



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 289 218**

51 Int. Cl.:
F02D 41/04 (2006.01)
F02N 11/08 (2006.01)
B60K 6/04 (2006.01)
F02N 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **03020322 .8**
86 Fecha de presentación : **09.09.2003**
87 Número de publicación de la solicitud: **1457652**
87 Fecha de publicación de la solicitud: **15.09.2004**

54

Título: **Procedimiento y dispositivo de control para el control de un motor de combustión interna en un modo de funcionamiento de arranque/parada.**

30

Prioridad: **10.03.2003 DE 103 10 301**

73

Titular/es: **ROBERT BOSCH GmbH**
Postfach 30 02 20
70442 Stuttgart, DE

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.02.2008

72

Inventor/es: **Ackermann, Manfred;**
Rechberger, Klaus y
Ahner, Peter

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.02.2008

74

Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 289 218 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).

ES 2 289 218 T3

DESCRIPCIÓN

Procedimiento y dispositivo de control para el control de un motor de combustión interna en un modo de funcionamiento de arranque/parada.

5 Por modo de funcionamiento de arranque/parada se entiende una desconexión automática y un re arranque del motor de combustión interna a temperatura de servicio, por ejemplo, al parar en un semáforo.

10 Para disminuir el consumo de combustible y para mejorar la potencia eléctrica del sistema de red de a bordo y el comportamiento de arranque en el modo de funcionamiento de arranque/parada, se han desarrollado en los últimos años unos sistemas que integran generadores-arrancadores en el cigüeñal (abreviatura en alemán ISG), así como generadores-arrancadores con transmisión por correa (RSG). Por ejemplo, por la DE 199 41 705 A1 se conoce un generador-arrancador de correa.

15 Estos sistemas de desarrollo actual sólo disponen en el modo de funcionamiento de arranque/parada, especialmente con una tensión de red de a bordo de 12 V, de un momento de inercia bajo en el cigüeñal en comparación con los sistemas de arranque convencionales con arrancadores eléctricos separados. Además, con el diseño del RSG o del ISG con reducción de corriente se consigue, en comparación con el sistema de arranque convencional, sólo un momento de arranque máximo relativamente bajo a velocidad cero.

20 Los dos efectos provocan una fuerte dependencia del comportamiento de arranque de la posición final de equilibrio del motor de combustión. En este caso, por posición final de equilibrio del motor de combustión interna se entiende la posición angular del cigüeñal que se ajusta en el estado de reposo del motor de combustión. Por tanto, la necesidad de un momento de arranque para una primera área de ángulo de giro y de tiempo es claramente superior a la de la fase de giro posterior.

25 En función de la posición final de equilibrio del motor de combustión interna y de la construcción del motor de combustión interna (diesel, Otto, inyección en colector de admisión, inyección directa de gasolina, estructura de los sensores de número de revoluciones y del dispositivo de control), existen ángulos de giros muy diferentes que sólo puede vencer el sistema de arranque antes de la acción del apoyo de momentos de giro de motores de combustión interna. Los valores típicos del ángulo de giro en el sistema actual de motores de combustión interna son de 360° a 540°.

30 En este contexto, la invención trata de un procedimiento para el control de un motor de combustión interna en un modo de funcionamiento de arranque/parada, por el que el cigüeñal del motor de combustión interna se controla en una parada del motor de combustión interna mediante medidas internas y/o externas del motor en un área angular definida, a partir de la cual el motor de combustión interna puede arrancarse más rápidamente en un siguiente arranque.

35 Además, la presente invención trata de un dispositivo de control para un motor de combustión interna que presenta, al menos, un transductor de régimen de giro para el registro del número de revoluciones del cigüeñal del motor de combustión interna y un medio para influir en la energía potencial del motor de combustión interna al parar dicho motor de combustión interna, donde el dispositivo de control controla el funcionamiento del motor de combustión interna. En este caso, por energía potencial del motor de combustión interna se entiende la suma de la energía de rotación de sus ejes, la energía cinemática de su pistón y la biela y la suma de la energía de presión de las cargas de la cámara de combustión comprimidas.

Estado de la técnica

40 Este tipo de procedimiento y de dispositivo de control se conoce por la DE 100 30 001 A1. Según este documento, el cigüeñal gira a la posición deseada predefinible al parar o después de parar el motor de combustión interna. El par de giro para el giro del cigüeñal debe aplicarse mediante dispositivos de ajuste activos o pasivos; donde los arrancadores, generadores-arrancadores y los motores eléctricos adicionales que actúan en el cigüeñal, como aquellos que son comunes en los vehículos híbridos, son ejemplos de dispositivos de ajuste activos. Como alternativa, deben descargarse los impulsos de inyección y de encendido especiales que provocan la combustión en los cilindros de la máquina de combustión interna, que, por su parte, genera justamente el par de giro necesario para que la máquina de combustión se mueva a la posición deseada. Otra alternativa consiste en un control de válvula de cambio de gases variable que puede inducir un par de giro durante un control adecuado.

45 En un primer procedimiento revelado por este documento, se espera la parada del motor durante la marcha del motor de combustión interna, después de finalizar la inyección regular. A continuación, se controla activamente el dispositivo de ajuste para desplazar la máquina de combustión o el cigüeñal de la máquina de combustión a la posición angular deseada definida previamente por el dispositivo de control. Como alternativa, el dispositivo de ajuste ya interviene durante la marcha en inercia del motor de combustión interna y lo desplaza a la posición angular deseada definida previamente por el dispositivo de control del motor hasta que lo detiene.

50 Otro procedimiento conocido por el presente documento consiste en el funcionamiento mediante el encendido y la inyección del motor de combustión, por ejemplo, un motor Otto. Siempre se interviene cuando pueda preverse durante la marcha, observando las señales de ángulo de un sensor de número de revoluciones que funciona de manera inductiva

ES 2 289 218 T3

y explora los dientes de una rueda transmisora del cigüeñal, que el motor se parará según un ángulo definido y que este ángulo definido no corresponde a la posición de marcha en inercia deseada.

Esta intervención tiene lugar en dos procedimientos. Para desplazar hacia delante el motor en la dirección de la posición deseada, se inyecta ante de la fase de compresión y se enciende cerca del punto muerto superior de encendido. Alternativa o complementariamente se inyecta entonces una pequeña cantidad de combustible cuando el cigüeñal del motor de combustión se encuentra poco antes de la posición deseada y se enciende antes del punto muerto superior de encendido para generar un impulso de frenado. Después de una posible rotación inversa, el cigüeñal del motor de combustión debe pararse en la posición angular deseada.

Por tanto, el presente documento describe cualitativamente las distintas posibilidades de intervención. Sin embargo, no proporciona ninguna información sobre el modo ni los criterios para poder determinar las intervenciones. Pero debido a la gran variedad de posiciones de equilibrio posibles para un motor de combustión interna, se requiere determinar de la manera más exacta posible los impulsos de corrección necesarios.

Ante estos hechos, la función de la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento y un dispositivo de control para mejorar el comportamiento de arranque de un motor de combustión interna en un modo de funcionamiento de arranque/parada, que consiga evitar las posiciones de equilibrio desfavorables mediante un procedimiento sencillo y económico y, de este modo, ofrecer ciertos criterios para la determinación exacta de las intervenciones de corrección que deben llevarse a cabo.

Esta función se soluciona con un procedimiento del tipo nombrado al principio, el cual comprende los siguientes pasos:

- a) Registro del número de revoluciones del cigüeñal al parar el motor de combustión interna
- b) Detección de dos extremos sucesivos del mismo tipo del número de revoluciones,
- c) Cálculo de un tercer extremo del mismo tipo que sigue directamente al segundo extremo,
- d) Cálculo de la energía potencial previsible del motor de combustión interna en el tercer extremo,
- e) Corrección de la energía potencial del motor de combustión interna si la energía potencial calculada para el tercer extremo puede prever una posición final de equilibrio desfavorable del motor de combustión interna.

En cuanto al dispositivo de control del tipo nombrado al principio, la función se soluciona de manera que el dispositivo de control controle el motor de combustión interna según este tipo de procedimiento.

Ventajas de la invención

Con estas características, se soluciona por completo la función de la invención. En concreto, estas características permiten la determinación exacta de la posición final de equilibrio del cigüeñal sin sensores adicionales, que es previsible sin intervenciones de corrección, ya que de todos modos existen transductores de régimen de giro para el control del motor de combustión interna en su cigüeñal y/o en su árbol de levas y/o para el control de un generador-arrancador de correa potencial en un eje del generador. Además, gracias a estas características, se prepara un algoritmo de análisis sencillo y económico para el cálculo de posiciones finales de equilibrio críticas del cigüeñal. Las intervenciones de corrección necesarias, que conducen a la modificación de la energía potencial del motor de combustión interna, pueden realizarse como toma de energía y como suministro de energía, lo que aporta la gran flexibilidad deseada a las intervenciones de corrección mediante generadores-arrancadores, generadores y/o medidas de motor de combustión interna.

Un acondicionamiento preferible prevé que el paso e) comprenda los siguientes pasos:

- f) Determinación de si la energía potencial previsible está en un primer intervalo donde se prevea una posición final de equilibrio favorable del cigüeñal o si la energía potencial está en otro intervalo donde se prevea una posición final de equilibrio desfavorable del cigüeñal, y
- g) Corrección de la energía potencial del motor de combustión interna mediante medidas internas o externas del motor si la energía potencial previsible del motor de combustión interna está en un segundo intervalo.

Este acondicionamiento aprovecha que el algoritmo de análisis indicado más arriba también ofrezca una medida para la energía motriz que puede suministrarse al cigüeñal en un área angular de giro determinado para conseguir eficazmente la posición final de equilibrio deseada.

Además, se prefiere que el paso b) se realice cuando el número de revoluciones del motor de combustión interna no alcance un valor umbral determinado previamente.

ES 2 289 218 T3

Este acondicionamiento tiene la ventaja de realizar el algoritmo de análisis una vez que pueda preverse la parada del motor de combustión interna debido al régimen de giro bajo del motor de combustión interna y de la disminución de la energía potencial correspondiente en las sucesivas revoluciones. De este modo, se hace uso de la capacidad de cálculo del dispositivo de control sólo en el breve intervalo de tiempo de las últimas revoluciones. La invención tiene la ventaja especial de que el algoritmo es tan sencillo que permite realizar los cálculos necesarios sin problemas y en tiempo real durante este breve intervalo de tiempo.

Además se prefiere que la corrección de la energía potencial tenga lugar entre el segundo y el tercer mínimo del número de revoluciones.

Se ha demostrado que el efecto de las intervenciones de corrección en esta área de ángulo de giro puede determinarse adecuadamente con anterioridad de manera que el efecto tenga como resultado una buena dosificación y una alta precisión. Pero también pueden utilizarse en principio las intervenciones de corrección según el tercer mínimo. Empleando la mínima en lugar de la máxima se aprovecha ventajosamente la circunstancia de que la posición de la mínima se representa más claramente en la señal de velocidad que la posición de la máxima.

Preferiblemente la corrección se realiza mediante un impulso de energía de frenado.

Este acondicionamiento permite ventajosamente alcanzar rápidamente la parada del motor de combustión interna en un área angular del cigüeñal determinada previamente. Sin embargo, puede alcanzarse el área angular del cigüeñal determinada previamente con un impulso de energía de aceleración.

Además se prefiere que la pérdida de energía media se determine entre dos mínimos sucesivos y el impulso de corrección se predetermine de manera que el valor absoluto de la energía corregida del motor de combustión interna en el último recorrido del punto muerto superior corresponda a la mitad de la pérdida de energía media.

Este acondicionamiento ofrece una determinación cuantitativa sencilla y económica de los impulsos de corrección necesarios. Se ha demostrado que justo este procedimiento de cálculo sencillo permite alcanzar eficazmente la posición final de equilibrio deseada.

Otro acondicionamiento se caracteriza porque el número de revoluciones del cigüeñal se registra en un eje de un generador-arrancador acoplado al cigüeñal con una relación de multiplicación conocida.

Este acondicionamiento tiene la ventaja de que, de todos modos, para la regulación y/o el control del generador-arrancador pueden emplearse las estructuras de hardware y software existentes para la realización del procedimiento según la invención. Las ventajas son similares si se emplean otros transductores de régimen de giro, por ejemplo, los del cigüeñal y/o el árbol de levas del motor de combustión interna.

También se prefiere que el impulso de corrección se realice mediante el control de un generador-arrancador o de un generador acoplado al cigüeñal con una relación de multiplicación conocida.

Los impulsos de corrección calculados permiten la dosificación exacta con este tipo de dispositivos eléctricos, por lo que existe la ventaja de la exactitud de la dosificación del efecto de un impulso de corrección.

Otro acondicionamiento preferible prevé que, para el cilindro que se encuentra en la posición final de equilibrio del motor de combustión interna en la fase de compresión, se realice antes una inyección con la válvula de admisión abierta del cilindro correspondiente.

Mediante esta medida, se consigue mejorar el comportamiento de arranque de un motor de combustión interna en el modo de funcionamiento de arranque/parada sin aumentar el tamaño de los dispositivos eléctricos implicados y/o tener que manejarlos con corrientes de fase más elevadas. Por tanto, por la influencia del equilibrio según los acondicionamientos anteriores y la inyección previa, se consigue que el requerimiento de los momentos del sistema de arranque sea inferior. De este modo, también pueden lograrse momentos de apoyo del motor de combustión interna después de 100 a 120 grados aprox. en los motores de combustión interna con inyección en colector de admisión, de modo que los intervalos de tiempo entre el arranque del motor de combustión hasta que aparezcan las primeras aportaciones de par de giro de apoyo se reduzcan de 500 a 800 ms hasta 200 a 300 ms. Esta medida también se considera, en relación con las características del concepto general de la reivindicación 1, una invención independiente que permite un arranque rápido en un sistema de arranque/parada siempre que el margen de fluctuación de las cargas de la cámara de combustión se mantengan en unos límites estrechos, lo que es posible gracias a la limitación del margen de fluctuación de las aceleraciones angulares durante la marcha en inercia del motor de combustión interna con las características del concepto general de la reivindicación 1.

Además se prefiere que el dispositivo de control controle el motor de combustión interna según al menos uno de los acondicionamientos preferibles nombrados anteriormente.

Las demás ventajas resultan de la descripción y de las ilustraciones adjuntas.

Se entiende que las características nombradas anteriormente y las que se describirán a continuación no sólo pueden utilizarse en la combinación indicada, sino también en cualquier otra combinación y en una posición única manteniéndose en el marco de la presente invención.

5 Ilustraciones

Los ejemplos de modelo de la presente invención se representan en las ilustraciones y se describen detalladamente a continuación. Éstas muestran:

10 Fig. 1 un esquema de un corte de una vista delantera de un motor de combustión;

Fig. 2 un esquema del campo técnico de la invención en una primera disposición de un generador-arrancador;

15 Fig. 3 el cálculo de distintos cursos del régimen de giro del cigüeñal y de un momento de suspensión elástica por gas de un motor de combustión interna a través del ángulo del cigüeñal al parar el motor de combustión interna;

Fig. 4 áreas de potenciales energéticos del motor de combustión interna que conducen a posiciones finales de equilibrio desfavorables del cigüeñal;

20 Fig. 5 el cálculo de distintos cursos del régimen de giro del cigüeñal y de un momento de suspensión elástica por gas según la fig. 3 para un caso típico de equilibrio del motor de combustión interna;

25 Fig. 6 el cálculo de cursos temporales del número de revoluciones del motor de combustión interna durante el arranque según el estado de la técnica y según distintos acondicionamientos de la invención y Fig. 7 un acondicionamiento del campo técnico de la invención con una segunda disposición de un generador-arrancador.

Descripción de los ejemplos de aplicación

30 El número 10 de la figura 1 señala un corte parcial de una vista general de un motor de combustión interna 12. El motor de combustión interna 12 muestra una cámara de combustión 14 que obtura un pistón 16 de manera móvil. La carga de la cámara de combustión 14 se realiza mediante la aspiración de aire o de una mezcla de combustible/aire a través de una válvula de admisión 18 abierta desde un colector de admisión 20, mientras un pistón 16 avanza hacia abajo. La figura 1 muestra una válvula de inyección 22 dispuesta en el colector de admisión 20; por tanto, la representación de la figura 1 hace referencia a un motor de combustión interna 12 con una inyección en colector de admisión. Sin embargo, la invención puede realizarse en un motor de combustión interna 12 con una inyección directa de combustible en la cámara de combustión 14.

40 La mezcla de combustible/aire que está en una válvula de admisión 18 cerrada en la cámara de combustión 14 se enciende mediante una bujía 24. Los gases residuales que resultan de la combustión de la carga de la cámara de combustión se expulsan a través de una válvula de escape 26 y un conducto de gases de escape 28. La válvula de admisión 18 y la válvula de escape 26 se accionan mediante los accionadores 30 y 32 que pueden funcionar como árboles de levas o como accionadores completamente variables en una base electromagnética, electrohidráulica o electropneumática. Por la disposición de una bujía 24 y de una válvula de inyección 22, la representación de la figura 1 corresponde a un motor Otto. Sin embargo, la invención no está limitada a la aplicación en un motor Otto, sino que puede emplearse también en un motor diesel, que no necesita bujía 24 y en el que se inyecta directamente el combustible en la cámara de combustión 14.

50 En un motor Otto, la masa de la carga de la cámara de combustión 14 puede cambiarse por una válvula de mariposa 34 que es accionada por un dispositivo de control 36 mediante un accionador de válvula de mariposa 35. Por supuesto, la presente invención no sólo puede realizarse mediante un control variable de la válvula de admisión 18 en un control de la carga. Al emplear un motor diesel, también podrían suprimirse la válvula de mariposa 34 y el accionador de la válvula de mariposa 35 ya que se sabe que estos motores pueden funcionar sin estrangulación.

55 El funcionamiento del motor de combustión interna 12 es controlado por el dispositivo de control 36, el cual procesa al menos las señales de una sonda de caudal de aire 38 y de un transductor de régimen de giro 40 que proporciona una posición en el área angular del mecanismo de biela-manivela del cigüeñal 42 y la biela 44. En los mecanismos de válvula mecánicos, puede evaluarse alternativa o complementariamente la señal de un transductor angular de árbol de levas. La figura 1 muestra el cigüeñal 42 en una posición de 90° después del punto muerto superior del cambio de carga.

60 En un modo de funcionamiento de arranque-parada del motor de combustión interna 12, el comportamiento de re arranque del motor de combustión interna 12, es decir, la velocidad a la que aumenta el número de revoluciones del motor de combustión interna 12 al arrancar, depende en gran medida de la posición final de equilibrio del cigüeñal 42 al parar con anterioridad el motor de combustión interna 12. En los estudios estadísticos se ha demostrado que, en un motor de combustión interna 12 a temperatura de servicio, las posiciones finales de equilibrio del cigüeñal 42 aparecen en un margen de 70 a 110° después del punto muerto superior, esto es, por ejemplo, en una posición simétrica al punto muerto superior e inferior del movimiento del pistón con una probabilidad del 80% aprox. Por el contrario,

ES 2 289 218 T3

se ha demostrado una probabilidad estadística del 18% aprox. para las posiciones finales de equilibrio del cigüeñal 42 entre 20 y 70° después del punto muerto superior o entre 110 y 150° después del punto muerto superior. Pero las posiciones que están cerca de los puntos muertos superiores e inferiores, por ejemplo, en el margen entre 150° y 200° después del punto muerto superior, aparecen sólo con una probabilidad inferior al 2% aprox.

También se ha demostrado que, en el rearranque, que tiene lugar a partir de las posiciones en el margen de 70 a 110° después del punto muerto superior, aparecen condiciones favorables de arranque en comparación, mientras que en un rearranque a partir de una posición cercana al punto muerto superior o inferior aparecen condiciones desfavorables de arranque. De este modo, se ha demostrado que, al aumentar el número de revoluciones igual de rápido después de un arranque, sólo se necesita del 65 al 75% del par de giro, que se requiere para el arranque desde una posición de punto muerto superior o inferior cuando se arranque desde una posición final de equilibrio del cigüeñal más favorable.

La figura 2 muestra el campo técnico de la invención en el que pueden ajustarse las posiciones finales de equilibrio favorables del cigüeñal 42 al parar el motor de combustión interna 12. Para ello, el cigüeñal 42 apoyado en cojinetes 46 está acoplado en el esquema de la vista lateral en la figura 2 a una rueda transmisora 48 que colabora con el transductor de régimen de giro 40. La rueda transmisora 48 muestra, por ejemplo, 60-2 dientes ferromagnéticos que detecta un sensor inductivo 40. La señal de salida del sensor inductivo 40 proporciona una imagen de la posición angular del cigüeñal 42 cuya precisión se determina por el número de dientes. El orificio definido por los dos dientes que faltan corresponde, por ejemplo, a una posición de punto muerto superior del cigüeñal 42 que se forma en la señal del transductor de régimen de giro 40 y, con ello, permite el inicio de la determinación del ángulo después de cada vuelta del cigüeñal 42. Según la invención, el curso del régimen de giro al parar el motor de combustión interna 12 se evalúa en el dispositivo de control 36 y se ve influido por intervenciones de ajuste de manera que se consiga una posición final de equilibrio favorable del cigüeñal 42 para un rearranque.

Como ya se mencionó al principio, para este fin puede influirse en el comportamiento de marcha en inercia del motor de combustión interna 12 mediante medidas internas del motor, es decir, por ejemplo, mediante la activación modificada de inyecciones y encendidos respecto al funcionamiento normal. Como alternativa o complementariamente también pueden establecerse momentos de aceleración y/o frenado en forma de impulsos en el cigüeñal 42.

En la representación de la figura 2, se controla para este fin un generador-arrancador 50 mediante un dispositivo de control 36. El generador-arrancador 50 carga una batería de vehículo 52 en el funcionamiento normal. Para establecer un momento de frenado definido en el cigüeñal 42 para el control de la marcha en inercia del motor de combustión interna 12, puede preverse, por ejemplo, un conmutador 54 que se acciona mediante un dispositivo de control 36 y que permite que la corriente de carga del generador-arrancador 50 fluya en caso necesario a través de la carga eléctrica definida, por ejemplo, una resistencia de carga 56. Por el contrario, si quiere un momento de aceleración, el dispositivo de control 36 controla el generador-arrancador 50 de la manera correspondiente, de modo que éste no reduzca el par de giro del cigüeñal 42 como generador sino que establezca el par de giro en el cigüeñal como arrancador. Para completar la estructura de la figura 2, se muestra también un bloque 58 que representa el resto de tramo de accionamiento del mecanismo de transmisión y los ejes sucesivos, por ejemplo, los ejes hasta las ruedas en un vehículo.

Antes de la descripción del procedimiento según la invención, se describen a continuación, respecto a la figura 3, las relaciones físicas entre el momento de suspensión elástica por gas (curva 62) inducido en los cilindros (sin inyecciones ni encendidos) y el curso del régimen de giro (curva 60) que se ajusta durante la marcha en inercia del motor de combustión interna 12. En este caso, la representación hace referencia a un motor de cuatro tiempos y de cuatro cilindros en el que las posiciones de ángulo de $540^\circ + n \cdot 180^\circ$ con una integral n , corresponden a las posiciones de punto muerto superior o inferior del cigüeñal del motor. Esto es válido del mismo modo para la figura 5. La figura 3 muestra el caso excepcional de la marcha en inercia del motor de combustión interna 12, en el que el motor de combustión interna 12 se para casi exactamente en una posición de punto muerto superior con un ángulo de giro de 1080° KW (ángulo del cigüeñal) si ningún movimiento de oscilación.

En este caso, el momento de suspensión elástica por gas corresponde al par de giro que ejerce la carga de gas de la cámara de combustión 14 a través del pistón 16 y la biela 44 en el cigüeñal 42. Aquí el momento de suspensión elástica por giro es mayor que cero si el gas de la cámara de combustión 14 se libera durante la marcha hacia abajo del pistón 16 y se acciona el pistón 16. De la manera correspondiente, será inferior a cero cuando el gas en la cámara de combustión 14 se comprime mediante el pistón 16 que marcha hacia arriba. En las áreas angulares del cigüeñal, en las que el momento de suspensión elástica por gas es inferior a 0, tiene lugar una acción de frenado, por lo que disminuye la velocidad del cigüeñal 42 mientras que, en las áreas angulares del cigüeñal en las que es mayor a 0, aumenta la velocidad.

En el marco de un acondicionamiento de la presente invención, se registra el curso del régimen de giro 60 del cigüeñal 42 mediante un transductor de régimen de giro 40. Al parar el motor de combustión interna, cuando el número de revoluciones disminuye 500 revoluciones por minuto aprox., se transmiten dos mínimas de número de revoluciones P1 y P2 sucesivas a partir del curso de régimen de giro 60. En la evaluación de estas mínimas de número de revoluciones P1, P2 sucesivas, se ha demostrado que la diferencia de los cuadrados de dos mínimas de número de revoluciones sucesivas se mantiene casi constante. El equivalente energético correspondiente puede expresarse mediante la disminución de la energía de rotación $0,5 \times J \times (\omega_1^2 - \omega_2^2)$ y la integral de la energía de arrastre $\Delta\varphi \times M_{\text{Schlepp}}$ (momento de arrastre). En este caso, los momentos de arrastre contienen los momentos de fricción y las pérdidas de proceso del motor de combustión interna 12. M_{Schlepp} define el momento de arrastre; $\Delta\varphi$, la diferencia

ES 2 289 218 T3

angular del cigüeñal entre dos mínimas P1, P2 sucesivas; J, el momento de inercia del motor de combustión interna 12; y ω_1 o ω_2 , las velocidades angulares del cigüeñal 42 en la primera mínima de velocidad P1 y en la segunda mínima de velocidad P2 respectivamente.

5 Ya que la diferencia de los cuadrados de dos mínimas de número de revoluciones sucesivas se mantiene casi constante, puede calcularse por adelantado una tercera mínima de número de revoluciones P3 después de registrar dos mínimas de número de revoluciones P1, P2. En este caso, la ventana de observación del número de revoluciones se selecciona preferiblemente de manera que la segunda mínima de número de revoluciones P2 o la tercera mínima de número de revoluciones P3 corresponda al último paso del punto muerto superior antes del equilibrio. A partir del
10 comportamiento de la energía potencial del motor de combustión interna en el régimen de giro del último paso del punto muerto superior para la diferencia de las energías potenciales en los regímenes de giro en el último y penúltimo punto muerto superior, puede calcularse un valor de previsión para la posición final de equilibrio del cigüeñal 42.

15 Además, puede calcularse la cantidad de energía a partir del comportamiento de la energía potencial del motor de combustión interna 12 en el régimen de giro del último paso del punto muerto superior para la diferencia de la energía potencial del motor de combustión 12 en el último y penúltimo paso del punto muerto superior. Esta cantidad de energía debe suministrarse o evacuarse para alcanzar una posición final de equilibrio del cigüeñal 42 en un área angular del cigüeñal que favorezca el siguiente re arranque. Como ya se mencionó, el margen de 90° aprox. después del punto muerto superior, especialmente el margen de 70° a 110° después del punto muerto superior, favorece especialmente el
20 siguiente re arranque.

El comportamiento para el control de la posición final de equilibrio óptimo del cigüeñal 42 finaliza ahora de modo que, después de determinar los regímenes de giro P1, P2, ya se ha calculado previamente el régimen de giro P3 y, entre P2 y P3, ya se realizó, en caso necesario, la corrección necesaria mediante un impulso de accionamiento positivo o negativo. Pero en principio, esta corrección también puede realizarse después del paso de la mínima de número de
25 revoluciones P3.

El cálculo del impulso de corrección necesario, si fuera necesario, se realiza, por ejemplo, según la representación de la figura 4, en la que se muestran zonas de potenciales de energía del motor de combustión interna 12 que conducen
30 a las posiciones finales de equilibrio favorables o desfavorables del cigüeñal 42. En este caso, las zonas 66 y 68 (se muestra con pequeñas rayas) son las zonas de energía que son desfavorables para alcanzar la posición final de equilibrio deseada, mientras que la zona 64 (se muestra con menos rayas pequeñas) representa una zona de energía que es favorable para alcanzar la posición final de equilibrio deseada del cigüeñal 42.

35 En este caso, las áreas mostradas hacen referencia a la energía potencial del motor de combustión interna 12 en la tercera mínima de número de revoluciones 3. Los valores numéricos de la figura 4 resultan del ejemplo de un motor Otto determinado, de cuatro tiempos y de cuatro cilindros de 1,8 litros. La energía de 80 vatio-segundo corresponde a la energía perdida media entre dos pasos de punto muerto superior de dicho motor de combustión interna, es decir, entre dos mínimas de número de revoluciones. La cruz en el área superior 66 corresponde a un caso en el que la
40 energía potencial del motor de combustión interna 12 comprende 76 vatio-segundos aprox. en la mínima de número de revoluciones P3. En el caso de una posición final de equilibrio previsible en una posición de punto muerto superior o una posición de punto muerto inferior desfavorable se ha demostrado que la energía potencial del motor de combustión interna 12 corresponde en la tercera mínima de número de revoluciones P3, es decir, en el último paso del punto muerto superior, exactamente a la mitad de la pérdida de energía media entre dos mínimas de número de revoluciones. En
45 este caso, la flecha 70 corresponde a un impulso de corrección de frenado de 35 vatio-segundos aprox., que aquí se establece en el cigüeñal 42.

Al establecer este impulso de corrección entre la mínima de número de revoluciones P2 y P3, se consigue que la energía potencial del motor de combustión interna 12 en la tercera mínima de número de revoluciones P3 no acepte el
50 valor de previsión calculado desfavorable de 76 vatio-segundos. En el caso ideal, se ajusta, en la mínima de número de revoluciones P3 debido al efecto del impulso de corrección 70 exactamente dosificado, una energía potencial de 40 vatio-segundo, es decir, la mitad de la energía perdida media de 80 vatio-segundos. Resulta desfavorable, pero en principio adecuado, un impulso de accionamiento de aceleración de 44 vatio-segundos aprox. Este impulso pararía asimismo el cigüeñal 42 en la posición final de equilibrio deseada; sin embargo, esto es más adelante una posición de
55 punto muerto superior.

La figura 5 muestra el caso típico de equilibrio donde el motor de combustión interna 12 conforme a una corrección según la invención se para en una posición final de equilibrio de 90° aprox. después del punto muerto inferior, donde
60 tiene lugar dos o tres veces una oscilación antes de la parada. En la figura 5, el número 72 señala el curso del régimen de giro y el número 74, el curso de los momentos de suspensión elástica por gas a través del ángulo del cigüeñal. La línea discontinua 76 señala la posición de parada del cigüeñal 42 en un ángulo de cigüeñal de 990° aprox. El procedimiento para el control de la posición final de equilibrio óptima se desarrolla de nuevo de manera que, después de determinar el número de revoluciones P1, P2, ya se haya calculado previamente el número de revoluciones P3. En el caso que se representa en la figura, la posición final de equilibrio deseada también se conseguiría sin impulso de
65 corrección ya que aquí sólo un impulso de accionamiento de 11 vatio-segundo es ideal para la compensación, según el mismo procedimiento que el del ejemplo de la figura 3.

ES 2 289 218 T3

De forma complementaria al control de la marcha en inercia representada, también se coloca, en el marco de un acondicionamiento de la invención, una inyección a través de una válvula de admisión 22 para el cilindro del motor de combustión interna 12, el cual se encuentra en la posición final de equilibrio del cigüeñal 42 en la fase de compresión. En la marcha en inercia, se ajusta una carga de cámara de combustión del 60% aprox. de la carga máxima posible en los últimos cilindros que todavía están aspirando. La cantidad de inyección colocada a través de la válvula de admisión 22 para el cilindro, que se encuentra parado en el motor de combustión interna 12 durante la fase de compresión, se ajusta a la carga del 60% aprox. La válvula de admisión correspondiente se abre entre el punto muerto superior y 40° aprox. después del punto muerto inferior durante el equilibrio en la fase de aspiración. De este modo, durante el siguiente re arranque del motor de combustión interna 12 en el modo de funcionamiento de arranque/parada, está disponible una carga de cámara de combustión combustible, que puede encenderse directamente en el re arranque sin una aspiración previa ni una compresión y que provoca un aumento rápido del número de revoluciones del motor de combustión interna 12 mediante la combustión en el re arranque.

La figura 6 muestra distintos cursos de régimen de giro en el tiempo durante el re arranque del motor de combustión interna 12 en un modo de funcionamiento de arranque/parada. En este caso, la línea señalada con el número 84 corresponde a un número de revoluciones típico al final del arranque a 400 revoluciones por minuto aprox., a partir del cual suele acelerar un motor de combustión interna sin la ayuda de un arrancador y alcanza automáticamente el número de revoluciones en ralentí de, por ejemplo, 600 a menos de 1000 revoluciones. El número 78 corresponde a un re arranque del motor de combustión interna a partir de una posición final de equilibrio desfavorable según el estado de la técnica. Como puede verse en el curso de la curva 78, se tarda 800 milisegundos según el orden de magnitud hasta que, en este caso, el motor de combustión interna alcanza el número de revoluciones de final de arranque de 400 revoluciones por minuto.

Los tiempos de arranque en este orden de magnitud provocan, por ejemplo, durante el funcionamiento de los vehículos, problemas de aceptación en los conductores de los vehículos, de modo que no puede realizarse sin más un modo de funcionamiento de arranque/parada que ahorre combustible con tiempos de arranque en este orden de magnitud en un servicio de marcha diaria. Por el contrario, la curva 80 muestra un aumento del número de revoluciones considerablemente mayor en el arranque del motor de combustión interna, en el que ya se consigue el número de revoluciones de final de arranque de 400 revoluciones aprox. después de 400 milisegundos aprox. Este tiempo de arranque se obtuvo para un re arranque a partir de una posición final de equilibrio favorable del cigüeñal 42. Gracias a la presente invención, no sólo se logra casualmente este estado inicial favorable, sino que se consigue mucho más frecuentemente de un modo controlado y reproducible. De este modo, se mejora el comportamiento de arranque de la media de varios re arranques del motor de combustión interna 12.

Otro potencial de mejora es la inyección realizada en el marco de un acondicionamiento de la presente invención durante la marcha en inercia del motor de combustión interna 12. La curva 82 se tomó durante un arranque con un control de marcha en inercia y una inyección previa. Como determina el curso de la curva 82, pueden alcanzarse tiempos de arranque de menos de 300 milisegundos en este caso. Según muestra la experiencia, se aceptan estos tiempos de arranque de modo que la invención que se expone en el presente documento pueda contribuir a continuar difundiendo un modo de funcionamiento de arranque/parada que ahorra combustible en los motores de combustión interna.

La figura 7 muestra un acondicionamiento de la invención, en el que se emplea un llamado generador-arrancador de correa como generador-arrancador, como se conoce, por ejemplo, por la DE 199 41 705 A1. En este caso, se transmiten los momentos de giro entre el motor de combustión interna 12 y el generador-arrancador 86 a través de una correa de transmisión 88. Como ayuda al generador-arrancador 86 en caso de arranque en frío cuando se requieren pares de apriete más altos, esta forma de aplicación presenta también un arrancador eléctrico 90 convencional.

REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para el control de un motor de combustión interna (12) en un modo de funcionamiento de arranque/parada, por el que se controla el cigüeñal (42) del motor de combustión interna (12) en una parada del motor de combustión interna (12) mediante medidas internas y/o externas del motor en un área angular definida, a partir de la cual el motor de combustión interna (12) puede arrancarse más rápidamente en un siguiente arranque, **caracterizado** porque el procedimiento comprende los siguientes pasos:

- 10 a) Registro del número de revoluciones del cigüeñal (42) al parar el motor de combustión interna (12)
- b) Detección de dos extremos sucesivos del mismo tipo del número de revoluciones,
- c) Cálculo de un tercer extremo del mismo tipo que sigue directamente al segundo extremo,
- 15 d) Cálculo de la energía potencial previsible del motor de combustión interna (12) en el tercer extremo,
- e) Corrección de la energía potencial del motor de combustión interna (12) si la energía potencial calculada para el tercer extremo puede prever una posición final de equilibrio desfavorable del motor de combustión interna (12).
- 20

2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el paso e) comprende los siguientes pasos:

- 25 f) Determinación de si la energía potencial previsible está en un primer intervalo donde se prevea una posición final de equilibrio favorable del cigüeñal (42) o si la energía potencial está en un segundo intervalo donde se prevea una posición final de equilibrio desfavorable del cigüeñal (42),
- g) Corrección de la energía potencial del motor de combustión interna (12) mediante medidas internas o externas del motor si la energía potencial previsible del motor de combustión interna (12) está en un segundo intervalo.
- 30

3. Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado** porque se lleva a cabo el paso b) en el que el número de revoluciones del motor de combustión interna (12) no alcanza un valor umbral predefinido.

35 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la energía potencial se corrige entre el segundo y el tercero mínimo del número de revoluciones.

5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la corrección se realiza mediante un impulso de energía de frenado.

40

6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la pérdida de energía media se determina entre dos mínimos sucesivos y porque el impulso de corrección se predetermina de manera que el valor absoluto de la energía potencial corregida del motor de combustión interna (12) en el último recorrido del punto muerto superior corresponda a la mitad de la pérdida de energía media.

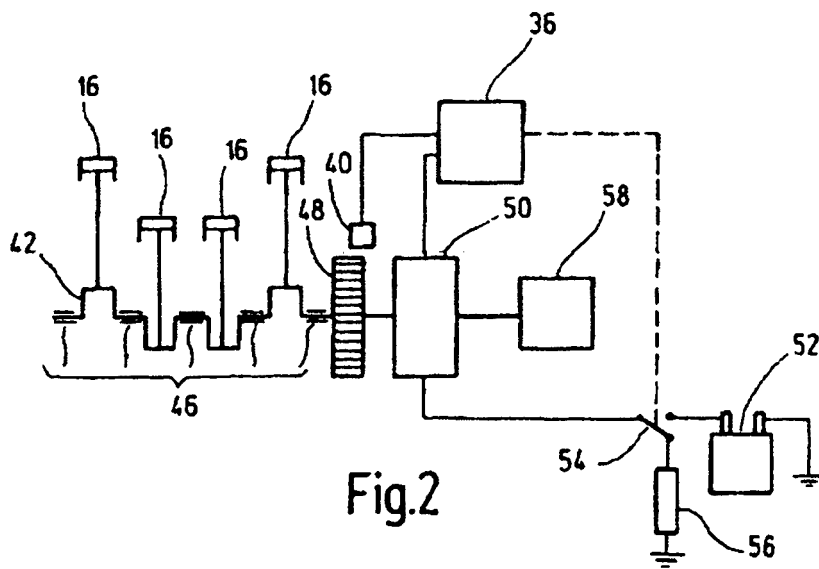
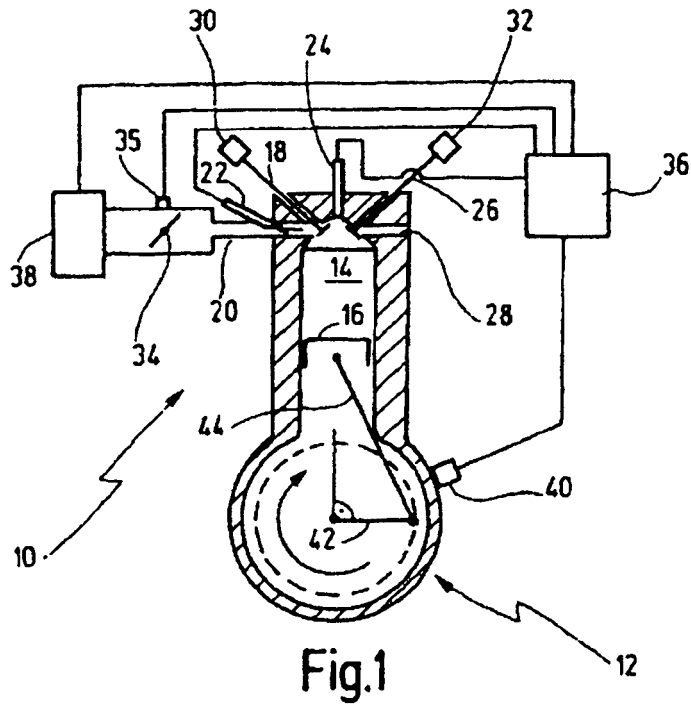
45

7. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque se registra el número de revoluciones del cigüeñal (42) en un eje de un generador-arrancador (50; 86) acoplado al cigüeñal (42) con una relación de multiplicación conocida.

50 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el impulso de corrección se realiza mediante el control de un generador-arrancador (50; 86) o un generador acoplado al cigüeñal (42) con una relación de multiplicación conocida.

55 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque, para el cilindro que se encuentra en la posición final de equilibrio del motor de combustión interna (12) en la fase de compresión, se realiza antes una inyección con la válvula de admisión abierta del cilindro correspondiente.

60 10. Dispositivo de control (36) para un motor de combustión interna (12) que al menos presenta un transductor de régimen de giro (40) para el registro del número de revoluciones del cigüeñal (42) del motor de combustión interna (12) y un medio para influir en la energía potencial del motor de combustión interna (12) al parar dicho motor de combustión interna (12), donde el dispositivo de control (36) controla el funcionamiento del motor de combustión interna (12), **caracterizado** porque el dispositivo de control (36) controla el motor de combustión interna (12) conforme a al menos uno de los procedimientos según las reivindicaciones 1 a 9.



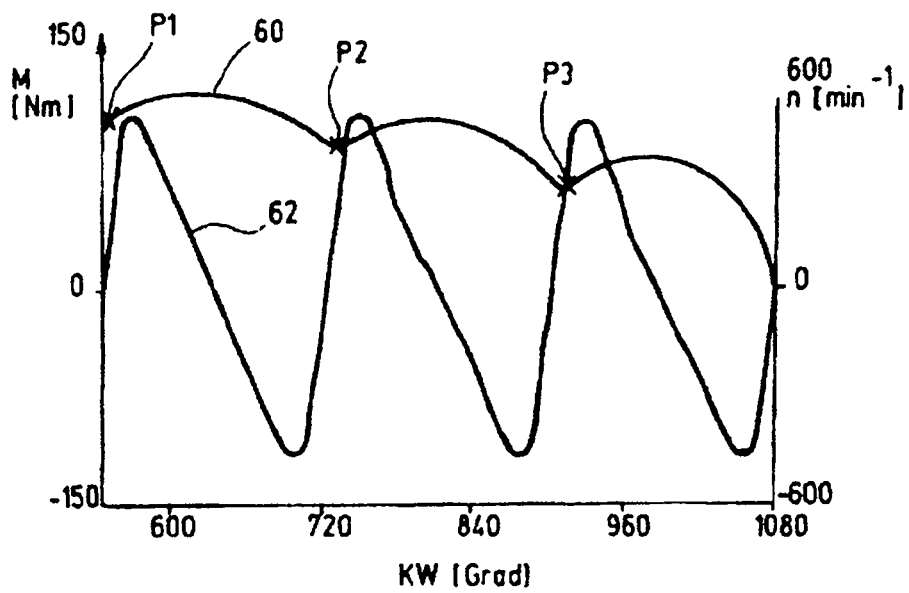


Fig.3

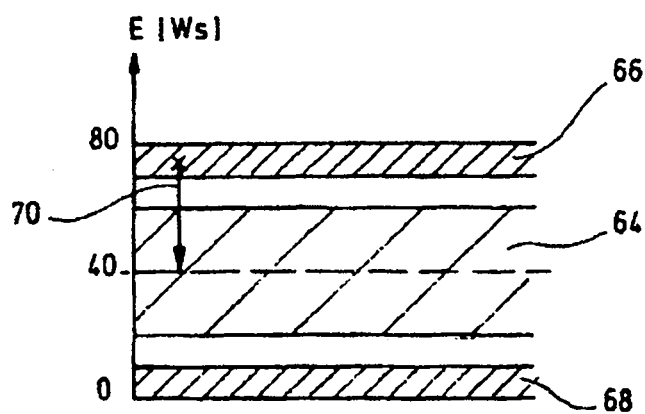


Fig.4

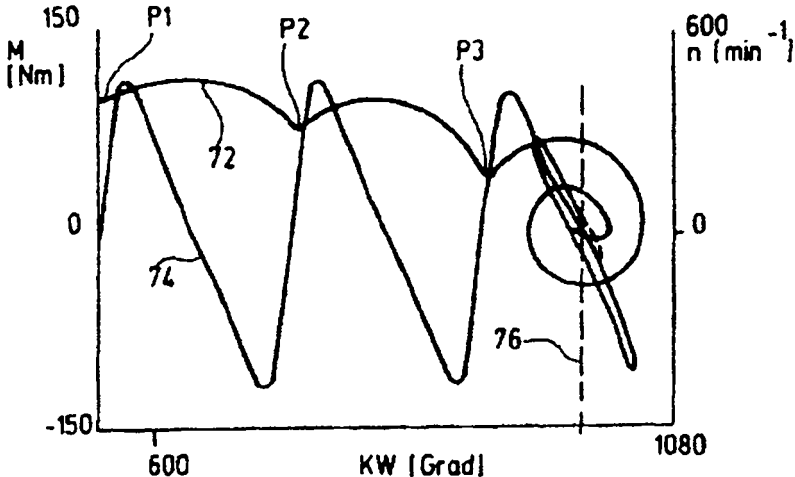


Fig.5

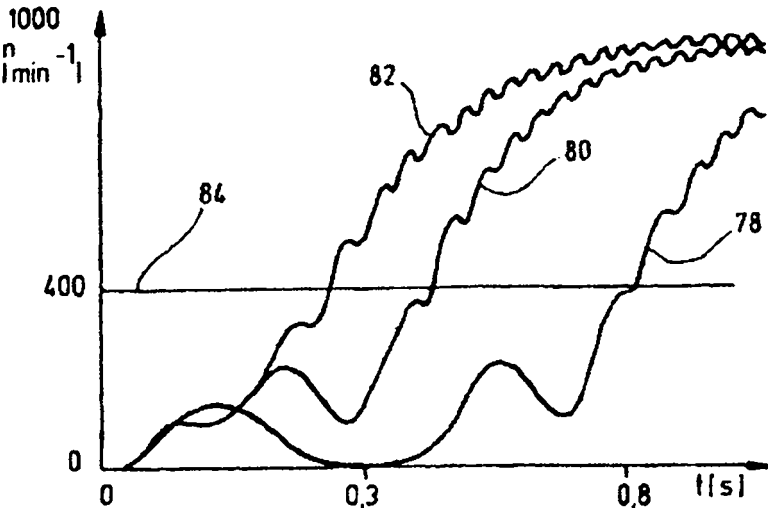


Fig.6

