

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 430 114**

51 Int. Cl.:

H02P 23/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.10.2011 E 11008125 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.07.2013 EP 2438808**

54 Título: **Herramienta de trabajo con un motor de accionamiento eléctrico**

30 Prioridad:

08.10.2010 DE 102010047761

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

19.11.2013

73 Titular/es:

**ANDREAS STIHL AG & CO. KG (100.0%)
Badstrasse 115
71336 Waiblingen, DE**

72 Inventor/es:

**ROSSKAMP, HEIKO, DR.;
LIEBHARD, GERNOT y
WICHERT, RENÉ**

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 430 114 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

Herramienta de trabajo con un motor de accionamiento eléctrico.

La invención se refiere a una herramienta de trabajo accionada manualmente con un motor de accionamiento eléctrico, en particular una sierra de cadena eléctrica o trenzador, de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

5 El documento DE 10 2006 062 354 A1 da a conocer una herramienta de trabajo accionada manualmente como, por ejemplo, una sierra de cadena cuyo motor de accionamiento eléctrico presenta una curva característica, específica del motor, de la corriente consumida en función de la velocidad de rotación. A través de una unidad de control se suministra energía eléctrica al motor de accionamiento eléctrico de tal modo que, por debajo de una velocidad de rotación mínima seleccionada (velocidad de rotación de acción n_E), la corriente que fluye a través del motor de accionamiento eléctrico se limita a valores situados por debajo de la curva característica específica del motor. De este modo se ha de producir una limitación general del consumo de corriente del electromotor con el fin de lograr un ahorro de energía eficaz, que resulta especialmente ventajoso para el funcionamiento de un equipo de trabajo eléctrico con una batería.

15 Por regla general, los electromotores tienen una curva característica de corriente de motor o de par que muestra un alto consumo de corriente en caso de velocidades de rotación bajas y un bajo consumo de corriente o par en caso de velocidades de rotación altas. Dado que un consumo de corriente alto conduce a un par alto del electromotor, el usuario que maneja un equipo de trabajo eléctrico con una herramienta obtendrá una potencia de corte creciente cuanto mayor sea la fuerza de avance. En respuesta a una fuerza de avance creciente o a una desaceleración de la herramienta (velocidad de rotación del motor decreciente), el electromotor produce un par más alto, por lo que el usuario experimenta subjetivamente una mayor potencia de corte. Debido a la forma típica de la curva característica del electromotor, al usuario le resulta difícil llegar de forma segura, controlando la fuerza de avance, a un área de trabajo adecuada con un buen rendimiento y mantenerse dentro de dicha área.

20 La invención tiene por objetivo configurar una herramienta de trabajo con un motor de accionamiento eléctrico de tal modo que un usuario pueda llegar fácilmente a un área de trabajo de la herramienta de trabajo con un buen rendimiento y mantenerse con seguridad dentro de dicha área de trabajo durante el uso de la herramienta.

25 Este objetivo se obtiene según la invención mediante las características indicadas en la reivindicación 1.

De acuerdo con la solución indicada, una curva característica de control de la potencia eléctrica de entrada se configura de tal modo que en la curva de potencia de la potencia de corte de la herramienta, en función de la fuerza de avance, se forme aproximadamente una meseta de potencia de corte cuyo extremo derecho superior se convierta en una sección de curva descendente, en el caso de una fuerza de avance creciente.

30 La configuración de la curva característica de control, y la influencia lograda de este modo en la potencia de entrada o en la corriente consumida por el electromotor, está prevista exactamente de tal modo que la curva de potencia de corte forme una meseta de potencia de corte perceptible por el usuario durante la operación. La meseta de potencia de corte se extiende a lo largo de un margen de la fuerza de avance con una potencia de corte que oscile entre aproximadamente constante y ligeramente variable.

35 De acuerdo con un perfeccionamiento está previsto que la sección de curva retroceda en el caso de una fuerza de avance creciente, siendo conveniente que la sección de curva regresiva presente aproximadamente la misma pendiente que el ramal de la curva de potencia de corte que asciende hacia la meseta de potencia de corte.

40 Ventajosamente, la meseta de potencia de corte está configurada con poca pendiente, siendo esta pendiente preferentemente descendente en caso de una fuerza de avance creciente. Un usuario diestro podrá encontrar fácilmente durante el corte un punto de funcionamiento en la meseta de potencia de corte, ya que una fuerza de avance mayor conduce a una caída significativa de la potencia de corte. Consecuentemente, el usuario reducirá de nuevo la fuerza de avance para que el punto de funcionamiento se desplace, sobre la meseta de potencia de corte, hasta una potencia máxima en la zona del comienzo de la meseta de potencia de corte, en la transición a la curva de potencia de corte no modificada. Si el usuario sigue aumentando la fuerza de avance a pesar de la ligera disminución de la potencia de corte, el punto de funcionamiento se desplaza al final de la meseta de potencia de corte, bajando por la sección de curva descendente, o pasa a la sección de curva regresiva de la curva de potencia ajustada, con lo que se produce una pérdida significativa de potencia de corte de la máquina que conduce a una reacción correspondiente del usuario. Convenientemente, la sección de curva regresiva tiene aproximadamente la misma pendiente que el ramal de la curva de potencia no modificada, que asciende a la meseta de potencia de corte. El usuario lleva el punto de funcionamiento de vuelta a la meseta de potencia de corte de la curva de corte, reduciendo la fuerza de avance, pudiendo trasladarlo en todo momento a uno u otro extremo de la meseta de potencia de corte mediante el control de la fuerza de avance. Mediante la curva característica de control predeterminada de la unidad de control, el usuario mantendrá fácilmente un funcionamiento de la herramienta de trabajo en la zona de la meseta de potencia de corte que conduce a una potencia de corte óptima.

55 Un margen de velocidades de rotación predeterminado del área de trabajo de una herramienta oscila entre 500 y 2.000 revoluciones/minuto, siendo preferentemente de alrededor de 1000 revoluciones/minuto, y una sección de curva

5 característica unida al extremo superior del margen de velocidades de rotación predeterminado desciende bruscamente a cero en un margen estrecho de velocidades de rotación de unos cientos de revoluciones/minuto. Preferentemente, el intervalo estrecho de velocidades de rotación abarca aproximadamente 200 revoluciones/minuto. Durante el comienzo del corte con velocidad de rotación máxima, la pendiente de la sección de curva característica produce rápidamente un par alto y, en consecuencia, una potencia de corte alta, lo que permite llegar con rapidez y seguridad a un punto de funcionamiento en la zona de la meseta de potencia de corte. La velocidad de rotación de salida de la herramienta puede ser la velocidad de rotación de un electromotor que accione directamente la herramienta o también la velocidad de rotación de un árbol de salida de una transmisión que accione la herramienta de forma adaptada.

10 Puede resultar conveniente configurar la curva característica de control en el extremo superior del margen de velocidades de rotación predeterminado, de tal modo que la curva de par se extienda a lo largo de una sección parcial sobre la curva característica específica del motor. La curva característica de control presenta en la zona del extremo superior del margen de velocidades de rotación predeterminado, en la transición a una sección de curva con pendiente negativa, un pico que identifica un punto de funcionamiento óptimo de potencia máxima.

15 Además, el funcionamiento de la herramienta de trabajo con un punto de funcionamiento en la zona de la meseta de potencia de corte garantiza que la velocidad de rotación del motor de accionamiento esté siempre dentro de un margen que asegure una refrigeración suficiente del motor de accionamiento. Por consiguiente, el usuario no solo maneja la herramienta de trabajo en una zona de potencia de corte óptima, sino también en una zona de funcionamiento equilibrada térmicamente, cerca del límite de potencia térmica continua, lo que excluye la posibilidad de un deterioro térmico de la unidad de accionamiento eléctrico, incluso en caso de un funcionamiento continuo. Ventajosamente, la potencia eléctrica de entrada consumida por el motor de accionamiento, en el funcionamiento continuo, está ajustada aproximadamente un 25% por encima de la potencia de entrada determinada por el límite de potencia térmica continua.

20 Ventajosamente, el rendimiento eléctrico del motor de accionamiento está ajustado en el área de trabajo de tal modo que sea superior al 75% del rendimiento máximo del electromotor.

25 Otras características de la invención se desprenden del resto de reivindicaciones, de la descripción y de los dibujos, en los que está representado un ejemplo de realización de la invención descrito detalladamente más abajo. En los dibujos:

- La Figura 1 muestra una representación esquemática de una herramienta de trabajo accionada por un motor de accionamiento, que en este ejemplo consiste en una sierra de cadena;
- La Figura 2 muestra un diagrama del desarrollo de la potencia eléctrica de entrada y del desarrollo corriente/par en función de la velocidad de rotación;
- 30 La Figura 3 muestra una representación ampliada de un detalle III del diagrama de la Figura 2;
- La Figura 4 muestra un diagrama de potencia de corte de una herramienta de accionamiento eléctrico, que en este ejemplo consiste en la cadena de una sierra de cadena;
- La Figura 5 muestra un diagrama del rendimiento del motor eléctrico en función de la velocidad de rotación;
- 35 La Figura 6 muestra una curva de potencia de la potencia mecánica suministrada a la herramienta a través de la velocidad de rotación.

40 La invención se refiere en general a un equipo de trabajo eléctrico 1 accionado manualmente, con una herramienta 8. La Figura 1 muestra, como ejemplo de realización de un equipo de trabajo eléctrico 1 de este tipo, una sierra de cadena 101 cuyo motor eléctrico 2 acciona la herramienta 8 (en el ejemplo de realización una cadena de sierra 108) con una curva característica 3, específica del motor (Figura 2) de la corriente de motor consumida I en función de la velocidad de rotación n. Al mismo tiempo, esta curva característica 3 específica del motor reproduce aproximadamente la forma característica del par M producido por el motor de accionamiento eléctrico 2 en función de la velocidad de rotación n. En caso de una velocidad de rotación máxima de marcha en vacío $n_{m\acute{a}x}$, el par M en el árbol de salida tiende a cero, mientras que la corriente I cae a una corriente de marcha en vacío asignada. En adelante, la curva característica 3 ha de reproducir aproximadamente tanto la corriente de motor I, en función de la velocidad de rotación n, como el par M, en función de la velocidad de rotación n. En el ejemplo de realización, la curva característica 3 está representada con una forma esencialmente lineal, pero también pueden ser convenientes otras formas de curva característica.

45 El equipo de trabajo portátil 1 accionado manualmente también puede consistir en una recortadora de setos, una tronadora, una desbrozadora, un cortabordes, una podadora con mástil, un dispositivo pulverizador, un dispositivo soplador o aspirador, un binador, un equipo con motor combinado para accesorios multifuncionales, una barredora mecánica, una motoazada, una fresadora agrícola, un cortacésped, un escarificador, una trituradora, un aspirador en húmedo o en seco, un vareador de olivas o un equipo de trabajo eléctrico 1 con una herramienta 8. Es esencial una herramienta 8 accionada por el motor eléctrico 2 que durante su empleo es sometida a una fuerza de avance F por el usuario para obtener una potencia de trabajo deseada. La fuerza de avance F y la potencia P_s producida en la herramienta 8 (Figura 4) provocan una disminución de la velocidad de rotación n del motor de accionamiento 2, lo que

en la curva característica 3 específica del motor conduciría a una mayor corriente de motor I y, en consecuencia, a un par M más alto.

El motor de accionamiento eléctrico 2 del equipo de trabajo 1 según la Figura 1 se activa a través de una unidad de control electrónica 4, para lo que la unidad de control electrónica 4 está conectada con el motor de accionamiento eléctrico 2 a través de una línea de alimentación de energía 5, por un lado, y una línea de señales 6, por otro. A través de la línea de señales 6 se proporcionan señales de control o se transmite a la unidad de control 4 la velocidad de rotación n del motor de accionamiento eléctrico 2. El motor de accionamiento eléctrico 2 consiste preferentemente en un motor de corriente continua sin escobillas (motor EC) y se conmuta electrónicamente a través de la unidad de control 4 de forma conocida en sí.

En el ejemplo de realización mostrado, la energía eléctrica para el funcionamiento del motor de accionamiento 2 es suministrada por un paquete de baterías 7, que en el ejemplo de realización mostrado está constituido por elementos individuales basados en litio con una tensión de entre 2 voltios y 5 voltios. Convenientemente se utilizan elementos de Lilo (elementos de iones de litio), elementos de LiPo (elementos de litio-polímero), elementos de LiFePo₄ (elementos de litio-hierro-fosfato), elementos de litio-titanato o elementos similares en conexión en serie y/o en paralelo. El paquete de baterías 7 también puede estar constituido por elementos de NiCd (elementos de níquel-cadmio), elementos de NiMH (elementos de níquel-hidruro metálico) o elementos similares. En lugar de una alimentación eléctrica del motor de accionamiento 2 con un paquete de baterías de estructura adecuada, el motor de accionamiento eléctrico 2 también se puede alimentar directamente desde una red de alimentación eléctrica a través de la unidad de control 4 y un cable de alimentación 107.

La forma de la curva característica 3 específica del motor mostrada en la Figura 2 es característica de un motor de accionamiento eléctrico 2. Con una velocidad de rotación alta n_{\max} (velocidad de rotación de marcha en vacío), tanto la corriente de motor consumida I como el par M producido del motor de accionamiento eléctrico 2 son bajos. Si la herramienta de trabajo 8 accionada por el motor de accionamiento 2, (en el ejemplo de realización mostrado una cadena de sierra 108 que gira sobre un carril de guía 109) se frena debido a una carga sobre la herramienta de trabajo 8 (por ejemplo mediante la aplicación de una fuerza de avance F), la velocidad de rotación n del motor de accionamiento 2 disminuye y, a consecuencia de ello, la corriente de motor consumida I o el par M del motor aumentan. La herramienta 8 puede ser en particular, una herramienta de corte, por ejemplo una cadena de sierra 108 accionada a través de una rueda de cadena en el caso de una sierra de cadena, una muela de tronzar, en el caso de una tronzadora, una hoja de cuchilla en el caso de una desbrozadora, etc.

Para evitar un aumento excesivo de la corriente en caso de velocidades de rotación n bajas, por debajo de una velocidad de rotación n_E la unidad de control 4 reduce la corriente I desviándola del recorrido de la curva característica 3, específica del motor. De este modo, la corriente I que fluye a través del motor de accionamiento eléctrico 2 está limitada a magnitudes situadas por debajo de la curva característica 3 específica del motor. El control de la corriente I puede tener lugar a través de una variación de la tensión de alimentación del motor.

En un área de trabajo A (Figuras 2, 3) por encima de la velocidad de rotación n_E , la unidad de control 4 predetermina una curva característica de control 10, a través de la cual la potencia eléctrica de entrada P_M del motor de accionamiento 2 se reduce, en un margen de velocidades de rotación predeterminado Δn , a una potencia de entrada media P_R aproximadamente igual o ligeramente descendente. En este contexto, la curva característica de control 10 está configurada dentro del margen de velocidades de rotación Δn con una sección de curva característica 10d, de tal modo que, dentro del margen de velocidades de rotación predeterminado Δn del área de trabajo A, en caso de una velocidad de rotación n decreciente, la curva de par 11 asciende por encima de la velocidad de rotación n en una sección de curva 11d. Esta configuración de la curva de par 11 en la zona del margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A tiene lugar ventajosamente a través de una variación de la corriente de motor I . En este contexto, dentro del margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A, en caso de una velocidad de rotación n decreciente, se ajusta un aumento del par M de aproximadamente un 5%. Convenientemente es posible elegir la pendiente de la sección de curva característica 11d de la curva de par 11 hasta la magnitud de la pendiente de la curva característica 3, específica del motor, es decir, a lo largo de un área de pendiente del ángulo 45 mostrado en la Figura 2, que se forma entre la sección de curva característica 11d y la curva característica 3.

Si en el margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A se prevé una potencia de entrada P_M decreciente del motor de accionamiento 2, el dimensionado se lleva a cabo convenientemente de tal modo que la potencia eléctrica de entrada P_M , partiendo de un valor máximo, disminuya aproximadamente entre un 15% y un 30%, de forma preferente aproximadamente un 18%. La sección de curva 10d de la curva característica de control 10, que es descendente 10d en caso de una velocidad de rotación n decreciente, presenta ventajosamente un ángulo de pendiente 43.

El margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A se encuentra en el área de la velocidad de rotación n_E hasta una velocidad de rotación máxima n_H . Convenientemente, el margen de velocidades de rotación Δn está determinado por la diferencia de velocidad de rotación entre la velocidad de rotación n_E y una velocidad de rotación n_2 . La velocidad de rotación n_2 está definida por un punto de curva 60 de la curva característica de control 10, a partir del

cual la curva característica de control 10 cae bruscamente o la curva de par 11 se desvía en ángulo de la curva característica 3 específica del motor y cae bruscamente, tendiendo a cero.

5 El margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A está situado por encima de una velocidad de rotación del motor n de aproximadamente el 50%, preferentemente por encima del 60% de la velocidad de rotación máxima de
 10 marcha en vacío $n_{\text{máx}}$. El margen de velocidades de rotación del área de trabajo de la herramienta accionada será preferentemente de entre 500 y 2000 revoluciones/minuto, en particular será de 1000 revoluciones/minuto. En este contexto, la velocidad de rotación se refiere convenientemente a la herramienta 8, por ejemplo a una rueda de cadena que acciona la cadena de sierra 108 o a un árbol que porta una muela de tronzar de una tronzadora. La curva característica de control 10 o la curva de par M está configurada de tal modo que una velocidad de rotación máxima n_H
 15 del motor de accionamiento 2 está limitada a un valor por debajo de la velocidad de rotación máxima $n_{\text{máx}}$ de la curva característica 3, específica del motor. A partir de dicha velocidad de rotación máxima n_H del motor de accionamiento 2, la curva característica de control 10 está configurada de tal modo que el par M (corriente de motor I) presenta una primera sección de curva característica 11a que asciende con una gran pendiente desde n_H hasta un punto de curva 50, en la curva característica 3, específica del motor. El ascenso de la sección de curva 11a está configurado dentro de un margen estrecho de velocidades de rotación $n_H - n_2$, de unos cientos de revoluciones/minuto. Preferentemente, el margen de velocidades de rotación $n_H - n_2$ se encuentra entre 200 y 300 revoluciones/minuto. Con una velocidad baja de rotación n , la sección de curva característica 11a cae bruscamente hasta un valor mínimo tendiendo a cero.

20 Con la sección de curva característica 11a de gran pendiente, la curva de par 11 se extiende desde el punto de curva 50 de la curva característica 3, específica del motor, hasta un punto de curva 51, para extenderse después separándose de la curva característica 3 con poca pendiente, hasta un punto de curva 52 en el margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A.

25 Correspondientemente, en caso de una velocidad de rotación n decreciente, la curva característica de control 10 de la potencia eléctrica de entrada P_M asciende con gran pendiente, desde una potencia de entrada mínima a lo largo de una sección de curva 10a hasta un punto de curva 60, por encima del punto de curva 50 de la curva de par M. La sección de curva 10b de la curva característica de control 10, que sigue con poca pendiente, asegura que la curva de par M se extienda, con una sección de curva 11b, sobre la curva característica 3 para después, a partir del punto de curva 61, forzar una desviación de la curva de par M en la sección de curva característica 11c, por debajo de la curva característica 3, a causa de la disminución adicional de la potencia de entrada P_M a lo largo de la sección de curva característica 10c. La sección de curva 10c asciende hasta un punto de curva 62 de potencia de entrada P_M máxima, para después permanecer aproximadamente igual a lo largo de la sección de curva 10d, de acuerdo con la curva característica de control predeterminada 10 (línea de puntos 40) o caer a un valor mínimo 63. La configuración se realiza de tal modo que, a pesar del mantenimiento o la disminución de la potencia de entrada P_M , dentro del margen de velocidades de rotación Δn en el área de trabajo A el par M asciende a lo largo de la sección de curva 11d hasta un valor máximo 53. El ascenso del par M se produce a pesar del descenso de la potencia de entrada P_M debido al descenso de la velocidad de rotación n . En este contexto, para controlar la potencia de entrada P_M la unidad de control 4 solo reduce la corriente I moderadamente, de modo que el usuario no constata ningún cambio brusco de potencia en el área de trabajo A (velocidad de rotación de acción n_E). En el extremo inferior del margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A tiene lugar una limitación de corriente simple, de modo que el par M (o la corriente I) y la potencia P_M siguen las respectivas secciones de curva descendentes 10e y 11e.

40 En la Figura 3 está representado detalladamente el margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A en las transiciones correspondientes. Las secciones de curva y puntos de curva iguales están provistas de los mismos símbolos de referencia. Tal como se puede ver en el desarrollo de la curva característica de control 10 de la potencia de entrada P_M , en función de la velocidad de rotación n , la sección de curva característica 10c se convierte en la sección de curva característica 10d en el margen de velocidades de rotación Δn con un pico 66, que constituye el máximo de la potencia de entrada P_M (punto de curva 62). En la zona del margen de velocidades de rotación predeterminado Δn , la sección de curva 10d de la curva característica de control 10 está configurada de tal modo que a lo largo del margen de velocidades de rotación Δn se ajusta una potencia media P_R , aproximadamente igual o ligeramente variable. En este contexto se puede admitir una fluctuación de la potencia de entrada del $\pm 15\%$ con respecto a la potencia media P_R , preferentemente menor del $\pm 10\%$. De este modo resulta un margen de fluctuación B de la potencia media P_R . Si la sección de curva 10d de la curva característica de control 10 está configurada con forma descendente, con una velocidad de rotación n decreciente, la potencia eléctrica consumida media disminuye de un valor máximo en el punto de curva 62 a un valor mínimo en el punto de curva 63. En este contexto, la potencia de entrada P_M en el punto de curva 63 corresponde a aproximadamente entre el 80% y el 95% de la potencia de entrada P_M en el punto de curva 62.

55 La curva característica de control 10 así configurada conduce a una forma especial de la curva de potencia 20 de la potencia de corte P_S en función de la fuerza de avance F, tal como se representa en la Figura 4. Teóricamente, la curva de potencia de corte 20 de una herramienta de trabajo 8 accionada por un electromotor 2 ascendería de forma constante a lo largo de la curva característica discontinua 19. En este contexto, la potencia de corte P_S aumenta de forma constante con una fuerza de avance F creciente. El usuario no puede detectar un área de trabajo perceptible.

Mediante la configuración de la curva característica de control 10 según las Figuras 2 y 3, en el margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A, la curva de potencia de corte 20 se modifica de tal modo que se forma una meseta de potencia de corte 21, que se extiende a lo largo de la potencia de avance F y cuyo extremo 22 se transforma en una sección de curva descendente 20e, con una fuerza de avance F creciente. Puede resultar ventajoso configurar la sección de curva descendente 20e como una sección de curva regresiva 20d.

Las áreas de curva 20b y 20c de la curva de potencia de corte 20 representada definen aproximadamente la meseta de potencia de corte 21 del área de trabajo A, a la que el usuario puede llegar de forma perceptible mediante la aplicación de la fuerza de avance F y en la que el usuario se puede mantener fácilmente.

Cuando se pone en marcha el equipo de trabajo 1, por ejemplo una sierra de cadena 101, la herramienta 8, es decir, la cadena de sierra 108, marcha al principio con una velocidad de rotación máxima n_H predeterminada por la curva característica de control 10. Al cargar la herramienta accionada 8 mediante la aplicación de una fuerza de avance F, la potencia eléctrica de entrada P_M aumenta bruscamente debido a la sección de curva característica 10a de gran pendiente; esto corresponde a la potencia de corte creciente en el ramal de curva ascendente 20a de la curva de potencia de corte 20 no modificada (Figura 4). Si continúa aumentando la fuerza de avance F, la velocidad de rotación sigue bajando de n_2 a n_1 , recorriendo la curva característica de control 10 las secciones de curva característica 10b y 10c, y encontrándose la curva de par 11 al principio sobre la curva característica 3, específica del motor. En el área de la velocidad de rotación n_1 se alcanza la potencia máxima de entrada P_M (pico 66); la curva de potencia de corte 20 ha alcanzado la potencia de corte máxima P_{S2} en el punto 162. El primer punto de desviación 161 de la curva de potencia de corte 20 de la sección de curva 20a a la sección de curva 20b en sentido ascendente hacia el punto 162 de la potencia de corte máxima P_{S2} (pico 66) corresponde en el diagrama de la Figura 2 al punto de curva 62 de la potencia de entrada P_M . Con una fuerza de avance F creciente hasta F_2 , en el diagrama de la Figura 2 la potencia eléctrica de entrada P_M consumida disminuye a lo largo de la velocidad de rotación decreciente n_1 a n_E (o se mantiene igual según la línea de puntos 40), mientras que la velocidad de rotación n disminuye. Debido a la velocidad de rotación n decreciente y la reducción moderada de la potencia eléctrica de entrada P_M , en el margen de velocidades de rotación Δn aumenta al mismo tiempo el par M del motor 2 a lo largo de la velocidad de rotación n decreciente, con lo que en el diagrama de potencia de corte (Figura 4) se forma la meseta de potencia de corte 21. En el área de la meseta de potencia de corte 21, la potencia de corte P_S solo varía dentro de un estrecho margen de fluctuación ΔP_S , y la meseta de potencia de corte 21 desciende con un ángulo pequeño 23 de unos pocos grados.

Si el usuario sigue aumentando la fuerza de avance F (Figura 2) de modo que la velocidad de rotación n cae por debajo de la velocidad de rotación n_E , se produce un fuerte descenso de la curva característica de control 10 en el ramal de curva 10e, con lo que el par M producido por el electromotor 2 también se viene abajo. En el diagrama de potencia de corte (Figura 4), el punto de funcionamiento se desplaza a la sección de curva descendente 20e o a la sección de curva regresiva 20d, lo que el usuario constata a través de un fuerte descenso de la potencia de corte P_S . Al reducir la fuerza de avance F, el punto de funcionamiento vuelve a la zona de la meseta de potencia de corte 21, con una potencia de corte óptima P_S . Esto corresponde a un funcionamiento en el margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A (Figura 2).

En caso de una sierra de cadena, el corte se inicia a la velocidad de rotación máxima n_H y después se incrementa la fuerza de empuje F. Con una fuerza de avance creciente, el punto de funcionamiento de la sierra de cadena sube sobre el ramal de curva ascendente 20a de la curva de potencia de corte 20 (Figura 4) hasta una potencia de corte máxima P_{S2} . En el punto 162 se ha alcanzado la potencia de corte máxima P_S , en el punto más alto de la meseta de potencia de corte 21. Si la fuerza de avance sigue aumentando de F_1 a F_2 , el punto de funcionamiento se desplaza en el área de trabajo A en la zona de la meseta de potencia de corte 21. Si se aplica una fuerza de avance F claramente mayor que la fuerza de avance máxima F_2 al final de la meseta de potencia de corte 21, el punto de funcionamiento se desplaza por la sección de curva descendente 20e o 20d con una fuerte disminución de la potencia de corte P_S . La sección de curva regresiva 20d presenta aproximadamente la misma pendiente que el ramal 20a de la curva de potencia de corte 20 que asciende hacia la meseta de potencia de corte 21.

Preferentemente, la meseta de potencia de corte 21 está configurada con poca pendiente 23, seleccionándose dicha pendiente 23 de tal modo que descienda con una fuerza de avance F creciente. A causa de ello, al aumentar la fuerza de avance el usuario constata una caída clara de la potencia de corte P_S en el paso del punto de servicio a la sección de curva descendente y, por consiguiente, puede palpar o sentir el final del área de trabajo en la zona del extremo 22 de la sección de curva 20c. Si el usuario reduce la fuerza de avance F, la potencia de corte vuelve a ascender por la meseta de potencia de corte 21 hasta el punto máximo 162, de modo que eligiendo la fuerza de avance el usuario puede hacer funcionar el equipo de trabajo en un área de trabajo A óptima de forma sencilla.

La conformación de la curva característica de control 10 según las Figuras 2 y 3 provoca la configuración de la curva de potencia de corte 20 según la Figura 4. Si se acciona una herramienta, en particular una herramienta de corte, mediante un motor de accionamiento eléctrico 2 sobre una curva característica específica del motor no se obtiene una curva de potencia de corte con esta configuración.

La configuración de la curva característica de control 10 se lleva a cabo de tal modo que la velocidad de rotación del electromotor en el área de trabajo A se encuentre en una zona que asegura, también bajo carga, una refrigeración

- 5 suficiente del motor de accionamiento eléctrico 2. La configuración de la curva de potencia de corte según la Figura 4 induce al usuario a elegir el punto de funcionamiento en la zona de la meseta de potencia de corte 21, para alcanzar una potencia de corte máxima P_S , lo que asegura una velocidad de rotación entre n_E y n_2 (Figura 2) con la que se puede excluir con seguridad la posibilidad de una sobrecarga térmica del motor de accionamiento eléctrico. La meseta de potencia de corte 21 configurada está situada por debajo de un límite de potencia continua 44 de una zona de sobrecarga térmica.
- 10 La unidad de control 4 fuerza la curva característica de control 10 según la invención, en la que en el área de trabajo A la sección de curva entre n_1 y n_E descendente en caso de una disminución de la velocidad de rotación n vuelve a una potencia de entrada media P .
- 15 La Figura 5 muestra el rendimiento η que a través de la velocidad de rotación n aumenta hasta un valor máximo $\eta_{\text{máx}}$, para después caer tendiendo a cero, hasta un par M con una velocidad de rotación máxima $n_{\text{máx}}$.
- En la Figura 5 está dibujada la curva característica de control 10 con los puntos de curva 60, 61 y 62, encontrándose el área de trabajo A entre la velocidad de rotación de acción n_E y una velocidad de rotación superior n_2 . El margen de velocidades de rotación Δn del área de trabajo A está determinado por la diferencia entre la velocidad de rotación superior n_2 y la velocidad de rotación de acción n_E , es decir, $n_2 - n_E$.
- 20 En la zona de la velocidad de rotación de acción n_E , el rendimiento del motor en el punto 100 oscila aproximadamente entre el 75% y el 78% del rendimiento máximo $\eta_{\text{máx}}$ y asciende en el área de trabajo A con una velocidad de rotación creciente. El rendimiento η puede aumentar dentro del área de trabajo A hasta cerca del rendimiento máximo $\eta_{\text{máx}}$. Convenientemente, en el área de trabajo A se alcanza un rendimiento η de hasta un 95% del rendimiento máximo $\eta_{\text{máx}}$.
- 25 En el ejemplo de realización según la Figura 6 está representada esquemáticamente una curva de potencia P^* . En esta curva de potencia P^* se ha elegido, por ejemplo, un área de trabajo A' o A'' , estando definido cada área de trabajo por una potencia mínima $P'_{\text{mín}}$ o $P''_{\text{mín}}$ y una potencia máxima $P'_{\text{máx}}$ o $P''_{\text{máx}}$.
- Si la curva característica de control 10 (Figura 2) se ajusta en el área de trabajo A a una potencia media P_R aproximadamente igual, dicha potencia media igual P_R se elige de tal modo que corresponda a la potencia mínima natural de la curva de potencia natural P^* . Es decir, en un área de trabajo A' , la potencia media P_R a ajustar corresponde a la potencia mínima $P'_{\text{mín}}$ de la curva de potencia natural P^* . Si está prevista un área de trabajo A'' , la potencia media igual P_R a ajustar se fija en la potencia mínima $P''_{\text{mín}}$ del área de trabajo A'' . Dependiendo de la situación del área de trabajo, la potencia mínima $P_{\text{mín}}$ puede estar situada tanto en el ramal ascendente como en el ramal descendente de la curva de potencia natural P^* .
- 30 De acuerdo con la invención, el motor de accionamiento 1 acciona una herramienta, en particular una herramienta de corte. Si el equipo de trabajo 1 está configurado como una sierra de cadena, la herramienta de corte consiste en una cadena de sierra. Por regla general, un paquete de baterías alimenta el motor de accionamiento eléctrico 1 del equipo de trabajo, es decir, le suministra energía eléctrica.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Herramienta manual de trabajo con un motor de accionamiento eléctrico (1), en particular sierra de cadena eléctrica (101) o tronizador, en el que el motor de accionamiento eléctrico (2) presenta una curva característica del motor (3) de la corriente de motor consumida (I) en función de la velocidad de rotación (n) del motor (2), y con una unidad de control (4), a través de la cual se controla la energía eléctrica suministrada al motor de accionamiento eléctrico (2), limitando la unidad de control (4), por debajo de una velocidad de rotación de acción (n_E) la corriente (I) que fluye a través del motor de accionamiento eléctrico (2) a valores situados por debajo de la curva característica de motor (3),

10 **caracterizada porque** una curva característica de control predeterminada (10) de la potencia eléctrica de entrada (P_M) está configurada para que, en una curva de potencia (20) de la potencia de corte (P_S) de una herramienta (8) está configurada una meseta de potencia de corte (21) a través de la fuerza de avance (F), se forme meseta de potencia de corte (21) cuyo extremo superior derecho (22), con una fuerza de avance (F) creciente, se prolonga en una sección de curva descendente (20d, 20e).
- 15 2. Herramienta de trabajo según la reivindicación 1,

caracterizada porque la sección de curva descendente (20d) retrocede cuando la fuerza de avance (F) aumenta.
- 20 3. Herramienta de trabajo según la reivindicación 2,

caracterizada porque la sección de curva regresiva (20d) presenta una pendiente (24) aproximadamente igual que la del ramal (20a) de la curva de potencia de corte (20) que asciende hacia la meseta de potencia de corte (21).
4. Herramienta de trabajo según la reivindicación 1,

caracterizada porque la meseta de potencia de corte (21) está configurada con poca pendiente (23).
- 25 5. Herramienta de trabajo según la reivindicación 1,

caracterizada porque la meseta de potencia de corte (21) está configurada con pendiente negativa (23) en caso de una fuerza de avance (F) creciente.
6. Herramienta de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 5,

caracterizada porque, en un área de trabajo, una velocidad de rotación inicial de la herramienta (8) oscila entre aproximadamente 500 y 2.000 revoluciones/minuto, preferentemente alrededor de 1000 revoluciones/minuto.
- 30 7. Herramienta de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 6,

caracterizada porque la curva característica de control (10) incluye una sección de curva característica (10a) en la que la velocidad de rotación (n) tiende a caer a cero en un margen estrecho de velocidad de rotación ($n_H - n_2$) de solo unos cientos de revoluciones/minuto, preferentemente 200 revoluciones/minuto.
- 35 8. Herramienta de trabajo según la reivindicación 7,

caracterizada porque la curva característica de control (10) incluye una sección de curva característica (10b) con una pendiente tal que la curva de par (11) se extiende con una sección de curva (11b) sobre la curva característica de motor (3), presentando la transición entre la curva característica de control (10) y una sección de curva descendente un pico (66) de potencia máxima, preferentemente en la zona del extremo superior derecho del margen de velocidad de rotación predeterminado (Δn).
- 40 9. Herramienta de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 8,

caracterizada porque la potencia eléctrica de entrada (P) del motor de accionamiento (2) está ajustada dentro del margen de velocidad de rotación predeterminado (Δn), cerca de un límite de potencia térmica continua (44).
- 45 10. Herramienta de trabajo según la reivindicación 9,

caracterizada porque la potencia eléctrica de entrada (P_M), que consume el motor de accionamiento (2) en funcionamiento continuo, está ajustada, aproximadamente un 25% por encima de la potencia de entrada determinada por el límite de potencia térmica continua (44).
11. Herramienta de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 10,

caracterizada porque el rendimiento eléctrico (η) del motor de accionamiento (2) es en el área de trabajo (A), superior al 75% del rendimiento máximo ($\eta_{\text{máx}}$).

12. Herramienta de trabajo según una de las reivindicaciones 1 a 11,

caracterizada porque la potencia media (P_R) fluctúa dentro de un margen de $\pm 15\%$, preferentemente en un margen de menos del $\pm 10\%$.

5

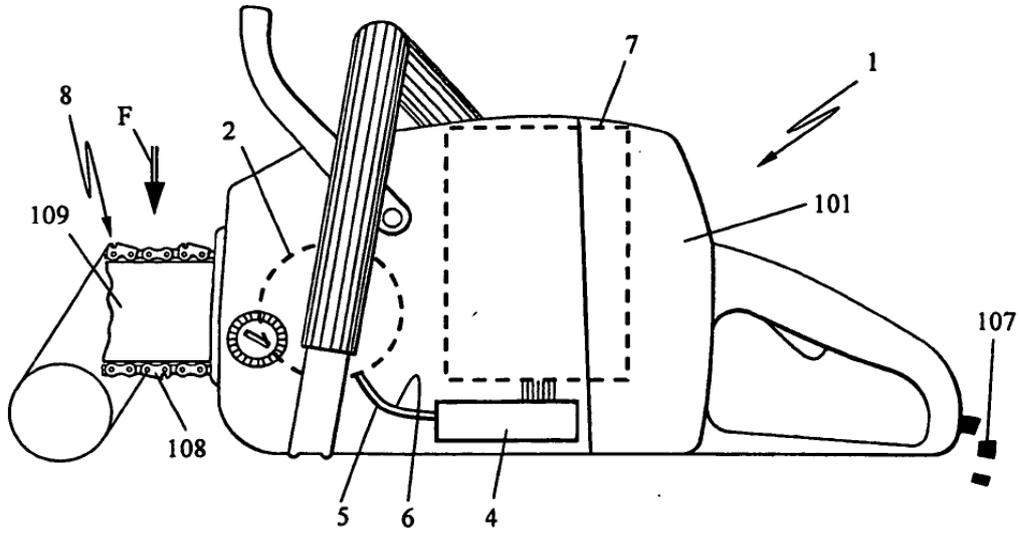


FIG. 1

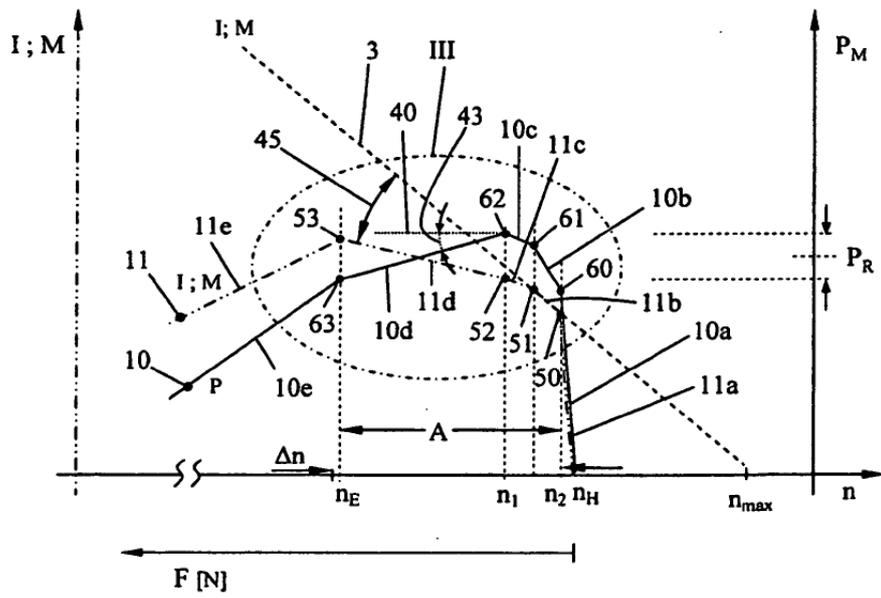


FIG. 2

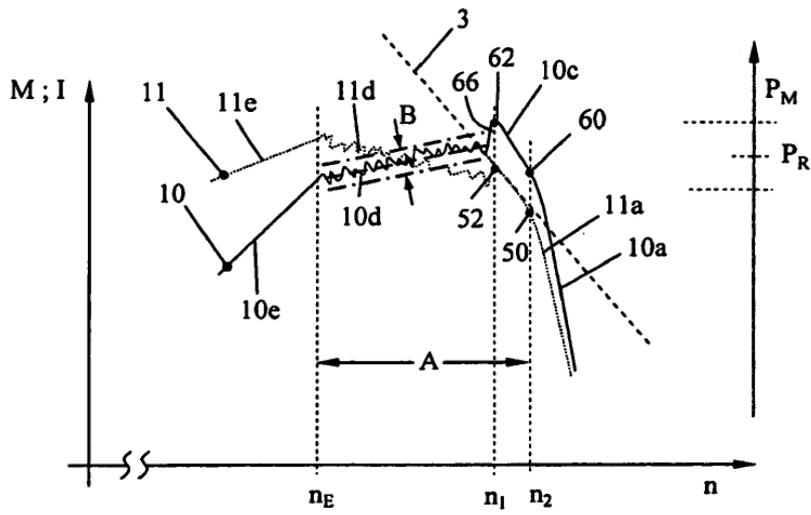


FIG. 3

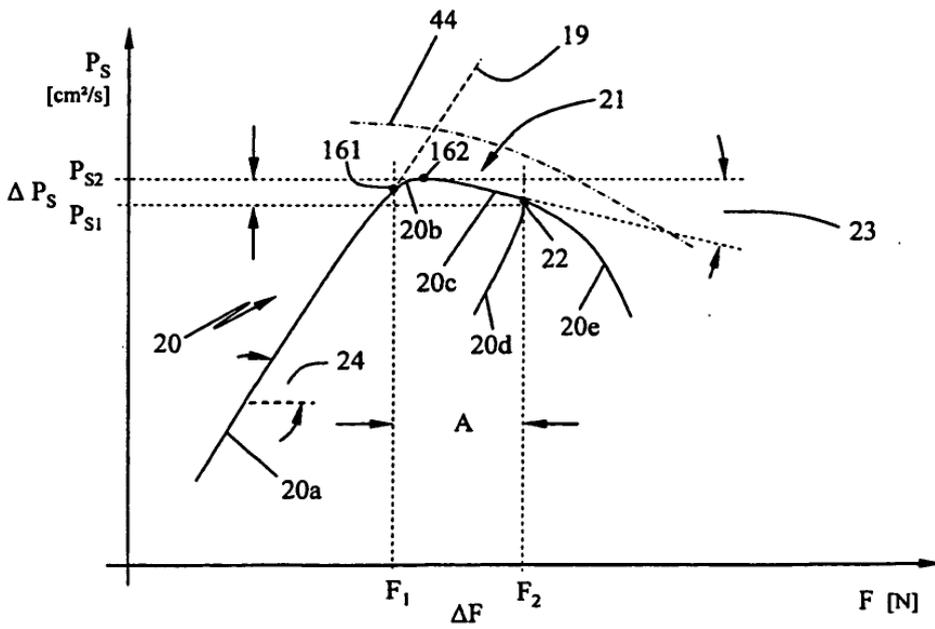


FIG. 4

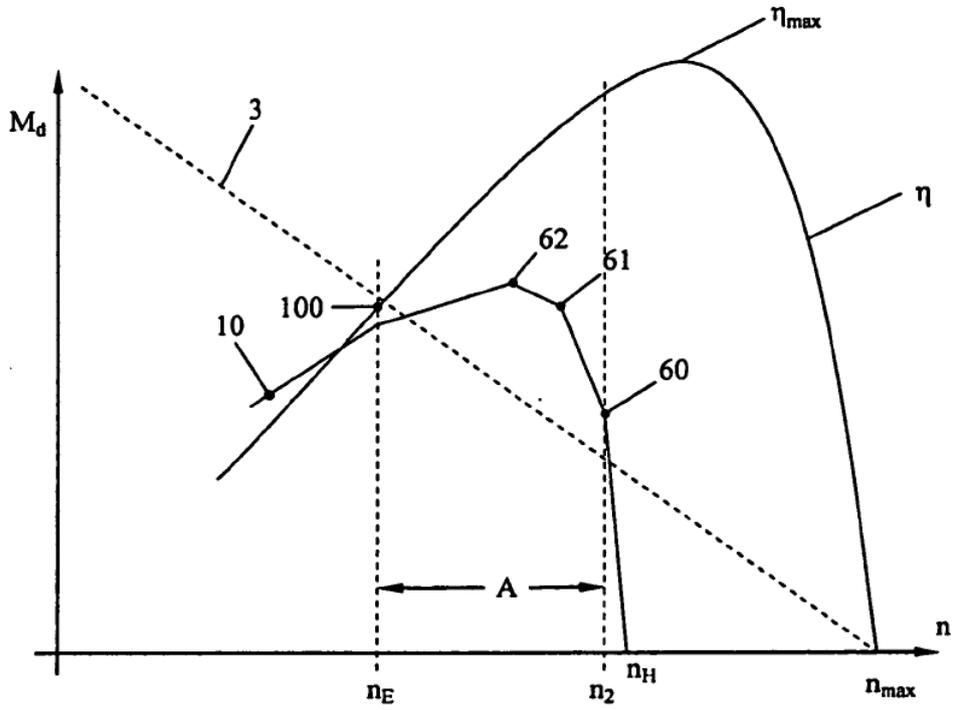


FIG. 5

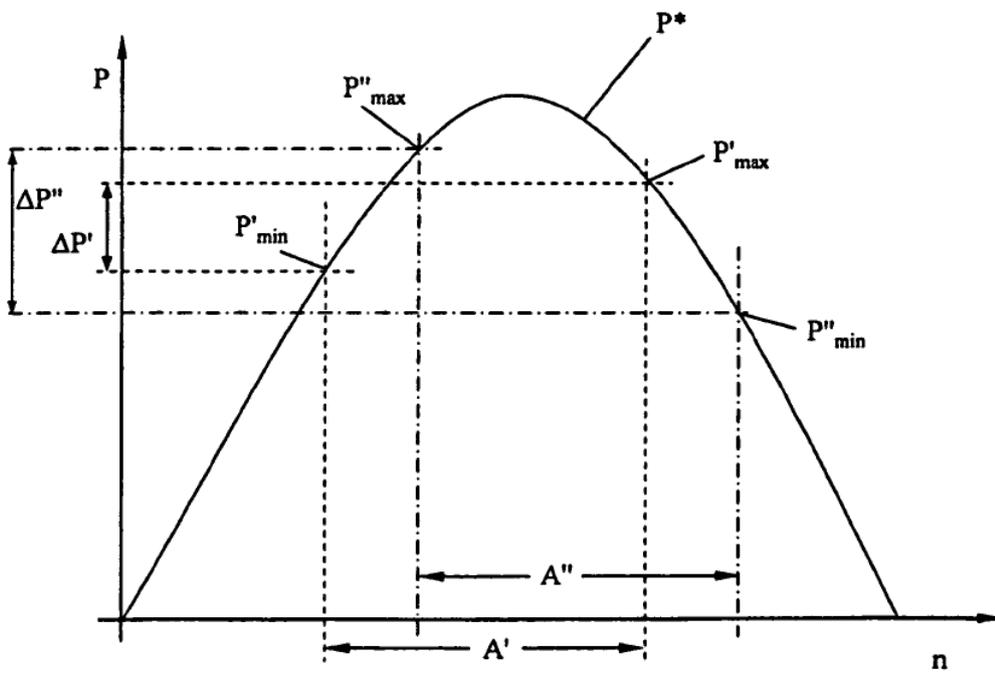


FIG. 6