

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 697 678**

51 Int. Cl.:

F02P 5/15 (2006.01)

F02P 15/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2013** **E 13005770 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **15.08.2018** **EP 2746569**

54 Título: **Procedimiento para el funcionamiento de un motor de combustión interna en un dispositivo de herramienta portátil**

30 Prioridad:

19.12.2012 DE 102012024840

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

25.01.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

LEUFEN, HEINRICH;
MAIER, GEORG;
REDECKER, JÜRGEN;
KLEIN, ALEXANDER y
ANDRESEN, ERIK

74 Agente/Representante:

AZNÁREZ URBIETA, Pablo

ES 2 697 678 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

PROCEDIMIENTO PARA EL FUNCIONAMIENTO DE UN MOTOR DE COMBUSTIÓN INTERNA EN UN DISPOSITIVO DE HERRAMIENTA PORTÁTIL

- 5 La invención se refiere a un procedimiento para el funcionamiento de un motor de combustión interna en un dispositivo de herramienta portátil, como por ejemplo una desbrozadora, un soplador, una motosierra, una amoladora o similares.
- 10 De la patente DE 10 2008 056 924 A1 se conoce un procedimiento para el funcionamiento de un motor de combustión interna en un dispositivo de herramienta portátil, en el que el momento de encendido se determina en función del número de revoluciones. Con el motor al ralentí se prevé un momento de encendido atrasado. En un régimen de aceleración posterior al régimen de ralentí se establece un momento de encendido avanzado, que con el aumento de revoluciones se traslada hasta más "avanzado" asociado a la carga completa
- 15 Se ha demostrado que con un motor de combustión interna de este tipo no es posible un funcionamiento estable durante una carga parcial. El número de revoluciones fluctúa mucho por lo que es difícil para un operador mantener una velocidad constante. Un régimen de carga parcial es deseable frente al de carga completa para algunas aplicaciones especiales del dispositivo de herramienta portátil, como por ejemplo para cortar el césped o la planta de arroz. Con el número de revoluciones más bajo se consigue un corte suave y se disminuyen los
- 20 daños consecuentes en las plantas. Debido al menor número de revoluciones se reducen las emisiones de ruido. Cuando se trabaja en carga parcial, las fuerzas centrífugas que surgen debido a las masas en rotación, son menores que a plena carga, lo cual resulta en una mayor facilidad de uso en carga parcial. Además el consumo de combustible es menor que en la carga completa.
- 25 Las masas en rotación son en particular las masas en rotación del motor y de la herramienta. Por eso es deseable un motor de combustión interna que facilite un funcionamiento estable a carga parcial.
- 30 El objetivo de la invención es proporcionar un procedimiento para el funcionamiento de un motor de combustión interna en un dispositivo de herramienta portátil que permita un funcionamiento estable también a carga parcial con una fluctuación menor del número de revoluciones.
- Este objetivo se alcanza con un procedimiento para el funcionamiento de un motor de combustión interna en un dispositivo de herramienta portátil según la reivindicación 1.
- 35 Se ha demostrado que para una operación de carga parcial estable, el momento de encendido en un primer rango de número de revoluciones, correspondiente al rango de carga parcial, debe ser al menos 5° de ángulo del cigüeñal posterior al momento de encendido en un segundo rango de número de revoluciones, correspondiente a la operación de carga completa. El primer rango de número de revoluciones se extiende al menos desde el
- 40 número de revoluciones de acoplamiento hasta el número límite de revoluciones de aproximadamente 7.000 rpm. A partir del número de revoluciones de acoplamiento hasta el número de revoluciones de unas 7.000 rpm se escoge por tanto un momento de encendido comparativamente tardío. Especialmente en el caso de un motor de combustión interna caliente, el momento de encendido tardío degrada artificialmente el rendimiento del motor de combustión interna en el rango de carga parcial. Debido al momento de encendido posterior en el primer rango de número de revoluciones, se genera menos energía en cada combustión. Para mantener el número de
- 45 revoluciones constante, es conocido suspender el encendido en ciclos de motor individuales. Si en el primer rango de número de revoluciones ocurre el encendido en un momento de encendido comparativamente avanzado se acelera muy rápidamente el cigüeñal y el encendido debe suspenderse durante varios ciclos del motor hasta que el número de revoluciones haya regresado al valor deseado. A causa de la fuerte aceleración del cigüeñal después del encendido y de los posteriores ciclos de motor sin encendido se producen fuertes
- 50 fluctuaciones del número de revoluciones. Si en el primer rango de revoluciones se produce el encendido más tarde, la aceleración del cigüeñal es menor y el encendido se suspende en pocos o, particularmente, en ningún ciclo de motor. De esta manera se puede mantener el número de revoluciones en el rango de carga parcial más o menos constante. Se permite un funcionamiento duradero en un amplio rango de carga parcial. El operador puede mantener el número de revoluciones estable y utilizar la herramienta de forma permanente en carga
- 55 parcial, por ejemplo, cuando solo se necesita una potencia reducida para el accionamiento de la herramienta.
- El número límite de revoluciones se corresponde al menos al doble del número de revoluciones de acoplamiento. Así se consigue un rango muy ancho de carga parcial, que se extiende por un rango comparativamente grande de número de revoluciones. El número límite de revoluciones será preferentemente de 7000 rpm hasta
- 60 aproximadamente 9000 rpm.
- Preferentemente se diferencian el primer momento de encendido y el segundo en un ángulo del cigüeñal de al menos 10°. El primer momento de encendido es al menos 10° de ángulo del cigüeñal posterior al segundo momento de encendido. Entre el primer rango de número de revoluciones y el segundo rango de número de
- 65 revoluciones se forma, por lo tanto, un salto significativo en el momento de encendido de al menos 10° del ángulo del cigüeñal.

5 Preferiblemente cada rango de momento de encendido abarca máximo 8° de ángulo del cigüeñal. Cada rango de momento de encendido se corresponde respectivamente a una banda de momento de encendido con un ancho de 8° de ángulo del cigüeñal. Las dos bandas de punto de encendido tienen una distancia entre sí de al menos 5° de ángulo del cigüeñal. Preferentemente la relación entre momento de encendido y revolución es lineal, al menos en uno de los rangos de momento de encendido. El momento de encendido, según el número de revoluciones, podrá cambiar de forma lineal o permanecer constante en todo el rango de número de revoluciones. En particular dentro del rango de punto de encendido, éste no cambiará hacia "avanzado" cuando suba el número de revoluciones. Así el punto de encendido puede permanecer constante con una subida del número de revoluciones o cambiar a "atrasado". Con un ajuste tardío del punto de encendido en al menos una parte del primer rango de número de revoluciones se alcanza una estabilidad del número de revoluciones, ya que, al ajustar el punto de encendido en "atrasado" cuando sube el número de revoluciones, la combustión libera menos energía y así puede producir una caída del número de revoluciones. La curva que describe la relación entre el punto de encendido y el número revolución es preferentemente constante en el primer rango de número de revoluciones. La curva que muestra la relación entre el punto de encendido y el número de revoluciones no indica ningún salto en el primer rango de número de revoluciones. La curva puede ser lineal por secciones o en todo el primer rango de número de revoluciones. Ventajosamente, la curva se compone de varias líneas rectas de diferente inclinación.

20 El primer punto de encendido está ventajosamente en el rango de aproximadamente 10 ° de ángulo del cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón hasta aproximadamente 40 ° de ángulo del cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón. Es especialmente preferido que el primer punto de encendido se encuentre en un rango de aproximadamente 10° de ángulo del cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón hasta aproximadamente 35° de ángulo del cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón. El segundo punto de encendido está preferiblemente en un rango de aproximadamente 20° de ángulo de cigüeñas antes del punto muerto superior del pistón hasta aproximadamente 45° de ángulo de cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón, en particular entre aproximadamente 30° de ángulo de cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón hasta unos 40° de ángulo de cigüeñal antes del punto de muerto superior del pistón. Así se alcanza un alto rendimiento durante el funcionamiento del motor de combustión interna en el segundo rango de número de revoluciones, que corresponde al rango de carga completa.

35 A cada revolución del primer rango de números de revolución le corresponde un primer punto de encendido y a cada revolución del segundo rango de números de revolución le corresponde un segundo punto de encendido. Al menos en un estado operativo, cuando se produce un cambio del número de revoluciones desde un número de revoluciones fuera de uno de los rangos de número de revoluciones hasta un número de revoluciones de dicho rango de número de revoluciones, es decir desde un número de revoluciones fuera del primer rango de número de revoluciones a un número de revoluciones de dicho primer rango o desde un número de revoluciones fuera del segundo rango de número de revoluciones a un número de revoluciones de dicho segundo rango, el punto de encendido no se traslada abruptamente al punto de encendido asignado a ese rango de número de revoluciones, sino que lo hace de forma controlada en función del tiempo hasta que alcanza el punto de encendido asignado o hasta que el número de revoluciones vuelve a salirse de ese rango de número de revoluciones. Se ha demostrado que en caso de un cambio de número de revoluciones a un número de revoluciones de uno de los rangos de número de revoluciones puede ser perjudicial un ajuste abrupto del punto de encendido al punto de encendido asignado a dicho rango de número de revoluciones. Por lo tanto, se ha previsto que en el primero y el segundo rangos de número de revoluciones, cuando el número de revoluciones llega a dicho rango de número de revoluciones, de momento no se traslada el punto de encendido a aquel previsto según el dispositivo de control de encendido, sino que el cambio al punto de encendido asignado en dicho rango se realice de forma controlada en el tiempo. El traslado controlado en el tiempo puede hacerse de forma lineal, paso a paso o de cualquier forma curvilínea.

50 Con un ajuste abrupto del punto de encendido, especialmente con un ajuste del punto de encendido desde un primer punto de encendido a un segundo punto de encendido, es decir con un ajuste abrupto significativo del punto de encendido hacia "avanzado", se pueden producir vibraciones indeseables en el dispositivo de trabajo. El cambio abrupto del punto de encendido hacia "avanzado" provoca un aumento de potencia abrupto que se transmite al eje de transmisión de una herramienta del dispositivo de trabajo. El aumento de potencia provoca una sacudida en la herramienta, lo que hace que el número de revoluciones caiga nuevamente por debajo del número límite de revoluciones en un ciclo de motor posterior, lo cual implica un punto posterior de encendido. La aceleración posterior de nuevo tiene como consecuencia que se exceda el número límite de revoluciones y que se produzca un cambio abrupto en el punto de encendido a "avanzado". Así en una secuencia rápida se sobrepasa el número límite de revoluciones o se cae por debajo éste varias veces, lo cual provoca vibraciones en el dispositivo de herramienta. Estas vibraciones pueden evitarse con un control en función del tiempo del punto de encendido al sobrepasarse el número límite de revoluciones.

65 Particularmente con un motor de combustión interna frío y con una aceleración en el rango de carga parcial, se consigue una aceleración pobre con un encendido en el primer punto de encendido, ya que, cuando el motor está frío, el primer punto de encendido asignado al rango de carga parcial produce un tiempo de combustión

demasiado corto y, por lo tanto, una mala aceleración en frío. La aceleración en el caso de un cambio del número de revoluciones a un número de revoluciones del primer rango de número de revoluciones puede mejorarse significativamente si el punto de encendido se ajusta inicialmente al segundo punto de encendido, es decir, un punto de encendido avanzado y el ajuste al primer punto de encendido se hace de forma controlada en el tiempo.

Una realización sencilla se da cuando el control en el tiempo del punto de encendido tiene lugar dependiendo del número de ciclos de motor. Ventajosamente, el punto de encendido, una vez superado el número límite de revoluciones, después de pasar a continuación por un número predeterminado de ciclos del motor en este rango de número de revoluciones, se ajusta gradualmente al punto de encendido asignado a este rango de número de revoluciones. Por lo tanto, el cambio de punto de encendido no ocurre inmediatamente después de cambiar el número de revoluciones de este rango de número de revoluciones, sino después de un número predeterminado de ciclos de motor en este rango de número de revoluciones. Como resultado, se consigue un comportamiento de carrera estable con cambios de número de revoluciones en el rango del número límite de revoluciones, es decir, cuando el número límite de revoluciones se excede o se queda corto varias veces en cortos intervalos sucesivos. El ajuste del punto de encendido al punto de encendido asociado con este rango de número de revoluciones también puede tener lugar después de un tiempo predeterminado en este rango de número de revoluciones o después de exceder un número de revoluciones de activación que está por encima del número límite de revoluciones. También se puede proporcionar una combinación de estos criterios para el inicio del ajuste del punto de encendido. También se puede proporcionar que el ajuste del punto de encendido tenga lugar inmediatamente después del cambio de número de revoluciones en este rango de número de revoluciones.

Ventajosamente, en un cambio de número de revoluciones de un número de revoluciones del primer rango a un número de revoluciones del segundo rango se ajusta, en al menos un estado operativo, el punto de encendido hacia "avanzado" de forma controlada en el tiempo, comenzando desde el primer punto de encendido hasta que alcanza el segundo punto de encendido o el número de revoluciones abandona el segundo rango de número de revoluciones. El ajuste controlado en el tiempo durante un cambio de número de revoluciones desde un número de revoluciones del primer rango hasta un número de revoluciones del segundo rango tiene lugar especialmente en cada estado operativo. Un estado operativo puede ser el funcionamiento por encima o por debajo de una temperatura de funcionamiento predeterminada del motor de combustión interna, es decir, un funcionamiento con un motor de combustión interna frío o caliente. Un estado operativo también puede depender de la presión ambiental, la composición del combustible o similares. Una combinación de estos, otros o diferentes parámetros también pueden definir un estado operativo. Un estado operativo se diferencia de otro estado operativo en que diferentes puntos de encendido son convenientes para el mismo número de revoluciones.

Durante un cambio de número de revoluciones desde un número de revoluciones fuera del primer rango de número de revoluciones a un número de revoluciones del primer rango de número de revoluciones, se proporciona ventajosamente, si se cumple al menos un primer criterio predeterminado, que el punto de encendido cambie a "atrasado", de forma controlada en el tiempo, comenzando desde el segundo punto de encendido hasta que alcance el primer punto de encendido o el número de revoluciones caiga al primer rango de número de revoluciones. El ajuste del punto de encendido desde el segundo al primer punto de encendido está previsto en particular cuando el número de revoluciones cambia de un número de revoluciones del segundo rango de número de revoluciones a un número de revoluciones del primer rango de número de revoluciones. Sin embargo, el ajuste del punto de encendido de forma controlada en el tiempo desde el segundo punto de encendido hasta el primero también está previsto cuando en la aceleración el número de revoluciones pasa desde el punto muerto al primer rango de número de revoluciones. Incluso si el número de revoluciones cambia del rango de punto muerto al rango de carga parcial, está previsto ajustar inicialmente el punto de encendido al punto de encendido asociado al segundo rango de número de revoluciones. Esto suele ser un ajuste muy claro del punto de encendido a "avanzado". Esto permite una buena aceleración del motor de combustión interna.

El primer criterio, después del cual el punto de encendido se ajusta desde el segundo punto de encendido a "atrasado", hasta que se alcanza el primer punto de encendido o el número de revoluciones abandona el primer rango de número de revoluciones, es, en particular, conseguir una temperatura del dispositivo de herramienta, especialmente una temperatura de funcionamiento deseada. Especialmente en los motores de combustión fría, el punto de encendido relativamente tardío previsto para el primer rango de número de revoluciones causa una aceleración insuficiente. Cuando la máquina está fría, es decir, cuando el motor de combustión funciona por debajo de la temperatura de funcionamiento deseada, está previsto ajustar inicialmente el punto de encendido en el primer rango de número de revoluciones al segundo punto de encendido. Si se cumple el primer criterio especificado, el punto de encendido se ajusta gradualmente a "atrasado" desde el segundo punto de encendido hasta el primer punto de encendido cuando el número de revoluciones se encuentra en el primer rango de número de revoluciones.

El primer criterio predeterminado es ventajosamente alcanzar una temperatura del dispositivo de herramienta y/o ejecutar un número predeterminado de ciclos de motor después de un evento predeterminado. El evento predeterminado es en particular el arranque del motor de combustión. Es especialmente ventajoso medir la temperatura del motor de combustión o una temperatura que permita sacar conclusiones sobre la temperatura del motor de combustión, como por ejemplo la temperatura del dispositivo de control de encendido o similar. La

temperatura del motor de combustión se mide especialmente con un sensor de temperatura en el cilindro o cárter del motor de combustión. Dependiendo de la temperatura medida, es ventajoso determinar cuántos ciclos de motor deben ejecutarse hasta que se pueda suponer que se cumple el primer criterio especificado, en particular que se ha alcanzado la temperatura de funcionamiento deseada. Una vez transcurrido este número de ciclos del motor, cuando el número de revoluciones cambia de un número de revoluciones fuera del primer rango de número de revoluciones a un número de revoluciones dentro del primer rango de número de revoluciones, el punto de encendido se ajustará inmediatamente al primer punto de encendido.

También podrá disponerse que, para determinar si se cumple el primer criterio previsto, se determine el número de ciclos del motor transcurridos después de superar un número de revoluciones predeterminado. También los ciclos de motor a recorrer por encima del número de revoluciones predeterminado pueden determinarse por medio de una temperatura antes del arranque del motor de combustión. También se puede proporcionar que el primer criterio predeterminado se determine solo en función de la temperatura del dispositivo de trabajo o solo en función del número de ciclos de motor a recorrer después de un evento predeterminado, por ejemplo, el arranque del motor de combustión interna o la superación de un número de revoluciones predeterminado. El número de revoluciones predeterminado es especialmente el número límite de revoluciones. Midiendo la temperatura del motor de combustión interna, especialmente la temperatura de la caja del cigüeñal o del cilindro, se puede medir directamente si el motor de combustión interna alcanza la temperatura de funcionamiento

A continuación se describe un ejemplo de realización de la invención con ayuda de las figuras, que muestran lo siguiente:

- Figura 1 una representación esquemática de un dispositivo de herramienta portátil.
- Figura 2 una vista en sección del dispositivo de herramienta de la figura 1.
- Figura 3 una vista en sección del motor de combustión interna del dispositivo de herramienta de la figura 1.
- Figuras 4 y 5 representación del recorrido del punto de encendido para un motor de combustión interna dependiendo del número de revoluciones.
- Figura 6 el recorrido del número de revoluciones y el punto de encendido en función del tiempo.
- Figura 7 una representación del punto de encendido sobre el número de revoluciones.

La figura 1 muestra como ejemplo de realización de un dispositivo de herramienta portátil 1, una desbrozadora. Sin embargo, el procedimiento descrito a continuación se puede utilizar también para el funcionamiento de un motor de combustión interna en otro dispositivo de herramienta, como por ejemplo un soplador, un cortasetos, una sierra eléctrica, una amoladora o parecidos. En una sopladora la herramienta es la rueda de ventilador que potencia el flujo de aire para trabajar. El método descrito a continuación se usa ventajosamente en el motor de combustión interna de un dispositivo de herramienta portátil, que generalmente opera durante largos períodos de tiempo a carga parcial. Esto sucede especialmente en desbrozadoras, que tienen como herramienta un cuchillo metálico.

El dispositivo de trabajo 1 tiene una carcasa de motor 2, dispuesta en un extremo de un tubo guía 3, en la que se ha dispuesto un motor de combustión interna 15 mostrado en la figura 2. Desde la carcasa del motor 2 sobresale una palanca, que sirve para accionar un dispositivo de arranque para el motor de combustión interna.

Como muestra la figura 1 en el extremo del tubo de guía 3 opuesto a la carcasa del motor, orientado hacia el suelo, se ha dispuesto una cabeza de engranaje 9, cuyo eje de transmisión, no mostrado, impulsa una cuchilla 10 que gira alrededor de un eje de rotación 11. Adyacente a la cabeza del engranaje 9 se fija al tubo guía 3 una protección 12. Como también se muestra en la Figura 1, un marco de empuñadura 4 se sostiene en el tubo guía 3, comprendiendo dos empuñaduras 5 y 6. La empuñadura 6 lleva un acelerador 7 para operar el motor de combustión interna 15 y un bloqueo 8 del acelerador.

Como muestra la Figura 2, el motor de combustión interna 15 tiene un cilindro 16, en el cual se ha montado un pistón 18 oscilante. El pistón 18 acciona a través de una biela 19 un cigüeñal 20 dispuesto en la caja del cigüeñal 17 de forma giratoria alrededor de un eje giratorio 21. Como muestra la figura 3, en el cilindro 16 se forma una cámara de combustión 28 delimitada por el pistón 18. En la cámara de combustión 28 sobresale una bujía 23. Como se muestra en la Figura 2, la bujía 23 está controlada por un dispositivo de control de encendido 22. En el ejemplo de realización, el dispositivo de control de encendido 22 está dispuesto en la circunferencia exterior de un volante 24. El volante 24 lleva imanes, no mostrados, que generan en el dispositivo de control de encendido 22 el voltaje de encendido para la bujía 23. El dispositivo de control de encendido 22 también puede ser un dispositivo de control separado. El volante 24 está conectado de manera giratoria al cigüeñal 20. En el lado opuesto al volante 24, se ha dispuesto un embrague 25, que está diseñado como un embrague centrífugo y que en estado activado conecta el cigüeñal 20 con un eje de transmisión 27. El eje de transmisión 27 atraviesa el tubo de guía 3 y acciona la transmisión dispuesta en la cabeza de engranaje 9. En el ejemplo de realización el tambor de embrague del embrague 25 está unido al eje de transmisión 27 a través del elemento de acoplamiento 26.

Como muestra la figura 3, el motor de combustión interna 15 está diseñado como un motor de dos tiempos. El motor de combustión interna 15 es un motor de un solo cilindro. El motor de combustión interna 15 tiene una entrada 35 a la caja 17 del cigüeñal controlada por el pistón 18. La mezcla de combustible / aire se introduce en la caja 17 del cigüeñal a través de la entrada 35. La mezcla de combustible y aire se forma en un carburador 37, en el que se suministra combustible al aire de combustión aspirado. También se puede prever el suministro de combustible al canal de admisión o directamente a la caja 17 del cigüeñal o a la cámara de combustión 28 a través de una válvula de combustible en el carburador 37. La caja de cigüeñal 17 se conecta a través de rebosaderos 29 en el punto muerto inferior del pistón 18 con la cámara de combustión 28. La entrada de los rebosaderos 29 a la cámara de combustión 28 también está controlada por el pistón 18. Desde la cámara de combustión 28 transcurre una salida 36 también controlada por el pistón 18. Durante el funcionamiento, elevándose el pistón 18 se succiona una mezcla de combustible y aire en la caja del cigüeñal 17 a través de la entrada 35. Al descender el pistón 18 se comprime la mezcla de combustible y aire que en la zona del punto muerto inferior del pistón 18 es empujada hacia la cámara de combustión 28 a través de los canales de desbordamiento 29. En el área del punto muerto superior del pistón 18, la bujía 23 enciende la mezcla de combustible y aire en la cámara de combustión 28. La combustión posterior acelera el pistón 18 hacia su punto muerto inferior. Tan pronto como se abre la salida 36, los gases de escape salen de la cámara de combustión 28, y una nueva mezcla de combustible / aire fluye a través de los canales de desbordamiento 29 a la caja del cigüeñal 17.

Para conseguir un comportamiento favorable del motor de combustión interna 15 con cualquier número de revoluciones, se establece el punto de encendido, es decir, el punto en el que se enciende la bujía 23 en relación con el punto muerto superior del pistón 18, en función del número de revoluciones del motor de combustión interna 15. En la figura 4 se muestra un diagrama que indica el punto de encendido sobre el número de revoluciones n . En un rango de número de revoluciones 30, que se extiende desde la parada hasta el número de revoluciones n_1 , el punto de encendido se ajusta cada vez más a "avanzado" a medida que crece el número de revoluciones n . El rango de velocidad 30 corresponde al rango de velocidad de arranque del motor de combustión interna 15. Como indica la línea discontinua 38 en la Figura 4, para el arranque se consignan ventajosamente en el rango de número de revoluciones 30 varias características que indican el punto de encendido en función del número de revoluciones n y que se pueden seleccionar dependiendo de uno o más parámetros operativos del motor de combustión interna 15.

Al rango de número de revoluciones 30 le sigue un rango de número de revoluciones 31, que corresponde al área de ralentí. El rango de número de revoluciones 31 se extiende desde el número de revoluciones n_1 hasta un número de revoluciones de acoplamiento n_K . El número de revoluciones de acoplamiento n_K se encuentra ventajosamente en un rango de número de revoluciones de aproximadamente 3.500 rpm hasta aproximadamente 5.000 rpm. El número de revoluciones de acoplamiento n_K es el número de revoluciones n con el cual se acopla el embrague 25. Cuando el embrague 25 se activa en un rango de número de revoluciones, el número de revolución de acoplamiento es n_K , el número medio entre el número de revoluciones n , en el que el embrague 25 comienza a engranar, y el número de revoluciones n en el que el embrague 25 se ha activado completamente. El número de revoluciones n_1 está ventajosamente en un rango de aproximadamente 1.000 rpm a aproximadamente 3.000 rpm. En el rango de número de revoluciones 31 correspondiente al ralentí, el punto de encendido ZPP se establece en un tercer punto de encendido ZPP₃, que es un punto de encendido comparativamente tardío. El tercer punto de encendido ZPP₃ en ralentí puede ser ventajosamente desde aproximadamente 8° de ángulo del cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón 18 hasta aproximadamente 14° de ángulo del cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón 18. El ángulo del cigüeñal indica la posición relativa del cigüeñal 20 en relación con el punto muerto superior del pistón 18. El ángulo del cigüeñal de 360° corresponde a una vuelta completa del cigüeñal 20.

Por encima del número de revoluciones de acoplamiento n_K se extiende un rango de número de revoluciones 32 correspondiente al rango de carga parcial. El rango de número de revoluciones 32 se extiende desde el número de revolución de acoplamiento n_K hasta un número límite de revoluciones n_G . El número límite de revoluciones n_G es como mínimo 7.000 rpm. El número límite de revoluciones n_G es como mínimo el doble que el número de revoluciones de acoplamiento n_K . Ventajosamente el número límite de revoluciones n_G se encuentra entre las 7.000 rpm y las 9.000 rpm. En el rango de revoluciones 32, correspondiente al rango de carga parcial, se ajusta el punto de encendido ZPP por medio del dispositivo de control de encendido 22, a un primer punto de encendido ZPP₁, anterior al punto de encendido ZPP₃. El primer punto de encendido ZPP₁ se encuentra en la zona de aproximadamente 10° de ángulo del cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón 18 hasta aproximadamente 40° de ángulo del cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón 18. Especialmente se encuentra el primer punto de encendido ZPP₁ en la zona de aproximadamente 10° de ángulo del cigüeñal antes del punto muerto del pistón 18 hasta aproximadamente 35° de ángulo del cigüeñal antes del punto muerto del pistón 18. A lo largo de todo el primer rango de número de revoluciones 32 el primer punto de encendido ZPP asociado puede ser constante. Se ha indicado con una línea continua un recorrido constante del punto de encendido ZPP. Por lo tanto, para cada número de revolución n del primer rango de número de revoluciones 32 se establece el mismo punto de encendido ZPP₁. Sin embargo, también se puede prever que el punto de encendido ZPP cambie dependiendo del número de revoluciones n , siendo el cambio del punto de encendido ZPP en el rango de revoluciones 31, 32, 33 ventajosamente pequeño. Con una línea discontinua 47 se muestra a

modo de ejemplo un recorrido linealmente descendente de la curva, que indica la relación entre el punto de encendido ZZZP y el número de revoluciones n . Todos los puntos de encendido del primer rango de número de revoluciones 32 se encuentran en un rango de número de revoluciones 49, que abarca ventajosamente un rango de como máximo aproximadamente 8° de ángulo del cigüeñal. También puede ser ventajosa una combinación de recorrido de la curva constante con un número de revoluciones n creciente y descendente con número de revoluciones n creciente. Un recorrido descendente de la curva corresponde a un ajuste del punto de encendido ZZZP a "atrasado" con un número de revoluciones n creciente. Ventajosamente, el punto de encendido en el primer rango de número de revoluciones 32 con número de revoluciones creciente n no se ajusta a "avanzado". La curva que indica el recorrido del punto de ignición sobre el número de revoluciones n en el primer rango de número de revoluciones 32 es ventajosamente continua, es decir, no tiene salto de punto de encendido.

Por encima del número límite de revoluciones n_G se une el rango de número de revoluciones 32 a un rango de número de revoluciones 33, que corresponde al rango de carga completa. En el rango de número de revoluciones 33, el punto de encendido ZZZP se ajusta a un segundo punto de encendido ZZZP₂, que se encuentra claramente delante del primer punto de encendido ZZZP₁. Con una línea continua se muestra un recorrido constante del segundo punto de encendido ZZZP₂ sobre el número de revoluciones n . Sin embargo, el segundo punto de encendido ZZZP₂ también puede cambiar dependiendo del número de revoluciones n , siendo el cambio particularmente pequeño. Con la línea discontinua 48 se muestra a modo de ejemplo un recorrido del segundo punto de encendido ZZZP₂ con número de revoluciones descendente, siendo el descenso lineal. En este caso, se establece un segundo punto de encendido posterior ZZZP₂ con un número de revoluciones n creciente. Así se estabiliza el número de revoluciones n en el segundo rango de número de revoluciones 33. Los segundos puntos de encendido ZZZP₂ se encuentran ventajosamente en un segundo rango de número de revoluciones 33 que comprende como máximo unos 8° de ángulo del cigüeñal. Cada segundo punto de encendido ZZZP₂ está a al menos 5° de ángulo de cigüeñal, especialmente a al menos 10° de ángulo de cigüeñal delante de cada primer punto de encendido ZZZP₁. En particular el segundo punto de encendido ZZZP₂ está en el número límite de revoluciones n_G como mínimo 10° de ángulo de cigüeñal antes del primer punto de encendido ZZZP₁ en el número límite de revoluciones n_G . Los valores límite de la curva que indican el recorrido del punto de encendido ZZZP sobre el número de revoluciones n en el primer rango de número de revoluciones 32 y en el segundo rango de número de revoluciones 33, se diferencian del número límite de revoluciones n_G en al menos 5° de ángulo del cigüeñal. El valor límite se encuentra, por tanto, para el primer rango de número de revoluciones 32 como mínimo 5° de ángulo de cigüeñal más tarde que el valor límite para el segundo rango de número de revoluciones 33. La curva que indica el recorrido del punto de encendido ZZZP sobre el número de revoluciones n , muestra en el número límite de revoluciones n_G un salto de al menos 5° de ángulo del cigüeñal.

Cada segundo punto de encendido ZZZP₂ se encuentra ventajosamente en el área de aproximadamente 20° de ángulo de cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón 18 hasta aproximadamente 45° de ángulo de cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón 18. El segundo punto de encendido ZZZP₂ se encuentra especialmente en el área de aproximadamente 30° de ángulo de cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón 18 hasta aproximadamente 45° de ángulo de cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón 18.

El rango de número de revoluciones 33 se extiende desde el número límite de revoluciones n_G hasta un segundo número de revoluciones n_2 . El segundo número de revoluciones n_2 es mayor que el número límite de revoluciones n_G y se encuentra ventajosamente en el área de aproximadamente 8.500 rpm hasta el número máximo de revoluciones del motor de combustión interna. El rango de número de revoluciones 33 conecta por encima del segundo número de revolución n_2 con un rango de número de revoluciones 34, que corresponde con el área de regulación de velocidad del motor de combustión interna 15. En el rango de número de revoluciones 34 se ajusta el punto de encendido ZZZP a un cuarto punto de encendido ZZZP₄, que es claramente posterior al segundo punto de encendido ZZZP₂. En el ejemplo de realización el cuarto punto de encendido ZZZP₄ es también claramente posterior al primer punto de encendido ZZZP₁. Sin embargo, el cuarto punto de encendido ZZZP₄ también puede encontrarse en el rango del primer punto de encendido ZZZP₁. Al ajustar el punto de encendido ZZZP a "atrasado" en el rango de número de revoluciones 34 se detiene el motor de combustión interna 15 y disminuye el número de revoluciones n . Para el rango de número de revoluciones 34 se puede prever también otro punto de encendido, como por ejemplo el segundo punto de encendido ZZZP₂.

El rango de número de revoluciones 32 que corresponde al área de carga parcial está configurado como un rango muy amplio. En el rango de número de revoluciones entre el número de revoluciones de acoplamiento n_k y el número límite de revoluciones n_G el punto de encendido es constante cuando el motor se utiliza con un número de revoluciones dentro del rango de número de revoluciones 32. Por eso en la carga parcial se consigue un funcionamiento estable del motor de combustión interna 15. Al ajustar el punto de encendido ZZZP₁ de forma constante en un punto de encendido comparativamente tardío ZZZP₁ hasta el número límite de revoluciones n_G , es posible mantener un funcionamiento estable del motor de combustión interna 15 con variaciones pequeñas en el número de revoluciones.

Se ha demostrado que en el paso del rango de número de revoluciones 32 al rango de número de revoluciones 33 se pueden producir vibraciones a causa del ajuste repentino del punto de encendido ZZZP desde el primer punto de encendido ZZZP₁ hasta el segundo punto de encendido ZZZP₂ en el número límite de revoluciones n_G .

Especialmente en dispositivos de trabajo con un tubo de guía 3, como la desbrozadora mostrada en la figura 1, estas vibraciones pueden hacer oscilar todo el tubo de guía 3. Esto no es deseable. Para disminuir o evitar las vibraciones se ha previsto, como se indica en la figura 5 con la línea discontinua 39, que al acelerar traspasando el número límite de revoluciones n_G , es decir cuando el número de revoluciones cambia del rango de número de revoluciones 32 para la carga parcial al rango de número de revoluciones 33 para la carga completa, el punto de encendido ZPP no cambie repentinamente del primer punto de encendido ZPP₁ al segundo punto de encendido ZPP₂, sino que se lleve a cabo a lo largo de la flecha 40 un ajuste en función del tiempo, especialmente gradual desde el primer punto de encendido ZPP₁ al segundo punto de encendido ZPP₂. El ajuste en función del tiempo se realiza ventajosamente hasta que el punto de encendido ZPP alcance el segundo punto de encendido ZPP₂ o hasta que el número de revoluciones abandone el rango de número de revoluciones 33 para la carga completa.

El ajuste progresivo del punto de encendido ZPP puede comenzar inmediatamente después de traspasar el número límite de revoluciones n_G . Sin embargo, es preferible que el ajuste del punto de encendido desde el primer punto de encendido ZPP₁ al segundo punto de encendido ZPP₂ se retrase. Para esto se puede prever que el ajuste del punto de encendido comience cuando se haya traspasado un número de revoluciones de activación n_A por encima del número límite de revoluciones n_G . Esto se muestra esquemáticamente en la figura 5. Alternativamente o adicionalmente puede comenzar el ajuste del punto de encendido ZPP desde el primer punto de encendido ZPP₁ hasta el segundo punto de encendido ZPP₂ cuando haya transcurrido un tiempo predeterminado, especialmente cuando hayan transcurrido un número predeterminado de ciclos de motor después de traspasar el número límite de revoluciones n_G . El ajuste del punto de encendido dependiente del tiempo impide una caída y traspaso repetido y consecutivo del número límite de revoluciones n_G y la consecuente formación de vibraciones. Debido a que cuando se excede el número límite de revoluciones n_G tiene lugar un ajuste del punto de encendido en función del tiempo, para evitar un salto del punto de encendido entre el rango de carga parcial y el rango de carga completa, no es necesaria un área de aumento lineal de la curva de tiempo de encendido entre el rango de carga parcial y el rango de carga completo. Así se permite para la carga completa un rango amplio de número de revoluciones 33 con un punto de encendido ZPP temprano y para la carga parcial un rango amplio de número de revoluciones 32 con un punto de encendido ZPP tardío.

La figura 6 muestra esquemáticamente el recorrido del número de revoluciones n y del punto de encendido ZPP a lo largo del tiempo t . Para mayor claridad, se muestran los rangos de número de revoluciones 30, 31, 32, 33 y 34 en la figura 6 en el lado derecho del diagrama. En un primer momento t_1 se arranca el motor de combustión interna 15. El número de revoluciones aumenta hasta un segundo momento t_2 . Para el arranque el número de revoluciones se encuentra en el rango de número de revoluciones 30. Al aumentar el número de revoluciones n , el punto de encendido ZPP se controla ventajosamente por medio de varios parámetros de funcionamiento. En el punto t_2 se encuentra el número de revoluciones n entre el primer número de revoluciones n_1 y el número de revoluciones de acoplamiento n_K en el rango de número de revoluciones 31. En el rango de número de revoluciones 31 el punto de encendido ZPP es constante y se ajusta al tercer punto de encendido ZPP₃. En el punto t_3 el número de revoluciones n traspasa el número de revoluciones de acoplamiento n_K . En el punto t_3 el punto de encendido se ajusta al primer punto de encendido ZPP₁ del rango de número de revoluciones 32. En el punto t_4 se excede el número límite de revoluciones n_G . El punto de encendido se mantiene de momento en el primer punto de encendido ZPP₁ hasta que al seguir acelerando se traspase también el número de revoluciones de activación n_A en el punto t_5 . Solo en el punto t_5 se ajusta el punto de encendido ZPP del primer punto de encendido ZPP₁ al segundo punto de encendido ZPP₂. Alternativamente se puede ajustar el punto de encendido una vez transcurrido un tiempo predeterminado, que puede corresponderse al tiempo entre los puntos t_4 y t_5 . Como muestra la línea discontinua 41 este ajuste no se realiza de forma repentina, sino de forma paulatina, hasta que se alcance el segundo punto de encendido ZPP₂, en el ejemplo indicado en forma de una rampa lineal. En lugar de la rampa, mostrada con una línea discontinua 42. En lugar de la rampa, mostrada con la línea 42, se puede proporcionar cualquier otro recorrido del punto de encendido ZPP durante el ajuste del punto de encendido ZPP desde el primer punto de encendido ZPP₁ hasta el segundo punto de encendido ZPP₂.

En el punto t_6 cae el número de revoluciones n por debajo del número límite de revoluciones n_G y el punto de encendido se ajusta repentinamente del segundo punto de encendido ZPP₂ al primer punto de encendido ZPP₁, como se muestra en la figura 6 con la línea continua. En el punto t_7 se excede de nuevo el número de revoluciones de activación n_A y el punto de encendido ZPP se ajusta progresivamente del primer punto de encendido ZPP₁ al segundo punto de encendido ZPP₂. En el punto t_8 se traspasa el segundo número de revoluciones n_2 y se reduce el número de revoluciones. Para esto se ajusta el punto de encendido ZPP a un cuarto punto de encendido ZPP₄ comparativamente más "atrasado". En el ejemplo de realización se encuentra el cuarto punto de encendido ZPP₄ entre el primer punto de encendido ZPP₁ y el tercer punto de encendido ZPP₃. La reducción también se puede realizar de distinta forma. En el punto t_9 el número de revoluciones cae otra vez por debajo del número de revoluciones n_2 y el punto de encendido ZPP se ajusta repentinamente al segundo punto de encendido ZPP₂ para la carga completa. En el punto t_{10} también cae el número de revoluciones por debajo del número límite de revoluciones n_G y el punto de encendido ZPP cambia repentinamente del segundo punto de encendido ZPP₂ al primer punto de encendido ZPP₁. En el punto t_{11} se apaga el motor de combustión interna 15, en particular cortocircuitando el encendido, de modo que no se produzca ningún nuevo encendido.

Se ha demostrado que, especialmente con el motor de combustión interna frío, es decir cuando la temperatura de funcionamiento del motor de combustión interna 15 está por debajo de la temperatura de funcionamiento preestablecida, el primer punto de encendido tardío ZZP_1 provoca una mala aceleración en el primer rango de número de revoluciones 32. Para evitar esto, cumpliendo con al menos un primer criterio, especialmente en caso de un funcionamiento por debajo de una temperatura de funcionamiento del motor de combustión interna predeterminado, se prevé que el punto de encendido ZZP en el rango de número de revoluciones 32 se ajuste progresivamente del segundo punto de encendido ZZP_2 al primer punto de encendido ZZP_1 , como muestra la línea 44 y la flecha 45 de la figura 7. Así se prevé que cuando hay un cambio del número de revoluciones al rango 32 de número de revoluciones, es decir cuando el número de revoluciones asciende desde el rango de número de revoluciones 31 por encima del número de revoluciones de acoplamiento n_k o cae desde el rango de número de revoluciones 33 por debajo del número límite de revoluciones n_G , inicialmente se ajuste el punto de encendido ZZP al segundo punto de encendido ZZP_2 y después se ajuste progresivamente hacia "atrasado" en el primer punto de encendido ZZP_1 , en cuanto se cumpla el primer criterio. El recorrido del punto de encendido ZZP en el rango de número de revoluciones 32 mostrado en la figura 7 con la línea continua 46 se corresponde con una conocida línea para punto de encendido ZZP, con la que no es posible un funcionamiento estable del motor de combustión interna 15 en el rango de número de revoluciones 32 con un número de revoluciones más o menos constante, ya que se producen grandes oscilaciones del número de revoluciones. Estas oscilaciones resultan de una aceleración fuerte a causa de la enérgica combustión en un punto de encendido temprano y a causa de los subsiguientes ciclos de motor sin combustión, en los cuales se interrumpe el encendido para el ajuste del número de revoluciones.

Si la temperatura de funcionamiento está por debajo de la temperatura predeterminada se ha demostrado que en el primer punto de encendido ZZP_1 del rango de número de revoluciones 32 se produce una duración de combustión demasiado corta y consecuentemente una aceleración demasiado débil. Si la temperatura de funcionamiento está por encima de la temperatura de funcionamiento predeterminada, es decir si el motor de combustión interna 15 está caliente, entonces se alcanza, como muestra la línea 46 en el rango de número de revoluciones 32, demasiada potencia en el rango de número de revoluciones 32, es decir en la carga parcial, por lo que resultan oscilaciones demasiado fuertes del número de revoluciones. Por eso el ajuste del punto de encendido desde el segundo punto de encendido ZZP_2 al primer punto de encendido ZZP_1 en varios pasos es solo ventajoso si se presenta un primer criterio predeterminado. Este primer criterio consiste ventajosamente en alcanzar una temperatura de funcionamiento predeterminada del motor de combustión interna 15.

Para calcular si el motor de combustión interna 15 ha alcanzado una temperatura de funcionamiento predeterminada se puede tener en cuenta una temperatura y/o el vencimiento de un periodo de tiempo predeterminado. Con el fin de determinar el vencimiento de un período de tiempo predeterminado, se determina ventajosamente el número de ciclos continuos del motor a partir de un evento predeterminado. Preferentemente antes de arrancar el motor de combustión interna 15 se mide la temperatura del motor de combustión interna 15 u otra temperatura del dispositivo de herramienta 1. La temperatura es especialmente la temperatura de un aparato de control como el dispositivo de control de encendido 22 del dispositivo de herramienta 1. Con ayuda de la temperatura se puede determinar al arrancar cuántos ciclos de motor serán necesarios para alcanzar la temperatura de funcionamiento predeterminada. Así pueden tenerse en cuenta los ciclos de motor a partir del arranque o los ciclos de motor por encima de un número de revoluciones predeterminado o a partir de que se exceda un número predeterminado de revoluciones, por ejemplo el número límite de revoluciones n_G . Puede ser ventajosa una medición exacta de la temperatura de funcionamiento del motor de combustión interna 15. Para ajustar el punto de encendido, sin embargo, será normalmente suficiente una estimación de la temperatura de funcionamiento. Una estimación de la temperatura de funcionamiento puede realizarse de forma sencilla, por ejemplo a partir de la temperatura de arranque y/o un número de ciclos de motor.

El ajuste del punto de encendido ZZP desde el segundo punto de encendido ZZP_2 al primer punto de encendido ZZP_1 en el rango de número de revoluciones 32 puede producirse de forma retrasada, es decir después de que el número de revoluciones ya se haya movido dentro del rango de número de revoluciones 32 en un número predeterminado de ciclos de motor. El recorrido del punto de encendido ZZP en un ajuste paulatino del segundo punto de encendido ZZP_2 al primer punto de encendido ZZP_1 se detalla esquemáticamente en la figura 6 mediante la línea 43 partiendo del punto t_6 . El ajuste del punto de encendido ZZP desde el segundo punto de encendido ZZP_2 al primer punto de encendido ZZP_1 en el rango de número de revoluciones 32 sucede ventajosamente una sola vez, en particular cuando se cumple el primer criterio predeterminado. Si en ese momento el número de revoluciones n no se encuentra dentro del primer rango de revoluciones 32, se puede prever el ajuste del punto de encendido ZZP en el primer rango de número de revoluciones 32 al primer punto de encendido ZZP_1 antes de cumplirse el primer criterio predeterminado. Si el número de revoluciones n vuelve al rango de número de revoluciones 32, después de cumplirse el primer criterio predeterminado, podrá preverse que el punto de encendido ZZP se ajuste inmediatamente al primer punto de encendido ZZP_1 .

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para el funcionamiento de un motor de combustión interna en un dispositivo de herramienta portátil, comprendiendo dicho dispositivo (1) un embrague (25) y al menos una herramienta, activándose el embrague (25) con un número de revoluciones de acoplamiento (n_k) y estando el motor de combustión interna (15) en conexión operativa con la herramienta a partir de un número de revoluciones (n) por encima del número de revoluciones de acoplamiento (n_k), comprendiendo el motor de combustión interna (15) un cilindro (16), en el que se ha dispuesto un pistón (18) de forma oscilante, activando el pistón (18) un cigüeñal (20) dispuesto de forma giratoria en una carcasa de cigüeñal (17),
10 comprendiendo el motor de combustión interna (15) un dispositivo de control de encendido (22), que establece para cada número de revoluciones (n) del motor de combustión interna (15) al menos un punto de encendido (ZZP), estableciendo el dispositivo de control de encendido (22) para cada número de revoluciones (n) de un primer rango de número de revoluciones (32) un primer punto de encendido asignado (ZZP₁) y para cada número de revoluciones (n) de un segundo rango de número de revoluciones (33), adyacente por encima al primer rango de número de revoluciones (32), un segundo punto de encendido asignado (ZZP₂), siendo cada primer punto de encendido (ZZP₁) un punto de encendido (ZZP) de una primera zona de puntos de encendido (49) y cada segundo punto de encendido (ZZP₂) un punto de encendido (ZZP) de una segunda zona de puntos de encendido (50), y encontrándose cada primer punto de encendido (ZZP₁) al menos 5° de ángulo de cigüeñal después de cada segundo punto de encendido (ZZP₂)
15 **caracterizado porque** el primer rango de número de revoluciones (32) se extiende como mínimo desde el número de revoluciones de acoplamiento (n_k) hasta el número límite de revoluciones (n_G), que es de mínimo 7000 rpm.
- 25 2. Procedimiento según la reivindicación 1
caracterizado porque el número límite de revoluciones (n_G) se corresponde como mínimo al doble del número de revoluciones de acoplamiento (n_k).
- 30 3. Procedimiento según las reivindicaciones 1 o 2
caracterizado porque el número límite de revoluciones (n_G) se encuentra entre las 7000 rpm y las 9000 rpm.
- 35 4. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 3,
caracterizado porque el primer punto de encendido (ZZP₁) y el segundo punto de encendido (ZZP₂) se diferencian en al menos 10° de ángulo de cigüeñal.
- 40 5. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 4
caracterizado porque cada zona de puntos de encendido (49, 50) abarca como máximo 8° de ángulo de cigüeñal.
- 45 6. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 5
caracterizado porque cuando aumenta el número de revoluciones (n) el punto de encendido (ZZP) en el primer rango de número de revoluciones (32) no se ajusta en el sentido de "avance".
- 50 7. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 6
caracterizado porque la curva que indica la relación entre el punto de encendido (ZZP) y el número de revoluciones (n) en el primer rango de número de revoluciones (32) es constante.
- 55 8. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 7
caracterizado porque el primer punto de encendido (ZZP₁) se encuentra en la zona de aproximadamente 10° de ángulo de cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón (18) hasta aproximadamente 40° de ángulo de cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón (18).
- 60 9. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 8
caracterizado porque el segundo punto de encendido (ZZP₂) se encuentra en la zona de aproximadamente 20° de ángulo de cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón (18) hasta aproximadamente 45° de ángulo de cigüeñal antes del punto muerto superior del pistón (18).
- 65 10. Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 9
caracterizado porque en al menos un estado de funcionamiento al cambiar de una velocidad de rotación (n) situada fuera de uno de esos rangos de velocidad de rotación (32, 33) a una velocidad de rotación (n) de dichos rangos de velocidad de rotación (32, 33), el punto de encendido (ZZP) no se ajusta repentinamente al punto de encendido (ZZP₁, ZZP₂) asignado a dichos rangos (32, 33), si no que se controla en función del tiempo hasta que se alcance el punto de encendido (ZZP₁, ZZP₂) asignado o hasta que la velocidad de rotación (n) abandone de nuevo dicho rango (32, 33).

11. Procedimiento según la reivindicación 10,
caracterizado porque el control del punto de encendido (ZZP) en función del tiempo se realiza dependiendo de un número de ciclos de motor.
- 5
 12. Procedimiento según las reivindicaciones 10 u 11
caracterizado porque una vez traspasado el número límite de revoluciones (n_G) y después de recorrer a continuación un número preestablecido de ciclos de motor en ese rango de velocidad de rotación (32, 33) se ajusta el punto de encendido (ZZP) progresivamente al punto de encendido (ZZP_1 , ZZP_2) asignado a dicho rango (32, 33).
- 10
 13. Procedimiento según las reivindicaciones 10 a 12,
caracterizado porque al cambiar la velocidad de rotación (n) del primer rango de velocidad de rotación (32) a una velocidad de rotación (n) del segundo rango de velocidad de rotación (33) al menos en una situación de funcionamiento, el momento de encendido (ZZP) se ajusta en función del tiempo partiendo del primer momento de encendido (ZZP_1) en el sentido de "avance" hasta que se alcance el segundo momento de encendido (ZZP_2) o que la velocidad de rotación (n) abandone el segundo rango de velocidad de rotación (33).
- 15
 14. Procedimiento según la reivindicación 13
caracterizado porque el ajuste del momento de encendido (ZZP) en función del tiempo, durante un cambio de una velocidad de rotación (n) del primer rango de velocidad de rotación (32) a una velocidad de rotación (n) del segundo rango de velocidad de rotación (33) se realiza en cada estado de funcionamiento.
- 20
 15. Procedimiento según las reivindicaciones 10 a 14
caracterizado porque durante un cambio de una velocidad de rotación (n) situada fuera del primer rango de velocidad de rotación (32) a una velocidad de rotación (n) de dicho primer rango de rotación (32), cuando se cumple al menos el primero de los criterios preestablecidos, el punto de encendido (ZZP) se ajusta en función del tiempo partiendo del segundo momento de encendido (ZZP_2) en el sentido de "atrasado" hasta que se alcance el primer momento de encendido (ZZP_1) o que la velocidad de rotación (n) abandone el primer rango (32).
- 25
 16. Procedimiento según la reivindicación 15
caracterizado porque el primer criterio preestablecido consiste en que se alcance una temperatura del dispositivo de herramienta (1) y/o que se cumpla un número predeterminado de ciclos de motor después de un evento predeterminado, siendo dicho evento en particular el arranque del motor de combustión interna (15) o que se alcance una velocidad de rotación (n) por primera vez.
- 30
 17. Procedimiento según una de las reivindicaciones 14 a 16
caracterizado porque si se cumple al menos un segundo criterio preestablecido, el momento de encendido (ZZP) se ajusta repentinamente al primer momento de encendido (ZZP_1) al producirse un cambio de una velocidad de rotación (n) situado fuera del primer rango de velocidad de rotación (32) a una velocidad de rotación (n) de dicho primer rango de velocidad de rotación (32).
- 35
 18. Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 17
caracterizado porque el segundo rango de velocidad de rotación (33) se corresponde al rango de carga completa.
- 40
 45

Fig. 1

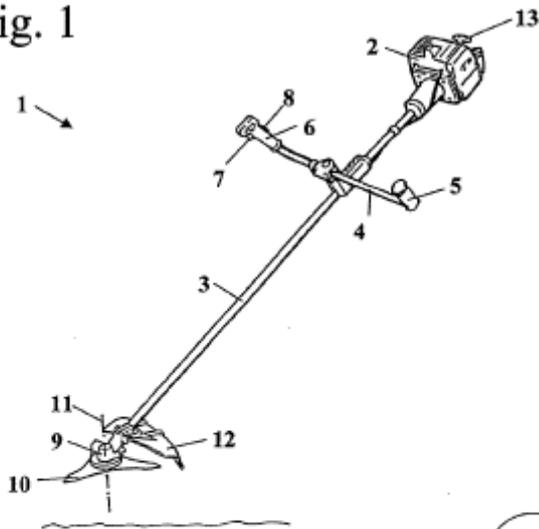


Fig. 2

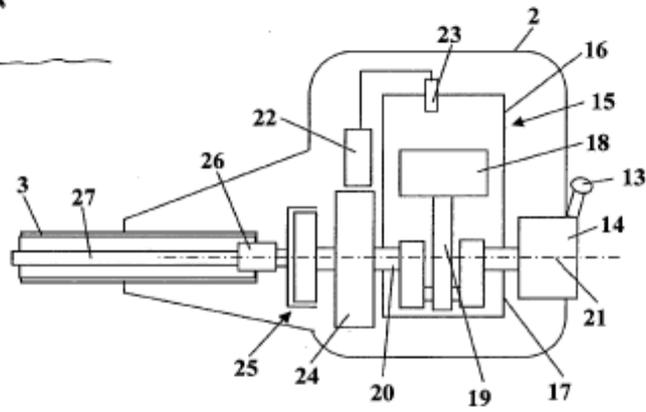


Fig. 3

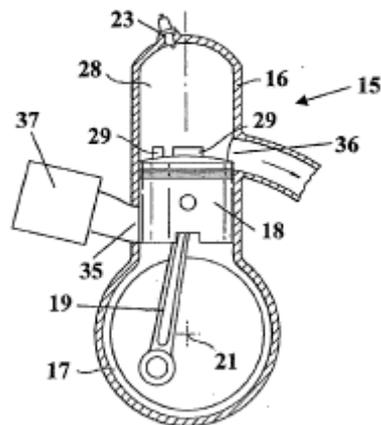


Fig. 4

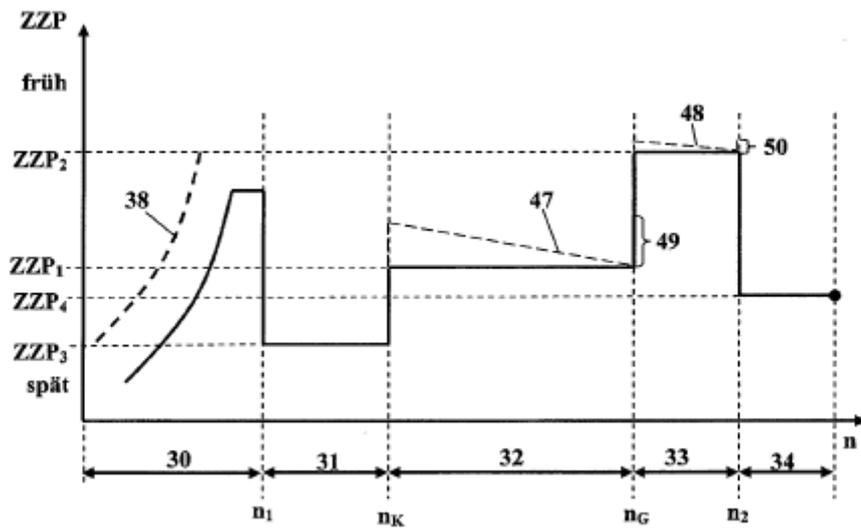


Fig. 5

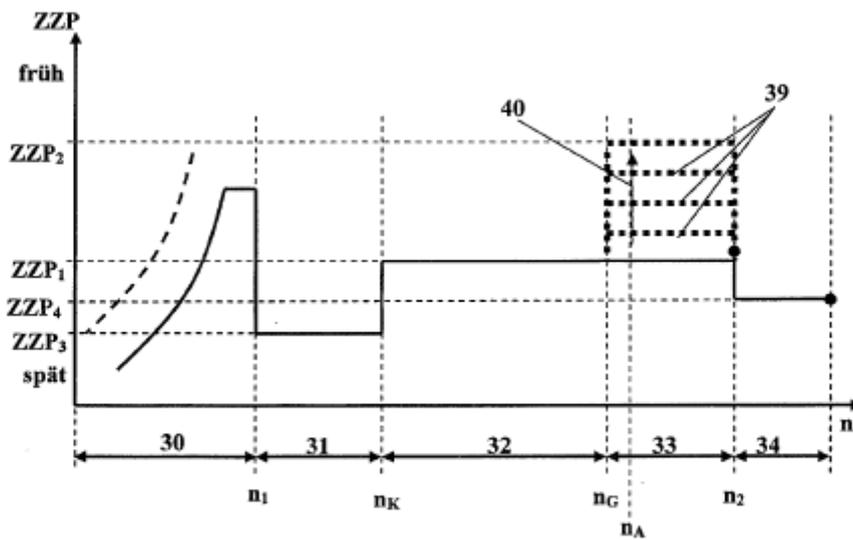


Fig. 6

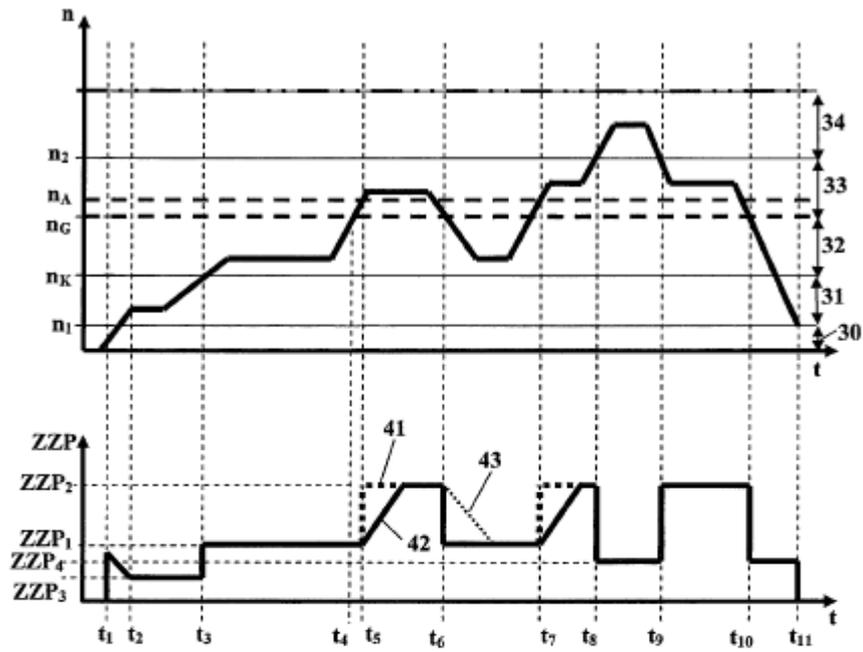


Fig. 7

