada necesarios, y el par de entrada aplicado por el segundo elemento de transmisión sobre el ángulo de giro se sitúa igual o por debajo de la curva envolvente, a fin de cubrir los diferentes estados de desgaste de la pastilla de freno (3). El segundo elemento de transmisión puede aplicar gran parte de la multiplicación requerida en el dispositivo de accionamiento, por lo que se descarga el actuador eléctrico. En el ejemplo de un motor reductor, con freno de rozamiento igual por lo demás, se puede reducir la transmisión del motor reductor de 1:40 hasta 1:12 (en el caso de un segundo elemento de transmisión no lineal), ya que el segundo elemento de transmisión brinda la multiplicación de fuerza (o multiplicación de par). Por consiguiente, se puede lograr un ahorro de 1 a 2 etapas de multiplicación en el engranaje motor y ligado a ello una reducción de costes. De este modo, simultáneamente el par de salida del actuador eléctrico también se vuelve más pequeño, por lo que se pueden usar ruedas dentadas esencialmente más pequeñas en el engranaje motor, lo que de nuevo conlleva una ventaja de precio adicional. Pero debido a la multiplicación adicional del segundo elemento de transmisión también se reduce el tiempo de accionamiento del freno de rozamiento. A la inversa, en el caso de un tiempo de accionamiento a obtener se puede disminuir el tamaño del motor. Igualmente, con ello se puede garantizar el funcionamiento sobre todo el estado de desgaste del freno de rozamiento.

La conexión del elemento de acoplamiento y del primer elemento de transmisión es muy simple desde el punto de vista estructural, cuando un primer extremo de una palanca está montado de forma giratoria en el elemento de acoplamiento y un segundo extremo de la palanca está conectado al primer elemento de transmisión.

Se obtiene una realización particularmente simple que presenta ventajas cuando el segundo elemento de transmisión está diseñado como un disco de leva o como una guía de corredera con una curva de elevación, y el actuador eléctrico gira el disco de leva o la guía de corredera. De esta manera, el dispositivo de accionamiento se puede realizar con medios de diseño simples, robustos y muy compactos.

Si se prevén dos primeros elementos de transmisión, es ventajoso si cada uno está conectado al elemento de acoplamiento para formar un accionamiento de paralelogramo mediante una palanca. El paralelogramo permite obtener de manera simple y económica una sincronización obligatoria de los dos elementos de transmisión.

En una configuración alternativa, el elemento de acoplamiento está diseñado como una palanca oscilante cuya articulación oscilante se guía sobre el elemento sensor a lo largo de la curva de elevación, donde el actuador eléctrico actúa sobre una primera pata de la palanca oscilante y la otra pata de la palanca oscilante está conectada al primer elemento de transmisión. La palanca oscilante permite lograr relaciones de multiplicación particularmente altas en el segundo elemento de transmisión.

Se puede lograr una función de freno de aparcamiento muy simple si en la curva de elevación se prevé una hendidura donde el elemento sensor adopte una posición estable. De esta manera, el dispositivo de accionamiento se puede fijar en una determinada posición (freno de aparcamiento) y solo se puede liberar mediante una fuerza externa.

El primer elemento de transmisión está diseñado preferentemente como un accionamiento excéntrico o como un accionamiento de levas, ya que de esta manera con medios simples se pueden lograr relaciones de multiplicación altas con recorridos de accionamiento pequeños.

Constituye particularmente una ventaja que la curva de elevación esté conformada según la curva característica de la multiplicación de trayectoria del primer elemento de transmisión. De esta manera se puede lograr un par de fuerzas esencialmente constante del actuador eléctrico. Por tanto, el actuador eléctrico se puede hacer funcionar sobre todo el rango de accionamiento del dispositivo de accionamiento siempre en un determinado rango de pares de fuerzas en el que se producen rendimientos favorables.

Para implementar una reposición automática del freno de rozamiento sobre todo el rango de accionamiento, ventajosamente está previsto un muelle de liberación que actúa sobre el dispositivo de accionamiento. Cuando el muelle de liberación se tensa o relaja sobre un elemento de exploración de muelle previsto en el primer elemento de accionamiento se puede controlar de forma dirigida el rango en el que se tensa o relaja el muelle de liberación. Por consiguiente el muelle de liberación puede proporcionar en determinados rangos del rango de accionamiento la energía auxiliar para la reposición o accionamiento del freno de rozamiento y en otros rangos le ayuda al actuador eléctrico en el accionamiento o la reposición del freno de rozamiento.

Otros efectos y ventajas del presente freno de rozamiento serán evidentes a partir de la siguiente descripción.

La presente invención se explica en detalle a continuación, en relación con las figuras 1 a 9 que muestran esquemáticamente y a modo de ejemplo, configuraciones de la invención ventajosas y no limitativas. Para ello:

la figura 1 muestra una representación de un freno de rozamiento según la invención,

la figura 2 muestra una realización alternativa del dispositivo de accionamiento,

la figura 3 muestra la fuerza de apriete de la pastilla a lo largo del rango de accionamiento del primer elemento de transmisión,

la figura 4 muestra el par de entrada al primer elemento de transmisión a lo largo de su rango de accionamiento,

la figura 5 muestra la curva característica de la multiplicación de trayectoria y de pares del segundo elemento de transmisión,

la figura 6 muestra una representación de un freno de rozamiento según la invención con un muelle de liberación,

la figura 7 muestra el momento de la fuerza de apriete de la pastilla interior sobre el rango de accionamiento del actuador eléctrico,

la figura 8 muestra el par de retorno del muelle de liberación en el rango de accionamiento, y

la figura 9 muestra el par de torsión del actuador eléctrico de un freno de rozamiento según la invención.

La figura 1 muestra esquemáticamente un ejemplo de realización ventajosa de un freno de rozamiento 1 según la invención, aquí, por ejemplo, en forma de un freno de disco con un disco de freno como superficie de rozamiento 2 y una pastilla de freno 3, que es presionada por un dispositivo de accionamiento 10 para que frene contra la superficie de rozamiento 2. El freno de rozamiento 1 también se podría diseñar como un freno de tambor y, por supuesto, también podría frenar los movimientos lineales, es decir, por ejemplo, una plancha plana como superficie de rozamiento en lugar de un disco de freno. La pastilla del freno 3 también puede estar dispuesta en un soporte de pastilla 4. El freno de rozamiento 1 se puede diseñar, por ejemplo, como un freno de pinza flotante conocido. Los componentes conocidos de este tipo de freno de rozamiento 1 en sí, como la pinza de freno, por razones de claridad no se muestran aquí o solo se sugieren.

Sobre la pastilla de freno 3 o el soporte de la pastilla 4 actúa un primer elemento de transmisión 5 que está

conectado a la pastilla de freno 3 (o el soporte de la pastilla 4) que actúa de esta manera junto con ella. El primer elemento de transmisión 5 está diseñado aquí, por ejemplo, como un eje de accionamiento 6, en el cual se prevé un pasador excéntrico 7 (señalado por los ejes de rotación desplazados). Por ejemplo, un pasador excéntrico 7 se puede formar integralmente en el eje de accionamiento 6 o también se puede prever un orificio axial excéntrico en el eje de accionamiento 6 donde se inserta un pasador 7. El eje de accionamiento 6 está montado de forma giratoria en una parte fija del freno de rozamiento 1, por ejemplo, la pinza de freno o en una parte semifija, por ejemplo, un ajustador de desgaste. La pastilla de freno 3 o el soporte de la pastilla 4 están dispuestos en el pasador 7. Si el eje de accionamiento 6 gira en un ángulo de rotación α, la pastilla del freno 3 se mueve dependiendo del sentido de rotación mediante el recorrido de accionamiento s respecto a la superficie de rozamiento 2 o se eleva desde esta (señalada por la flecha doble). En lugar de un pasador excéntrico 7, se puede prever también una leva como elemento de transmisión 5. Por ejemplo, se puede prever un ángulo de rotación α de 90° desde sin frenado hasta el frenado total, donde la excéntrica o la leva está diseñada geométricamente para garantizar el recorrido de accionamiento s necesario para el frenado. Este tipo de accionamiento de un freno de rozamiento 1 se describe en el documento WO 2010/133463 A1.

Colocar la pastilla de freno 3 en la superficie de rozamiento 2 por medio del primer elemento de transmisión 5 genera a partir del contacto una fuerza normal (fuerza de apriete de la pastilla F_N) que produce la fuerza de frenado o el par de frenado. La fuerza normal es generada por el primer elemento de transmisión 5 y también es completamente absorbida por este. Esto significa que la fuerza normal está completamente sostenida por el elemento de transmisión 5. Una fuerza normal que se incrementa por cualquier efecto de autoamplificación que se pueda producir también está sostenida por el elemento de transmisión 5.

La pastilla del freno 3 se puede apretar contra la superficie de rozamiento 2 básicamente con cualquier geometría y procedimiento que aporte «ganancia de altura», es decir, recorrido de desplazamiento hacia la pastilla del freno 3. El primer elemento de transmisión 5 está diseñado preferentemente de forma no lineal. Esto significa que no hay una relación lineal entre la entrada (aquí, por ejemplo, el ángulo de rotación a) y la salida (aquí, por ejemplo, el recorrido de accionamiento s). Sin embargo, el primer elemento de transmisión 5 también se puede diseñar de forma lineal, por ejemplo, como una leva con una curva de elevación lineal. El primer elemento de transmisión 5 también se puede concebir como una rampa de bola o que ruede con roscas. Una leva es un plano inclinado y enrollado, donde el desplegado también se puede desenrollar o puede estar en cualquier curva o superficie en el plano o el espacio, como, por ejemplo, también como una hélice o una hélice múltiple, como, por ejemplo, una rampa de bolas, roscas o curvaturas. Del mismo modo, el primer elemento de transmisión 5 también puede comprender un cilindro hidráulico o neumático con pistón, que es accionado, por ejemplo, por una excéntrica o una leva.

Según la invención, ahora se prevé un segundo elemento de transmisión 8 en el freno de rozamiento 1, que actúa junto con el primer elemento de transmisión 5, como se describe a continuación.

El segundo elemento de transmisión 8 aquí comprende un disco de leva 11 montado de forma giratoria en un punto de rotación 9 con una curva de elevación 17, que es propulsada por un actuador eléctrico 12, aquí, por ejemplo, un motor eléctrico o un motor reductor. El disco de leva 11 o el actuador eléctrico 12 se apoyan sobre una parte fija 13 del freno de rozamiento 1, como, por ejemplo, una pinza o un ajustador de desgaste desconocido (que se considera semifijo) y aquí no se muestra, pero se señala en la figura 1. Sobre el disco de leva 11, rueda un elemento sensor 14, como, por ejemplo, un cojinete de agujas, donde el elemento sensor 14 está montado de forma giratoria en un elemento de acoplamiento 15. Dependiendo de la forma de la curva de elevación 17, el segundo elemento de transmisión 8 será, en consecuencia, lineal o no lineal. En el elemento de acoplamiento 15, los extremos de dos palancas 16 aquí además están montados de forma giratoria. Cada extremo opuesto de la palanca 16 están unidos al eje de accionamiento 6. Desde el punto de vista mecánico, el elemento de acoplamiento 15 es un seguidor de levas de rodillos que al mismo tiempo es parte de un engranaje de paralelogramo. Desde luego que se puede prever solamente un primer elemento de transmisión 5 y, por lo tanto, puede que se necesite solamente una palanca 16. Del mismo modo, podrían ser más de dos primeros elementos de transmisión 5 y, por lo tanto, más de dos palancas 16.

Si el actuador eléctrico 12 gira el disco de leva 11, por ejemplo, en sentido horario, el elemento sensor 14 rueda sobre el disco de leva 11, por lo que el elemento de acoplamiento 15 se mueve hacia arriba o hacia abajo según la forma de la curva del disco de leva 11. Mediante el movimiento del elemento de acoplamiento 15, la palanca 16 gira simultáneamente el eje de accionamiento 6 y presiona la pastilla de freno 3 contra la superficie de rozamiento 2. Para levantar la pastilla de freno 3 de la superficie de rozamiento 2, la rotación del disco de leva 11 tiene lugar en la dirección opuesta.

La cinemática del dispositivo de accionamiento 10 del freno de rozamiento 1 consiste, por lo tanto, en la relación de la multiplicación de trayectoria (o la relación de multiplicación de fuerza o pares equivalente) del primer elemento de transmisión 5 y el segundo elemento de transmisión 10.

La curva de elevación 17 del segundo elemento de transmisión 10, en lugar de disco de leva 11, se puede lograr mediante una guía de corredera. La curva de elevación 17 también se puede enrollar varias veces o formar en el espacio para que entre la posición inicial y final se pueda generar un rango de rotación mayor a 360°. Por ejemplo, el

disco de leva 11 puede tener la forma de una hélice, donde el disco de leva 11 siempre se pueda colocar correctamente mediante un dispositivo de alimentación, por ejemplo, una rosca. Una guía de corredera también se podría diseñar en espiral.

La curva de elevación 17 del disco de leva 11 o de una guía de corredera o, más generalmente, cualquier curva de elevación 17 en el espacio o en el plano, desde luego que se puede escanear de cualquier manera mecánicamente significativa, es decir, además del seguidor de leva de rodillo descrito con un brazo oscilante u otra guía del elemento sensor 14. Por supuesto, el escaneo también se puede realizar con otros elementos que no sean un cojinete de rodillos, por ejemplo, con un rodillo, un contacto deslizante o una bola. Por escaneo se entiende, por lo tanto, hacer rodar o deslizar el elemento sensor 14 en la curva de elevación 17.

El elemento de acoplamiento 15 también se puede diseñar como partes separadas, por ejemplo, como varios elementos articulados o palancas.

La curva de elevación 17 del disco de leva 11 (o la guía de corredera) también puede presentar un área conformada de manera que en esta área el elemento sensor 14 adopte una posición estable y favorable a la energía para que el segundo elemento de transmisión 8 no pueda desplazarse por sus propios medios, sin la aplicación de fuerzas externas, en la dirección de la posición sin freno. Esto se prevé en la figura 1, por ejemplo, al final de la curva de elevación 17 del disco de leva 11 en forma de hendidura 20. Si el elemento sensor 14 se encuentra dentro de esta hendidura, el elemento sensor 14 no se puede alejar de esta posición sin que se ejerza una fuerza externa, por ejemplo, ejercida por el actuador eléctrico 12, un polipasto de cable o similar. Esto se puede utilizar, por ejemplo, para la función de freno de aparcamiento.

La función de freno de aparcamiento también se puede lograr a través de un trinquete de retención. Si un trinquete de retención se pasa y se traba en una determinada posición mediante el accionamiento del dispositivo de accionamiento 10, la posición de accionamiento (posición de aparcamiento) también se fija en su posición. Para desbloquear, es decir, para liberar un freno de aparcamiento, se debe liberar nuevamente el trinquete de retención, por ejemplo, mediante un polipasto de cable. En este caso, un electroimán también puede servir para enganchar el trinquete de retención contra un muelle. El trinquete de retención permanece bloqueado en la posición de aparcamiento sin efecto magnético por rozamiento. Para liberarlo, el dispositivo de accionamiento 12 se podría mover un poco más para disminuir así el rozamiento y que el muelle libere el trinquete de retención.

En una configuración alternativa del freno de rozamiento según la invención 1 conforme a la figura 2, se monta nuevamente de forma giratoria un elemento sensor 14 en el elemento de acoplamiento 15, que a su vez rueda sobre una curva de elevación 17 del segundo elemento de transmisión 8. El elemento de acoplamiento 15 está diseñado en este caso como una palanca oscilante donde la articulación oscilante rueda sobre el elemento sensor 14 en la curva de elevación 17. En una pata del elemento de acoplamiento 15 se articula, a su vez, un extremo de la palanca 16 sobre el que se gira una leva. En la otra pata del elemento de acoplamiento 15 actúa una palanca de accionamiento 18, que se acciona mediante una palanca de motor 19 propulsada por el actuador eléctrico 12. Sin embargo, en la palanca de accionamiento 18 también podría actuar un accionamiento lineal. La curva de elevación 17 aquí está dispuesta de manera fija.

Del mismo modo, se pueden concebir otras guías de rodadura. Por ejemplo, el elemento sensor 14, que rueda sobre la curva de elevación 17, se podría guiar con una guía de corredera o un pasador que se deslice en un orificio.

El punto de partida para el diseño de un freno de rozamiento 1 según la invención puede ser, por ejemplo, un diagrama de fuerza de apriete de la pastilla F_N-recorrido de accionamiento o un diagrama de fuerza de apriete de la pastilla F_N-ángulo de rotación α, como se muestra en la figura 3. El diagrama puede reflejar una relación lineal o no lineal (como en la figura 3). Este tipo de diagrama resulta, por ejemplo, del diseño básico del freno, que tiene en cuenta la rigidez de las piezas del freno y la geometría del primer elemento de transmisión no lineal 5, es decir, por ejemplo, las relaciones geométricas en la excéntrica, y se debe considerar como conocido o se debe definir según su aplicación. En este sentido, se pueden considerar diferentes condiciones de desgaste del freno de rozamiento 1. En la figura 3 la curva 3a muestra el freno sin desgaste y la curva b) el freno totalmente desgastado. Debido al desgaste de la pastilla del freno 3, la rigidez del freno de rozamiento 1 cambia significativamente. Del mismo modo, también se podría tener en cuenta la influencia de la temperatura en la rigidez del freno de rozamiento.

A partir de este diagrama de fuerza de apriete de la pastilla F_N-ángulo de rotación α, el par de entrada necesario T_E del primer elemento de transmisión 5 se puede determinar a partir de las condiciones geométricas conocidas para obtener las fuerzas de apriete de la pastilla F_N, como se muestra en la figura 4. En este se muestran nuevamente diferentes condiciones de desgaste, donde la curva 4a representa nuevamente el freno de rozamiento 1 sin desgaste y la curva 4b refleja el freno de rozamiento 1 totalmente desgastado. Para poder garantizar el funcionamiento del freno de rozamiento 1 durante todas las condiciones de desgaste, el par de entrada T_E debe cubrir el rango dado por la curva exterior (curva punteada 4c). Este par de entrada T_E es aplicado por el segundo elemento de transmisión 8, que está diseñado para ello.

Sin embargo, para el actuador eléctrico 12 constituye una ventaja particular que se pueda hacer funcionar en todo el

rango de accionamiento con un par de torsión que se mantenga lo más constante bien (por ejemplo, con un motor eléctrico) o con una fuerza constante, preferentemente en un rango con eficiencia alta. Si se supone que el par de torsión del actuador 12 será constante como se desea, el par de entrada T_E o la curva exterior de la figura 4 (convertida al ángulo de rotación de entrada del segundo elemento de transmisión 8) representa directamente la curva característica de multiplicación de pares requerida (o la curva característica de multiplicación de fuerza) en el segundo elemento de transmisión 8. Sin embargo, dado que la multiplicación local de pares corresponde a la pendiente respectiva de la tangente de la curva característica de multiplicación de trayectoria, a su vez la curva característica de multiplicación de trayectoria, y, por lo tanto, la forma de la curva de elevación 17, resulta en la integral de la curva característica de multiplicación de pares, como se muestra en la figura 5. Allí, la curva 5a muestra la curva característica de multiplicación de pares (curva externa considerando desgaste) y la curva 5b muestra la integral de esta curva, es decir, la curva característica de multiplicación de trayectoria. A partir de esto, la forma de la curva de elevación 17 se puede derivar directamente en función del ángulo de rotación α (recorrido de accionamiento) para lograr un par de torsión del actuador eléctrico 12 sustancialmente constante. Por esta razón, se usa preferentemente un segundo elemento de transmisión no lineal 8 cuya curva de elevación 17 está conformada según la curva característica de multiplicación de trayectoria del primer elemento de transmisión 5.

Para un freno de rozamiento con un motor reductor y un primer elemento de transmisión según el documento WO 2010/133463 A1, se midió un tiempo de accionamiento de aproximadamente 250 ms para una fuerza de apriete de pastilla de 40 kN. Para un freno de rozamiento 1 según la presente invención, el tiempo de accionamiento se podría reducir a aproximadamente 180 ms, lo que constituiría una mejora significativa.

En muchos frenos de rozamiento con accionamiento eléctrico 1 se requiere que estos se eleven automáticamente sin asistencia eléctrica en estado no frenado, sin estar recibiendo energía (actuador eléctrico 12 sin corriente). Esto puede ser imposible con un rozamiento mecánico alto en el accionamiento del freno de rozamiento 1 porque en un actuador eléctrico 12 primero se debe superar un par de arranque o una fuerza de arranque que generalmente se compone de rozamiento mecánico del rodamiento y el «chasquido» magnético y puede constituir el 10 % del par nominal o fuerza nominal. Además, en el caso de un motor reductor como actuador eléctrico 12, para liberarlo contra la multiplicación de transmisión se debe activar con un par más alto que en el eje del motor. En el caso de los frenos de rozamiento 1 con bajo rozamiento de accionamiento mecánico y/o una evolución favorable de la fuerza de accionamiento, en ciertos rangos, el freno de rozamiento 1 se puede presionar por sí mismo por la intensa fuerza de apriete de la pastilla. Sin embargo, esto no es posible en todas las áreas, ya que, por ejemplo, en caso de una fuerza de apriete de pastilla muy baja (por ejemplo, frenado en hielo o nieve), la fuerza para presionar contra el par de arranque no es suficiente. En estas condiciones, debe haber una energía auxiliar almacenable y no eléctrica para presionar el freno de rozamiento 1. Esto puede ser, por ejemplo, un muelle de liberación, que se tensa durante el frenado y que a su vez libera la energía almacenada para presionar el freno de rozamiento 1 en caso de que sea necesario.

Cuando la energía auxiliar se suministra por el mismo accionamiento del freno de rozamiento 1, por ejemplo, por medio de un muelle de liberación que se enrolla durante el accionamiento del freno, la fuerza de accionamiento total (o el par de accionamiento total) es mayor por el efecto de resorte. Aunque la energía no se perdería porque se elimina nuevamente a más tardar al liberar el freno de rozamiento 1, aun así, aumenta la demanda de par motor. Por lo tanto, en el caso más simple el muelle de liberación sería efectivo de manera continua en su curva característica de resorte y, por lo tanto, sería efectivo además en el rango de pares de accionamiento altos, aunque en estos rangos el muelle de liberación no sería necesario para presionar el freno de rozamiento 1. Esto se puede contrarrestar con un engranaje no lineal para el muelle de liberación mediante el accionamiento del muelle de liberación por medio de un engranaje no lineal con el diseño adecuado, por ejemplo, un muelle de liberación 21 que actúe sobre una leva de resorte 22, como se describe a continuación con referencia a la figura 6. El engranaje no lineal es propulsado por el dispositivo de accionamiento 10.

En un eje de accionamiento 6, se dispone una leva de resorte 22, que gira junto con el eje de accionamiento 6. Una palanca de resorte 23 está montada de forma giratoria en un extremo. En el otro extremo de la palanca de resorte 23 está dispuesto un elemento sensor de resorte 24, aquí, por ejemplo, un rodillo montado de forma giratoria, donde el elemento sensor de resorte 24 escanea la leva de resorte 22, aquí desenrollado sobre ella. Cinemáticamente, se logra por lo tanto a su vez un balancín de rodillos. En la palanca de resorte 23 actúa un muelle de liberación 21. Si se gira la leva de resorte 22, la palanca de resorte 23 se hace rotar un ángulo β y de esta manera se tensa el muelle de liberación 21.

Sin embargo, el muelle de liberación 21 también puede actuar sin una leva de resorte 22 directamente sobre el primer elemento de transmisión 5 o sobre el segundo elemento de transmisión 8 y liberar el freno de rozamiento 1 y/o ayudar en el accionamiento. Por ejemplo, el muelle de liberación 21 puede tirar o empujar en una palanca 16 o en el accionamiento del paralelogramo. Al elegir la geometría (punto donde actúa el muelle de liberación 21 en el dispositivo de accionamiento 10 y/o en el freno de rozamiento 1), el muelle de liberación 21 puede introducir pares variables en el accionamiento del freno, que también pueden cambiar la magnitud y la señal durante el funcionamiento del freno de rozamiento 1. Por ejemplo, en el caso de un ángulo de rotación α cada vez más grande, el par de muelle de retorno puede disminuir por el efecto del muelle de liberación 21 y la geometría, la señal puede cambiar y aumentar con un ángulo de rotación α cada vez más grande.

Este efecto del muelle de liberación, independientemente de cómo se genere exactamente (leva, actuación directa del muelle de liberación 21, etc.), también se puede aplicar en diferentes puntos del freno de rozamiento 1, no solo en el eje de accionamiento 6 o en la palanca 16 o el paralelogramo, sino también, por ejemplo, en el disco de leva 11, en el eje del actuador eléctrico 12, en las fases de engranaje del actuador eléctrico 12, en un engranaje separado, etc. En resumen, en cualquier punto del dispositivo de accionamiento 10 donde se pueda aplicar un efecto de retorno y/o efecto de accionamiento por medio de un muelle de liberación 21.

El muelle de liberación 21 también se puede acoplar o desacoplar, por ejemplo, por medio de electroimanes, por ejemplo, para que no se ejerza ningún efecto de accionamiento mientras no está recibiendo corriente, por ejemplo, cuando el freno de rozamiento sin electricidad 1 se tiene que llevar por la fuerza al estado liberado.

El procedimiento descrito anteriormente para determinar una curva característica de multiplicación de trayectoria favorable del segundo elemento de transmisión 8 no tiene en cuenta el origen de la fuerza (par). Por lo tanto, el muelle de liberación 21, que es siempre u ocasionalmente necesario para presionar el freno de rozamiento 1, se puede usar simplemente como una fuerza adicional. Esto da como resultado una curva característica de multiplicación de trayectoria completa que incluye un muelle de liberación 21 para generar la multiplicación del dispositivo de accionamiento 10. Para determinar la curva de elevación de la leva de resorte 24 ahora se puede proceder como se ha descrito.

En la figura 7, el par es el que actúa sobre al freno de rozamiento 1 desde su fuerza interna de apriete de pastilla en el rango de accionamiento del actuador eléctrico 12. En el rango del ángulo de accionamiento pequeño, el par es negativo, es decir, falta este par negativo para restablecer el freno de rozamiento 1 automáticamente. Se utiliza a su vez un mapa en condiciones relevantes que cubre todas las situaciones de desgaste de la pastilla, temperaturas y otros factores. La curva externa punteada 7a es, por lo tanto, el rango de pares de liberación faltantes y debe ser alimentado por energía auxiliar (por ejemplo, un muelle de liberación 21). Debido a la evolución del par de liberación (curva exterior 7a) y la cinemática dada, esto determina también la elevación de la leva de la leva de resorte 22. Por lo tanto, el muelle de liberación 21 solo se tensa cuando se necesita como auxiliar de retorno. Si se corta la fuente de alimentación eléctrica dentro de este rango del ángulo de rotación, el freno de rozamiento se abre de manera segura por medio del muelle de liberación 21. Fuera de este rango, mediante la liberación del muelle de liberación 21 se ayuda al actuador eléctrico 12 a llevar a cabo el accionamiento del freno de rozamiento. Como resultado, el muelle de liberación 21, que de otro modo sería una molestia, de repente se convierte en una ayuda para el accionamiento del freno de rozamiento 1.

El resultado se muestra en la figura 8, que muestra la evolución del par de muelle de retorno T_F en el ángulo de rotación de la leva de resorte 22. En el caso de un accionamiento de freno bajo, el par de muelle de retorno T_F actúa como la fuerza interna emitida por el freno de rozamiento 1 para que el freno de rozamiento 1 regrese a la posición. En el caso de un frenado más fuerte (mayor ángulo de rotación), el muelle de liberación 21 se afloja nuevamente para ayudar al actuador eléctrico 12 a llevar a cabo el accionamiento del frenado.

Las multiplicaciones del dispositivo de accionamiento 10 y del muelle de liberación 21 repercuten la una sobre la otra. Por lo tanto, este tipo de freno de rozamiento 1 generalmente está diseñado en un procedimiento iterativo donde se repiten las etapas de optimización hasta que se haya agotado la mayor parte del potencial de mejora. En el caso de un nuevo diseño de un freno de rozamiento 1 también sería posible partir de la base de un muelle de liberación 21 favorable ya conocido con multiplicación o de una multiplicación lineal o no lineal ya conocida del dispositivo de accionamiento 10.

El resultado de este tipo de optimización se muestra, por ejemplo, en la figura 9. En este caso, el par de torsión T del actuador eléctrico 12 (curva 9a) y el par de muelle de retorno T_F del muelle de liberación 21 (curva 9c) se trazan en el rango de accionamiento del actuador eléctrico. Aquí se puede ver bien el par de torsión T del actuador eléctrico 12 sustancialmente constante que se logra en el rango de accionamiento. La curva 9b además tiene en cuenta los efectos de autoamplificación del freno de rozamiento 1, que conducen a una disminución natural del par de torsión T necesario del actuador eléctrico 12.

El freno de rozamiento 1 según la invención se ha descrito anteriormente con el ejemplo de un freno donde se debe aplicar fuerza activa (par) para presionar las pastillas de freno, tal como se requiere, por ejemplo, en un vehículo. Sin embargo, el sentido de actuación del actuador eléctrico 12 es irrelevante para la invención. El actuador eléctrico 12 también puede evitar con fuerza activa (par) el accionamiento del freno de rozamiento 1, lo que invertiría el sentido de actuación. La energía para el accionamiento del freno de rozamiento 1, en este caso, puede provenir de una fuente de energía auxiliar, como, por ejemplo, un muelle. Este tipo de freno de rozamiento 1 se usa, por ejemplo, como freno de trenes, freno de ascensores, freno de grúas, etc., que deben frenar en caso de un corte eléctrico. En este caso, el muelle de liberación 21 descrito anteriormente también se puede usar como una fuente de energía auxiliar para el frenado, en cuyo caso, la curva de accionamiento para el muelle de liberación 21, por supuesto, está diseñada de manera acorde al comportamiento de accionamiento del freno. En el caso de este tipo de frenos de rozamiento 1, la cinemática se puede diseñar de modo que la fuerza (par) sobre el actuador eléctrico 12 sea lo menor posible o incluso cero en el rango donde se mantendrá abierto. Esto se puede hacer de manera similar a la

descrita anteriormente para la función del freno de aparcamiento en un rango especial del disco de leva, la corredera o la cinemática. Además, el trinquete de retención que se ha descrito podría servir para mantener abierto el freno de rozamiento 1.

En los frenos de rozamiento 1, que se mantienen liberados por el actuador eléctrico 12, por ejemplo, en el caso de un freno de tren o un freno de ascensor, se puede usar, por supuesto, también a la inversa, un muelle y/o el muelle de liberación 21 para accionar el freno de rozamiento 1. Entonces, el muelle o la cinemática del dispositivo de accionamiento 10 también se pueden diseñar para que sean favorables para este comportamiento de accionamiento a la inversa. En el caso de estos frenos de rozamiento 1 accionados por resorte, el dispositivo de accionamiento 10 está diseñado con la ventaja de que cubre todos los casos (diferentes o sin autoamplificación, diferentes condiciones de pastilla y elasticidades, diferentes coeficientes de rozamiento, tolerancias, par de torsión de retroceso del motor («engranaje») en diferentes condiciones del motor (incluso sin corriente), diferentes pérdidas por rozamiento en el accionamiento, la temperatura, etc.) para que siempre sea posible el accionamiento seguro por medio del muelle.

REIVINDICACIONES

1. Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico con una pastilla de freno (3) accionada por un dispositivo de accionamiento (10), donde el dispositivo de accionamiento (10) es propulsado por un actuador eléctrico (12) y comprende un primer elemento de transmisión (5), que está conectado a la pastilla de freno (3) y el dispositivo de accionamiento (10) gira el primer elemento de transmisión (5) en un ángulo de giro (α) para un frenado para la obtención de una fuerza de apriete de la pastilla (F_N) y el primer elemento de transmisión (5) necesita un par de entrada (T_E) en función del ángulo de giro (α) para la obtención de la fuerza de apriete de la pastilla (F_N), **caracterizado porque** está previsto un segundo elemento de transmisión (8) con una curva de elevación (17) y en el primer elemento de transmisión (5) está previsto un elemento de acoplamiento (15), donde en el elemento de acoplamiento (15) está dispuesto un elemento de exploración (14) que explora la curva de elevación (17) bajo el efecto del actuador eléctrico (12) para el accionamiento del primer elemento de transmisión (5), donde el segundo elemento de transmisión (8) aplica el par de entrada (T_E) para el primer elemento de transmisión (5) y **porque** los pares de entrada (T_E) del primer elemento de transmisión (5) sobre el ángulo de giro (α) para los diferentes estados de desgaste de la pastilla de freno (3) producen una curva envolvente (4c) que representa los valores máximos de los pares de entrada (T_E) necesarios, y el par de entrada (T_E) aplicado por el segundo elemento de transmisión (8) sobre el ángulo de giro (α) se sitúa igual o por debajo de la curva envolvente (4c), a fin de cubrir los diferentes estados de desgaste de la pastilla de freno (3).

2. Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico según la reivindicación 1, **caracterizado porque** en el elemento de acoplamiento (15) está montado de forma giratoria un primer extremo de una palanca (16) y un segundo extremo de la palanca (16) está conectado al primer elemento de transmisión (5).

3. Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** el segundo elemento de transmisión (8) está diseñado como un disco de leva (11) o como una guía de corredera con una curva de elevación (17), y el actuador eléctrico (12) gira el disco de leva (11) o la guía de corredera.

4. Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** están dispuestos dos primeros elementos de transmisión (5) que forman un accionamiento de paralelogramo y cada uno está conectado al elemento de acoplamiento (15) mediante una palanca (16).

5. Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** un elemento de acoplamiento (15) está diseñado como una palanca oscilante cuya articulación oscilante está guiada sobre el elemento sensor (14) a lo largo de la curva de elevación (17), en la primera pata de la palanca oscilante actúa el actuador eléctrico (12) y la otra pata de la palanca oscilante está conectada al primer elemento de transmisión (5).

6. Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** en la curva de elevación (17) está prevista una hendidura con la que el elemento sensor (14) adopta una posición estable.

7. Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** el primer elemento de transmisión (5) está diseñado como un accionamiento excéntrico o como un accionamiento de levas.

8. Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** la curva de elevación (17) está conformada según la curva característica de multiplicación de trayectoria del primer elemento de transmisión (5).

9. Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** está previsto un muelle de liberación (21) que actúa sobre el dispositivo de accionamiento (10).

10. Freno de rozamiento con accionamiento eléctrico según la reivindicación 9, **caracterizado porque** en el primer elemento de transmisión (5) está prevista una leva de resorte (22), que tensa o relaja el muelle de liberación (21) a través de un elemento de exploración de muelle (24).

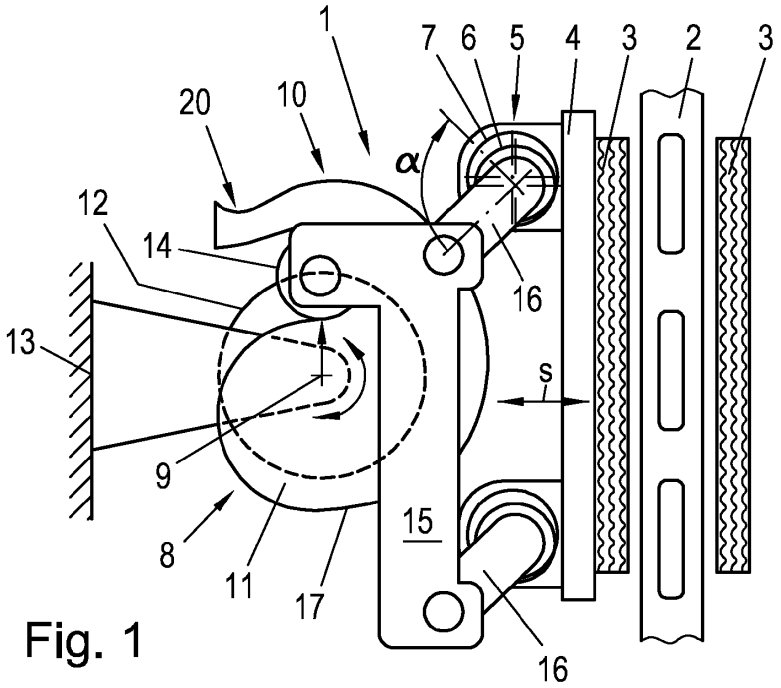
1
7
6
5
4
3
2
3
20
10
α
12
14
16
13
s
9
15
8
11
17
16

Fig. 1

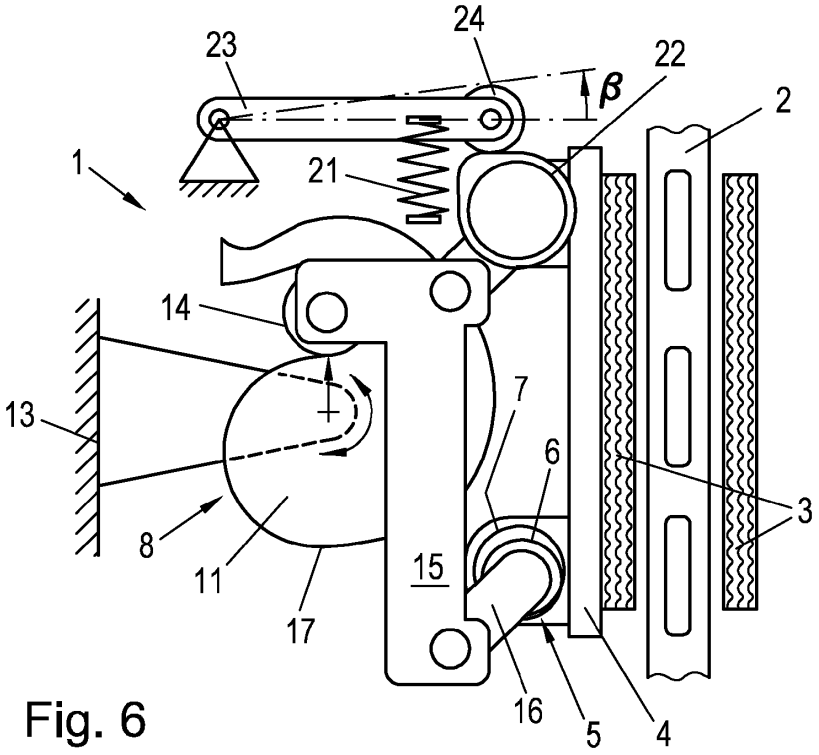
24
23
22
β
2
1
21
14
7
13
6
3
8
11
15
17
16
5
4

Fig. 6

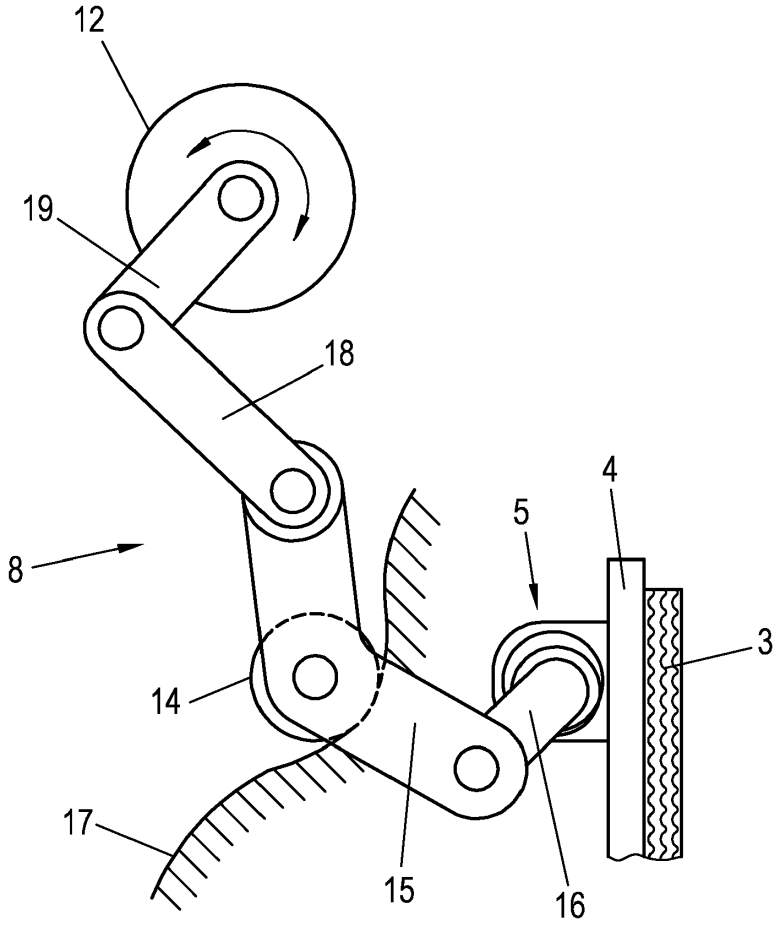

Fig. 2

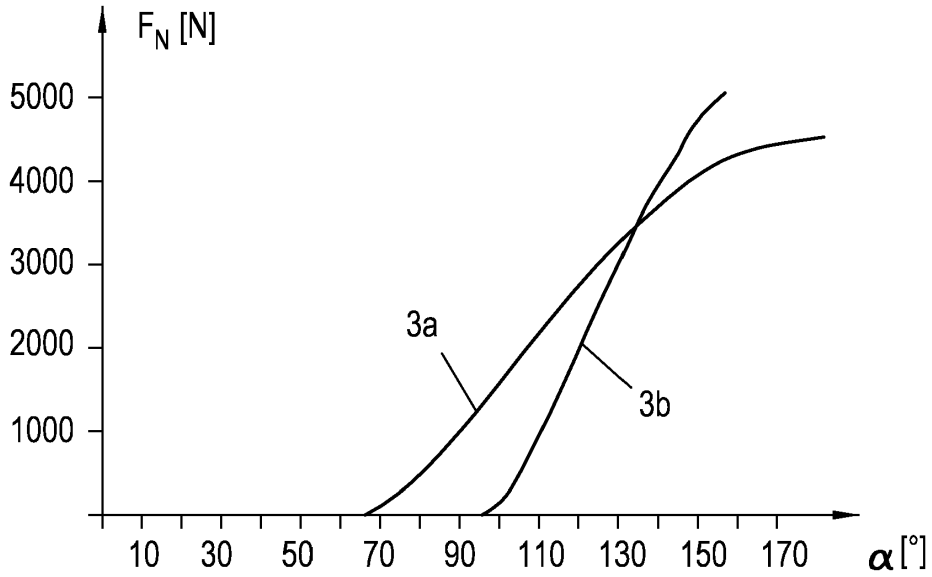
F_N [N]
5000
4000
3000
2000
1000
3a
3b
10
30
50
70
90
110
130
150
170
α [°]

Fig. 3

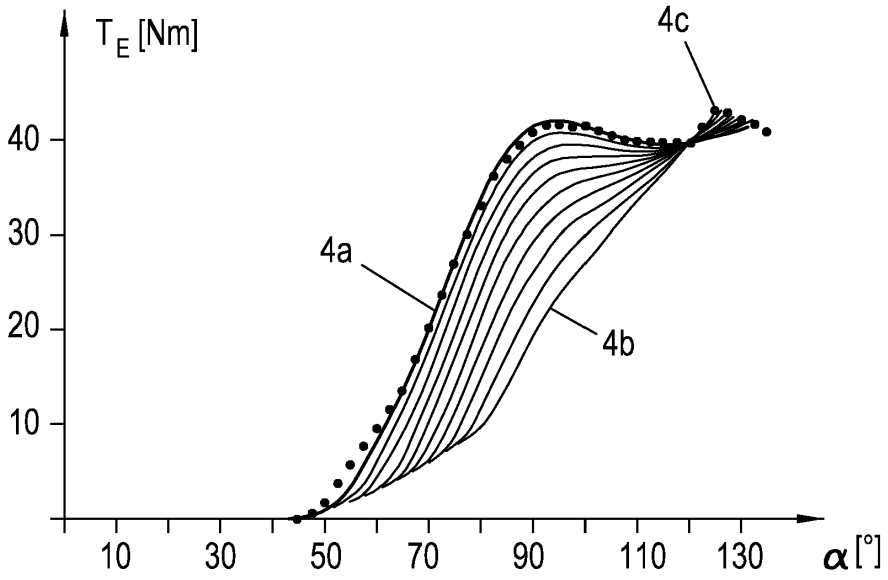
T_E [Nm]
4c
40
30
20
10
4a
4b
10
30
50
70
90
110
130
α [°]

Fig. 4

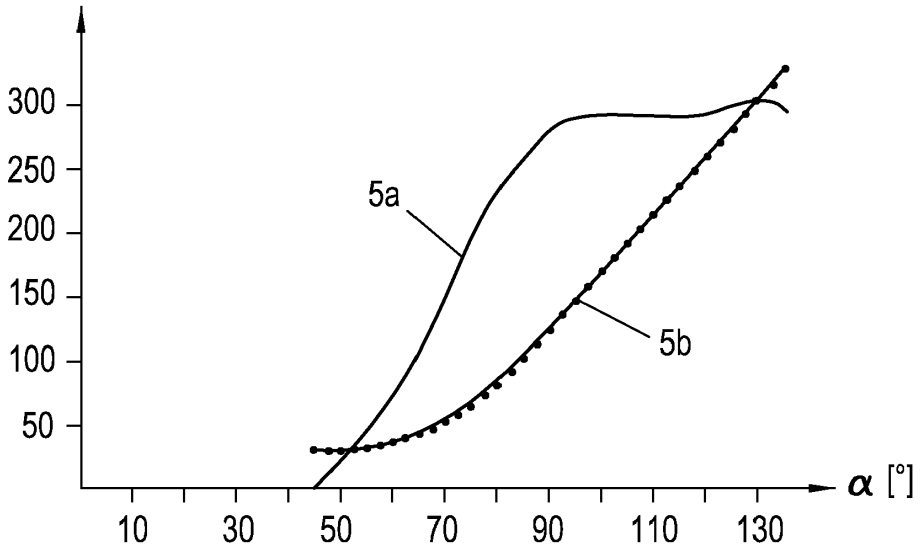
300
250
200
150
100
50
5a
5b
α [°]
10
30
50
70
90
110
130

Fig. 5

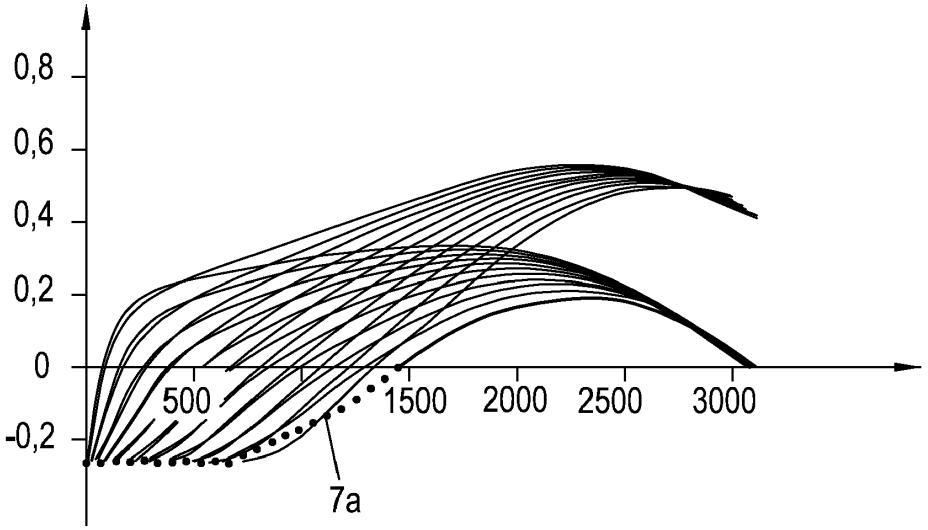
0,8
0,6
0,4
0,2
0
-0,2
500
1500
2000
2500
3000
7a

Fig. 7

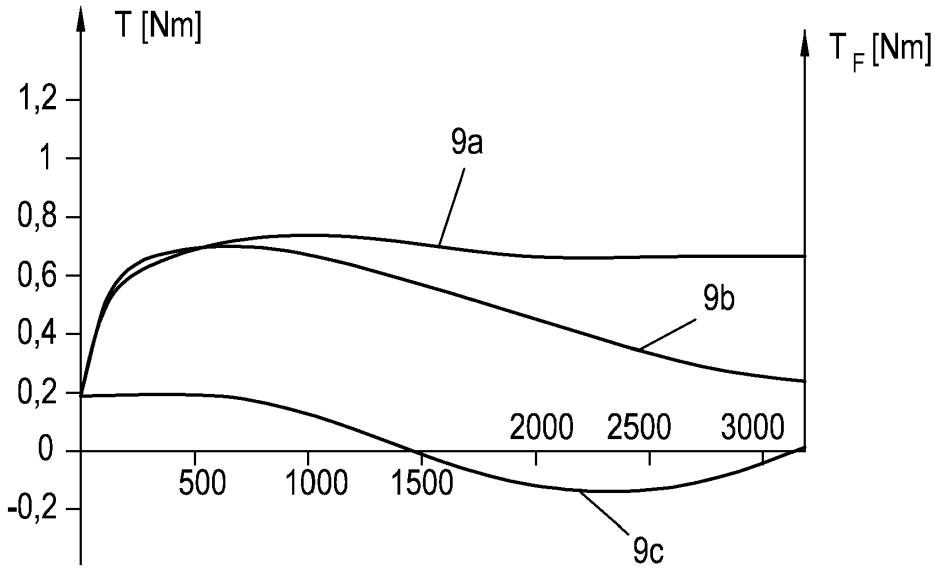
T [Nm]
T F [Nm]
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
-0,2
500
1000
1500
2000
2500
3000
9a
9b
9c

Fig. 9

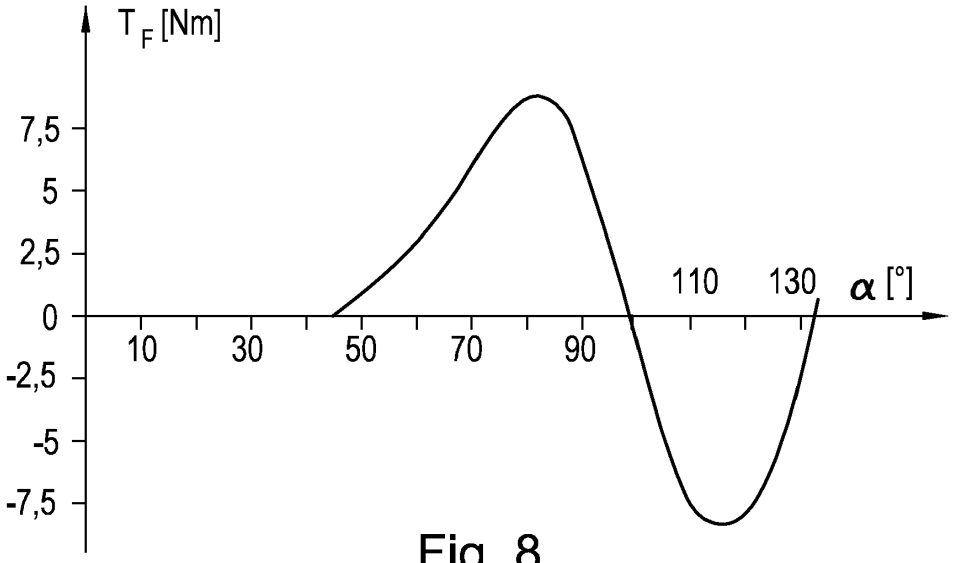
T F [Nm]
7,5
5
2,5
0
-2,5
-5
-7,5
10
30
50
70
90
110
130
α [°]

Fig. 8