

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 750 870**

51 Int. Cl.:

**F02N 11/08** (2006.01)

**F02N 19/00** (2010.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.07.2016 PCT/EP2016/068191**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.02.2017 WO17021315**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.07.2016 E 16751233 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3332113**

54 Título: **Procedimiento para gestionar el re arranque de un motor de combustión interna en un sistema de arranque y parada**

30 Prioridad:

**03.08.2015 IT UB20152786**

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

**27.03.2020**

73 Titular/es:

**PIAGGIO & C. S.P.A. (100.0%)  
Viale Rinaldo Piaggio 25  
56025 Pontedera (Pisa) , IT**

72 Inventor/es:

**BERNARDINI, ROBERTO;  
CANTINI, JURY y  
MILANI, JEANPAUL**

74 Agente/Representante:

**RUO , Alessandro**

ES 2 750 870 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 gestionar el re arranque de un motor de combustión interna en un sistema de arranque y parada

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a un procedimiento para gestionar el re arranque de un motor de combustión interna en un sistema de Arranque y Parada, a saber, un motor de un único cilindro, que utiliza un motor eléctrico que actúa sobre el cigüeñal del motor de combustión interna y está gestionado por una unidad de control de motor eléctrico (EMU).
- 10 **[0002]** Este procedimiento es, particularmente, ventajoso para realizar el procedimiento de arranque en motores en los que el apagado automático del motor se proporciona cuando el vehículo está estacionado, y preferentemente es adecuado para motores de un único cilindro para vehículos de motor tales como monopatines y similares, en el que el motor eléctrico, que evidentemente actúa incluso como generador, está montado directamente en el cigüeñal.
- 15 **[0003]** Este tipo de motores ahora es, ampliamente, conocido bajo el término motor de Arranque y Parada.
- [0004]** En esta configuración, se intenta optimizar los tamaños y el par que el motor eléctrico debe poder ejercer para llevar a cabo sus funciones.
- 20 **[0005]** A este respecto, cuando el motor tiene que re arrancarse, es decir, cuando el motor se apaga cuando el vehículo se ha parado, se utiliza un procedimiento de re arranque que proporciona la rotación del motor eléctrico para colocar el pistón, dentro del cilindro, en la posición que solicita el par de torsión más bajo posible para el re arranque, al considerar que este último tiene que tener lugar durante un instante muy breve, evitando absolutamente el bloqueo del pistón dentro del cilindro.
- 25 **[0006]** La solicitud de patente europea N.º 1,406,010 A2 divulga un dispositivo de control de arranque del motor en el que el estado de rotación del cigüeñal se detecta a través de sensores costosos colocados en el motor eléctrico, conectados tanto a la unidad de control del motor eléctrico (EMU) como a la unidad de control del motor de combustión interna (ECU). Este paso puede ser pesado en términos de conexiones requeridas dentro del sistema de arranque y requiere una gran potencia de cálculo.
- 30 **[0007]** La patente de Estados Unidos N.º 5,458,098 A describe un procedimiento de este tipo, ideado para motores multcilindros de tipo automóvil.
- 35 **[0008]** En general, el motor eléctrico en este paso gira con un par limitado, por lo tanto, el pistón no puede exceder el punto muerto superior correspondiente al paso de compresión, haciendo ambos girar el cigüeñal hacia delante y hacia atrás.
- 40 **[0009]** En el documento mencionado anteriormente, en cada parada se realiza una rotación hacia atrás, alejando dicha rotación inversa los pistones del paso de compresión más cercano: a partir de ese momento, el motor eléctrico se hace girar hacia delante para el arranque, permitiendo la energía cinética que es acumulada durante la rotación hacia delante permite superar el paso de compresión más cercano al re arrancar el motor, incluso si el par no fuera suficiente para superarlo al comenzar desde un paso más cercano.
- 45 **[0010]** La rotación inversa se realiza para un ángulo de rotación establecido previamente ( $n/4$  en el caso de un motor de cuatro cilindros en el que hay un paso de compresión cada  $n/2$  de rotación) o para un tiempo de rotación establecido previamente, siempre que el pistón no bloquee antes la rotación inversa.
- 50 **[0011]** Sin embargo, en un motor de un único cilindro, los pasos de compresión adyacentes están distantes entre sí, en términos de ángulo de rotación en un ángulo de  $2n$ , y luego es difícil establecer un ángulo fijo y/o un tiempo de rotación inverso para asegurarse de realizar el re arranque.
- 55 **[0012]** Incluso en la patente de Estados Unidos N.º 5,713,320 A, se describe un procedimiento similar al anterior, en el que el motor eléctrico gira inversamente con baja potencia, hasta alcanzar el paso de compresión más cercano.
- 60 **[0013]** La patente europea N.º 1,046,813 describe un procedimiento de rotación inversa, en el que se proporciona la intervención de un sensor que detecta la fricción durante la misma, para comprender cuándo puede cesar la rotación inversa.
- [0014]** Sin embargo, debe tenerse en cuenta que este tipo de sensor debe ser a la fuerza un componente adicional del sistema de encendido y un recurso adicional para ser administrado.
- 65 **[0015]** Por el contrario, la patente europea N.º 1,233,175 describe un procedimiento que utiliza un sensor capaz de detectar la posición angular absoluta del cigüeñal, por lo que el comentario del documento anterior es válido.

[0016] Análogamente, la patente europea N.º 1,321,666 describe un procedimiento en el que se detecta el ángulo de rotación inversa aplicado al cigüeñal.

5 [0017] El procedimiento de la solicitud de patente europea N.º 1,365,645 es análogo a los descritos en los documentos mencionados.

[0018] En el procedimiento de la patente europea N.º 1,375,907, se detecta la velocidad del cigüeñal, en lugar de la posición del mismo, para comprender cuándo se debe interrumpir la rotación inversa, solicitando de este modo la presencia de un sensor adicional.

10 [0019] La patente de Estados Unidos N.º 6,877,470 describe, en cambio, un procedimiento en el que la rotación inversa está precedida por una rotación hacia delante hasta el paso de compresión, exactamente para poder usar una cantidad final de rotación inversa. Sin embargo, este procedimiento está pensado para el campo del automóvil en el que hay pequeñas rotaciones y pares elevados.

15 [0020] La solicitud de patente europea N.º 1,055,816 A1 describe un procedimiento en el que el posicionamiento debe realizarse conociendo la posición angular del motor con alta precisión, para poder realizar un re arranque.

20 [0021] Cabe señalar que estos procedimientos de re arranque están expuestos incluso a la inercia interna del motor, en caso de que el conductor decida el re arranque antes de completar el apagado, es decir, cuando el motor mantiene un régimen de rotación.

25 [0022] En este caso, debe tenerse en cuenta que un sensor de rpm normal dispuesto en el cigüeñal del motor proporciona una señal que pierde la definición por debajo de un cierto umbral predeterminado, que depende de la calidad del sensor utilizado.

[0023] Esta pérdida de precisión impide evaluar exactamente cuándo el motor, sin requerir completar el procedimiento de apagado, puede re arrancarse por pura inercia o porque la unidad de control del motor de la ECU continúa proporcionándole una mezcla de combustible e encendido.

30 [0024] Sin tener en cuenta esta información, al volver a abrir la válvula reguladora cuando el motor aún no se ha parado, sin embargo, es necesario parar completamente el motor y re arrancarlo, un procedimiento que podría implicar una pérdida de tiempo que se percibiría negativamente por el conductor.

35 [0025] El problema técnico subyacente a la presente invención consiste en proporcionar un procedimiento de encendido que permita superar los inconvenientes mencionados con referencia a la técnica conocida.

[0026] Tal problema se resuelve mediante un procedimiento de arranque como se ha especificado anteriormente, y se define en la reivindicación 1 adjunta.

40 [0027] La principal ventaja del procedimiento de arranque según la presente invención consiste en permitir un arranque garantizado incluso utilizando un motor eléctrico optimizado en términos de par y tamaños máximos, y confiando en un sensor de velocidad simple colocado en el cigüeñal, la unidad de control del motor de combustión interna no está conectada a los sensores de la unidad de control del motor eléctrico.

45 [0028] De hecho, tanto la posición de arranque de la rotación inversa como la posición de extremo están determinadas por el cumplimiento posterior de al menos una de las dos condiciones siguientes: una que relaciona el posible bloqueo de pistón alcanzado y la otra la implementación de un ángulo de rotación máximo.

50 [0029] Una parada de pistón está destinada a ser una parada determinada cuando un pistón del motor de combustión interna alcanza una fase de compresión que no puede ser superada por el motor eléctrico, cerca tanto del punto muerto superior como del punto muerto inferior de la carrera del pistón.

55 [0030] Como quedará claro a partir de lo siguiente, para gestionar las rotaciones hacia delante y hacia atrás (inversa), no es necesario el uso de un sensor adicional por parte de la unidad de control del motor eléctrico EMU. Los valores de los ángulos de rotación hacia delante y de manera inversa predeterminados se almacenan dentro de la unidad de control del motor eléctrico (EMU) del motor eléctrico.

60 [0031] La presente invención se describirá a continuación según una realización preferente, proporcionada a modo de ejemplo y no con fines limitativos, haciendo referencia a los dibujos adjuntos en los que:

\* la figura 1 muestra un esquema de un sistema de encendido que realiza el procedimiento de arranque según la presente invención;

65 \* la figura 2 ilustra una lógica de re arranque basada en la determinación del régimen de rotación del cigüeñal;

\* la figura 3 muestra un diagrama de bloques que ilustra la estrategia de posicionamiento en el procedimiento de arranque según la presente invención;

5 \* la figura 4 muestra un diagrama de bloques que ilustra una estrategia de encendido en el procedimiento de re arranque según la presente invención; y

\* la figura 5 muestra un diagrama de los parámetros de funcionamiento de un motor durante un re arranque tras un régimen de rotación crítico.

10 **[0032]** Con referencia a la figura 1, se representa un sistema de encendido apto para realizar el procedimiento de arranque según el presente ejemplo de realización, provisto para un motor de combustión interna de un único cilindro.

15 **[0033]** Comprende un motor eléctrico trifásico, del tipo *sin escobillas* con imanes permanentes (MÁQUINA TRIFÁSICA) que es accionado por un accionamiento (CONDUCTOR DEL MOTOR) que a su vez recibe corriente eléctrica mediante una Batería.

20 **[0034]** Tanto el accionamiento como la batería son gestionados por una unidad de control del motor eléctrico (EMU) dispuesta para recibir un comando de encendido del motor mediante una entrada adecuada (COMANDO DE ARRANQUE). En el caso específico, esta entrada puede recibir una señal generada por un botón, por la rotación de una llave, por la apertura de una válvula reguladora del sistema de suministro de combustible derivada de un acelerador, el cambio o la detección de una señal de arranque ejercida por el conductor en el comando, pedal o perilla, acelerador, y así sucesivamente.

25 **[0035]** Los dos últimos tipos de señal de arranque son los que se usan en el caso de un motor y un sistema de encendido dispuestos para apagar el motor en cada parada del vehículo, o en cada parada más allá de una cierta duración, para volver a encenderlo automáticamente cuando el conductor muestra la intención de reanudar la conducción como si el motor no se hubiera parado anteriormente.

30 **[0036]** La unidad de control del motor eléctrico (EMU) recibe información relacionada con el suministro de corriente al motor eléctrico por uno o más sensores eléctricos adecuados (sensor de corriente); además recibe pulsos que son representativos de la posición relativa del rotor del motor eléctrico con respecto al estator.

35 **[0037]** En la presente realización, tales pulsos son pulsos de fase generados por sensores de fase del estator del motor eléctrico (sensor de posición), es decir, los tres sensores con efecto Hall con los que está equipado el estator.

**[0038]** El motor eléctrico está conectado mecánicamente al motor de combustión interna directamente por medio del cigüeñal que coincide con el árbol del motor eléctrico.

40 **[0039]** Además, el estator del motor eléctrico también está equipado con un sensor particular que proporciona una señal que representa la dirección de rotación del rotor con respecto al estator.

45 **[0040]** Tal señal, por ejemplo, generada por un sensor que comprende dos sensores secundarios con efecto Hall, no está conectada a la unidad de control del motor eléctrico, sino a una unidad de control del motor de combustión interna (ECU) que regula el suministro de energía del motor de combustión interna, es decir, las bujías y el suministro de la mezcla de combustible.

50 **[0041]** Finalmente, en el CIGÜEÑAL se dispone un SENSOR DE RPM que detecta directamente el régimen de rotación del árbol y lo proporciona a la unidad de control del motor de combustión interna (ECU).

**[0042]** Con referencia al presente ejemplo de realización, tal sistema de encendido está dispuesto para un motor de un único cilindro de cuatro tiempos de tipo sustancialmente motocicleta.

55 **[0043]** Al referirse a la figura 2, el procedimiento de re arranque proporciona una evaluación directa del régimen de rotación del cigüeñal: se establece un primer umbral del régimen de rotación del cigüeñal, más allá del mismo, en caso de reapertura de la válvula reguladora del motor, el motor continúa encendido por pura inercia; además, se establece un segundo umbral, debajo del cual el motor realizará un procedimiento de apagado y re arranque que se detallará a continuación.

60 **[0044]** Entre los umbrales mencionados anteriormente, que para un motor normal son iguales a aproximadamente 800 rpm (primer umbral) y a 100-150 rpm (segundo umbral), en caso de reapertura de la válvula reguladora del motor, la unidad de control del motor de combustión interna (ECU) impone tanto la inyección de combustible como el encendido de las bujías, para que el motor pueda re arrancarse rápidamente, sin un procedimiento de apagado y re arranque completo.

65 **[0045]** El segundo umbral depende del momento en que la señal proporcionada por el sensor (SENSOR DE RPM),

dispuesta en el cigüeñal y conectada a la unidad de control del motor de combustión interna (ECU), pierde precisión y se establece en función de esta evaluación.

5 [0046] De esta manera, es posible rearrancar directamente el motor sin necesidad de conectar la unidad de control del motor de combustión interna (ECU) a sensores más complejos que el sensor del cigüeñal.

10 [0047] Después, en el presente procedimiento, se proporciona un primer paso de evaluación directo del régimen de rotación del cigüeñal basado en el umbral predeterminado mencionado anteriormente, dependiendo del sensor de rpm utilizado en el cigüeñal: si el régimen de rotación está por encima de tal umbral predeterminado, en caso de reapertura de la válvula reguladora, una unidad de control del motor de combustión (ECU) continúa proporcionando combustible e encendido al motor.

15 [0048] Al referirse a la figura 5, la primera pista desde la parte superior (REGULADOR) representa la posición de la válvula reguladora que, cuando está abierta, determina un comando para rearrancar el motor que se iba a apagar (aproximadamente la apertura tiene lugar en el instante 149,5).

20 [0049] La segunda pista desde la parte superior representa el régimen de rotación del cigüeñal detectado por un sensor directamente sobre el mismo (RPM); dicho umbral predeterminado, que depende del sensor, que en este caso es de 150 rpm, también está representado por una línea continua.

[0050] La tercera pista desde la parte superior representa la definición de la señal proveniente del sensor (RECOGIDA DE RPM).

25 [0051] La cuarta pista desde la parte superior representa el comando de la válvula de aire mínima (AIRE).

[0052] La quinta pista desde la parte superior representa la inyección de gasolina (GASOLINA).

[0053] La sexta pista desde la parte superior representa el accionamiento de la chispa (CHISPA).

30 [0054] El sensor de rpm se usa para que la unidad de control del motor de combustión interna (ECU) conozca la posición del cigüeñal y, por lo tanto, el paso es de tipo puramente pasivo, por lo tanto, cuando la velocidad del cigüeñal cae por debajo de un umbral predeterminado, preferentemente no más de 150 rpm, no hay suficiente variación de flujo, por lo tanto, la señal producida ya no se considera confiable, y podría seguir la pérdida de sincronismo en los comandos proporcionados por la unidad de control del motor de combustión interna (ECU).

35 [0055] Por lo tanto, en el paso de arranque, comenzando desde la velocidad cero del cigüeñal, debe exceder las 150 rpm antes de reconstruir el sincronismo e intentar arrancar correctamente el motor. Esto se traduce en un aumento en el tiempo necesario para arrancar el motor térmico.

40 [0056] Esta estrategia prevé que, si durante el paso de apagado del motor se recibe una solicitud de un nuevo arranque, el control del motor (ECU) interrumpe el procedimiento de apagado y vuelve a conducir el motor térmico si el umbral de revolución se ha mantenido por encima de 150 rpm, y así se guarda todo el tiempo necesario para reconstruir el sincronismo a partir de la velocidad nula.

45 [0057] En el diagrama se observa que, en el instante 149,0, la señal de gasolina pasa a cero (quinta pista), lo que subraya la solicitud de parar el motor; en el instante 149,5, el usuario muestra la intención de rearrancar abriendo la válvula reguladora, y el control del motor (ECU) se da cuenta de que el régimen de rotación del cigüeñal todavía está por encima del umbral preestablecido, es decir, 150 rpm, por lo tanto, el inyector vuelve a funcionar y el motor se rearranca inmediatamente ya que nunca se ha perdido el sincronismo.

50 [0058] En el caso contrario, se realiza un procedimiento de apagado y arranque, en particular, a continuación se detalla un primer paso de posicionamiento, que tiene lugar después del apagado del motor por la unidad de control del motor eléctrico (EMU), que es la parada completa del vehículo.

55 [0059] Tal paso de posicionamiento comprende una primera rotación hacia delante del motor eléctrico mediante un primer ángulo de rotación hacia delante predeterminado. Esta rotación se aproxima al pistón del motor de combustión interna al siguiente paso de compresión del mismo, idealmente por un ángulo de rotación comprendido entre 0° y 720°.

60 [0060] El primer ángulo predeterminado de dicha primera rotación hacia delante podría estar comprendido entre 350° y 700°, preferentemente 550°.

65 [0061] Si durante esta rotación el motor eléctrico se detiene porque el pistón alcanza una posición de bloqueo del pistón, es decir, si el pistón alcanza el paso de compresión, la unidad de control del motor eléctrico (EMU) detecta ese bloqueo del pistón a través del comportamiento del motor eléctrico, es decir, mediante medios del sensor de intensidad de corriente o contando los pulsos de fase que se interrumpirían prematuramente, y en este punto el

motor eléctrico está listo para ser controlado en rotación inversa.

5 [0062] En el caso negativo, si no se detecta el posible estado de bloqueo del pistón, el motor eléctrico es controlado por la unidad de control del mismo (EMU) en una rotación hacia delante adicional hasta que alcanza un ángulo de rotación hacia delante predeterminado máximo, en el cual el motor eléctrico se detiene.

10 [0063] Tal ángulo máximo de rotación hacia delante está determinado por un número N de pulsos de fase detectados por dichos sensores de fase. La selección del número N de pulsos se realiza para garantizar un ángulo de rotación para cumplir con seguridad el paso de compresión hacia delante.

[0064] Preferentemente, N está comprendido entre 35 y 70, por ejemplo, es igual a 55.

15 [0065] Al satisfacer esta segunda condición, el paso de posicionamiento comprende una rotación inversa, que tiene lugar de manera análoga a las descritas para la rotación hacia delante.

20 [0066] De antemano se realiza una primera rotación inversa de un primer ángulo de rotación inversa predeterminado, comprendido preferentemente entre 350° y 700°, por ejemplo 550°; si se alcanza un estado de bloqueo del pistón, detectado por la unidad de control del motor eléctrico (EMU) como se ha descrito anteriormente, entonces el motor eléctrico está listo para un paso de encendido posterior.

[0067] En el caso negativo, es decir, si no se detecta el bloqueo del pistón, el motor eléctrico es controlado por la unidad de control del mismo (EMU) en una rotación inversa adicional hasta alcanzar un ángulo de rotación inversa predeterminado máximo.

25 [0068] De nuevo, tal ángulo de rotación inversa máximo corresponde a un número M de pulsos de fase detectados por dichos sensores de fase, para garantizar el bloqueo. Preferentemente, M está comprendido entre 35 y 70, por ejemplo 55.

30 [0069] Al cumplir con esta segunda condición, el paso de posicionamiento finaliza y el sistema de encendido está listo para realizar el paso de encendido posterior (figura 3).

[0070] Incluso el paso de encendido sigue modos similares a los descritos anteriormente.

35 [0071] En primer lugar, el motor eléctrico se controla hacia delante, accionando al par máximo, condición que en las rotaciones anteriores no era estrictamente necesaria.

[0072] Si el posicionamiento realizado anteriormente es correcto y si todas las demás condiciones del entorno lo permiten, el motor se enciende al superar el siguiente paso de compresión.

40 [0073] Cabe señalar que en este paso, la unidad de control del motor de combustión interna (ECU), en función de la señal recibida por el sensor de dirección, autoriza el encendido de las bujías y el suministro de la mezcla, sin que esta información sea gestionada por la unidad de control del motor eléctrico.

45 [0074] Si el motor no se enciende, uno estaría en un estado de bloqueo adicional. En este caso, el procedimiento de posicionamiento se repite mediante la única rotación inversa descrita anteriormente para el paso de posicionamiento.

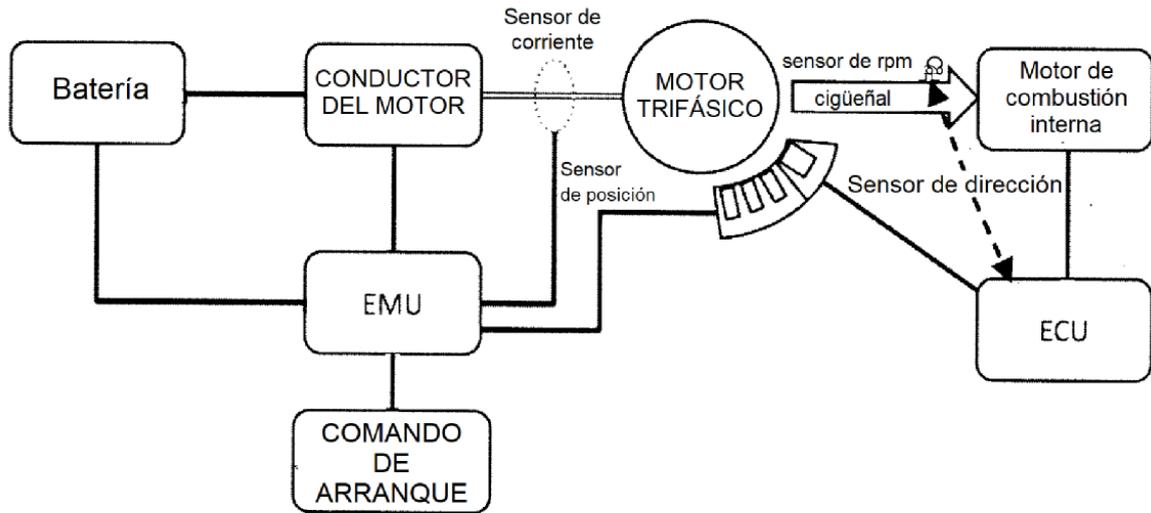
50 [0075] Cabe señalar que, durante esta rotación inversa, el encendido de la bujía y el suministro de la mezcla, sin embargo, se ve obstaculizado, incluso al posible alcance de un paso de compresión, directamente por la unidad de control del motor de combustión interna (ECU), por medio de la señal recibida por dicho sensor de dirección.

55 [0076] Al final de la rotación inversa, que incluso se puede realizar para un segundo ángulo de rotación inversa predeterminado, el paso de encendido se realiza nuevamente, y así sucesivamente, hasta el encendido o la ejecución de un número predeterminado X de intentos, al final de los cuales el sistema señalará una situación de falla.

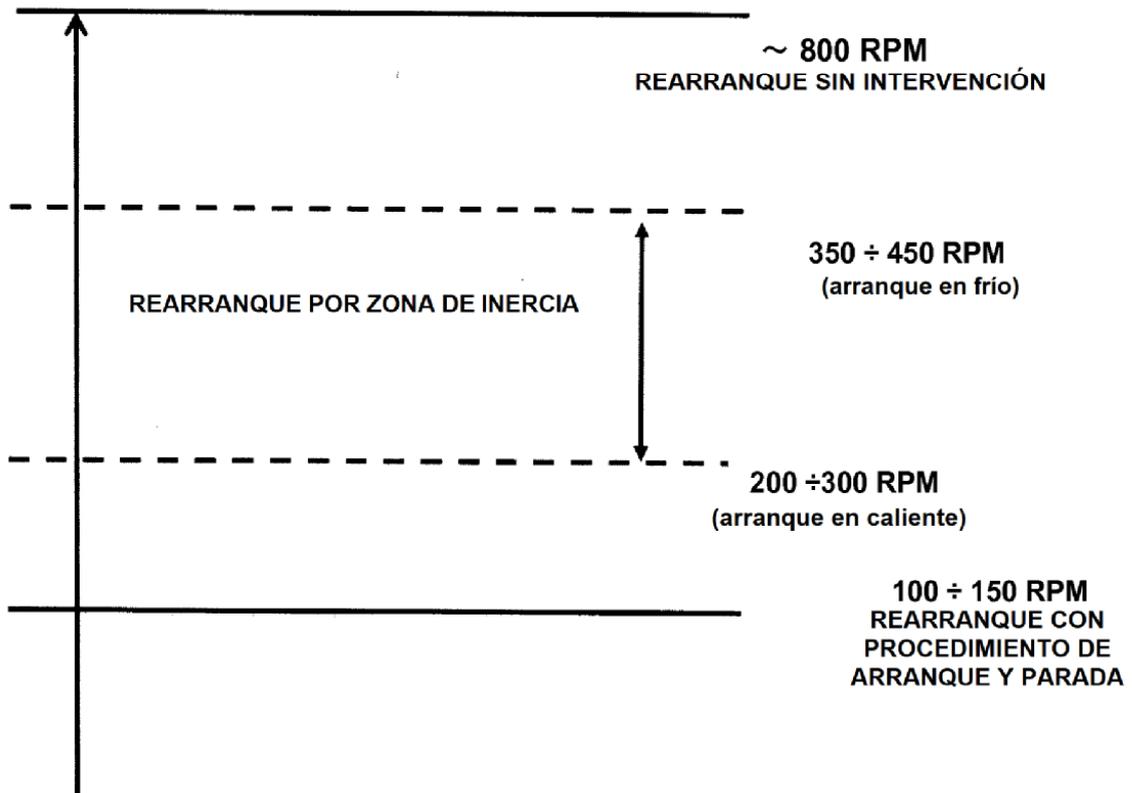
60 [0077] Al procedimiento descrito anteriormente para arrancar un motor de combustión interna, una persona experta en la técnica, con el fin de satisfacer necesidades adicionales y contingentes, podría introducir varias modificaciones y variantes adicionales, todas ellas sin embargo están dentro del alcance protector de la presente invención, según se define por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

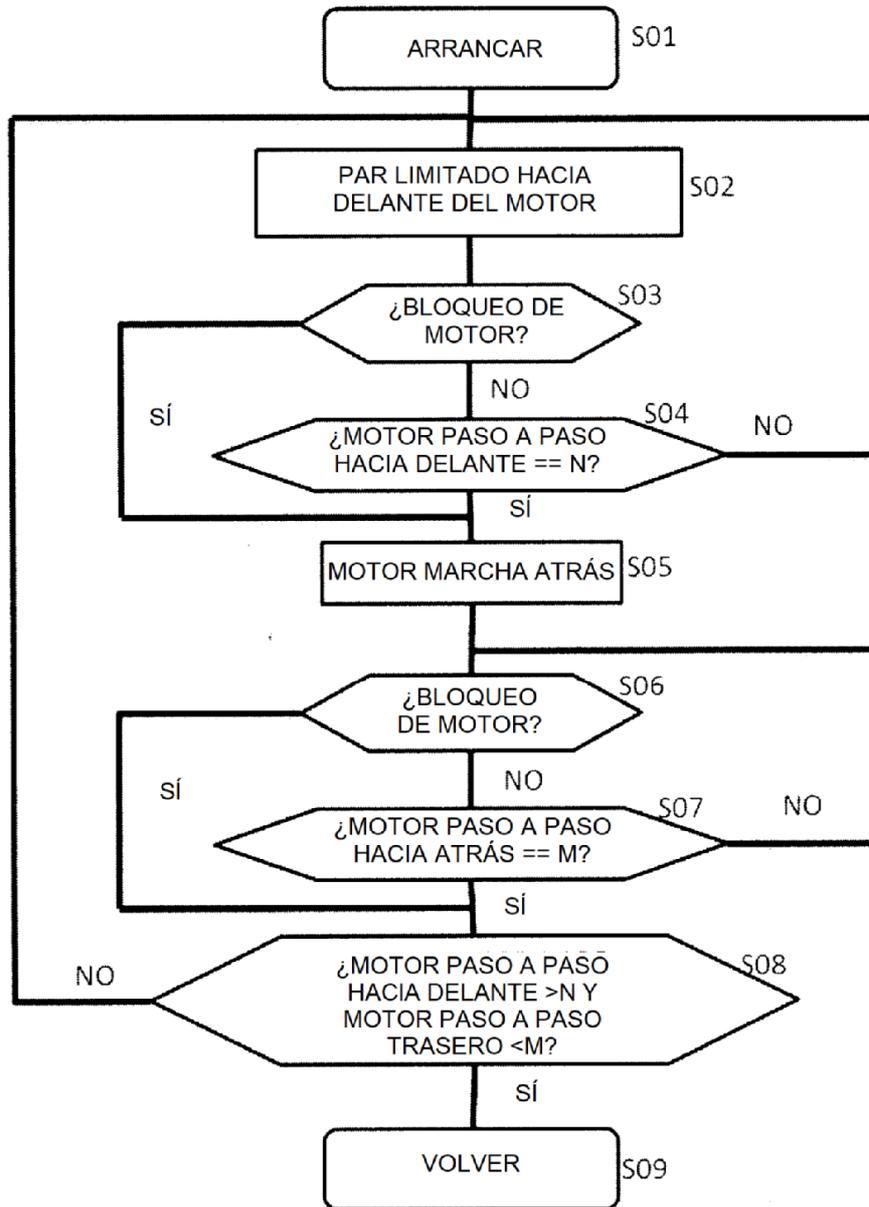
- 5 **1.** Un procedimiento para gestionar el re arranque de un motor de combustión interna en un sistema de *Arranque y Parada* utilizando un motor eléctrico que actúa sobre el cigüeñal del motor de combustión interna y está gestionado por una unidad de control de motor eléctrico (EMU), un primer paso de evaluación directo del régimen de rotación del cigüeñal que se proporciona a través de un sensor de rpm colocado directamente en el cigüeñal y conectado a una unidad de control del motor de combustión (ECU) del motor de combustión interna: si el régimen de rotación está por encima de un umbral predeterminado, en caso de reapertura de la válvula reguladora, una unidad de control del motor de combustión (ECU) continúa proporcionando combustible e encendido al motor; si el régimen de rotación está por debajo de dicho umbral predeterminado, se proporciona un paso de posicionamiento del cigüeñal y un paso de encendido, activados después de un comando de arranque, correspondiendo dicho umbral predeterminado a una pérdida de precisión de la señal de dicho sensor de rpm, en el que dicho paso de posicionamiento del cigüeñal por la unidad de control del motor eléctrico (EMU) comprende **los siguientes pasos en una secuencia:**
- 10
- 15
- una rotación de cigüeñal hacia delante de un ángulo de rotación hacia delante predeterminado;
  - una detección de un posible estado de bloqueo del pistón seguido, en caso negativo, de una rotación del cigüeñal hacia delante adicional hasta alcanzar un ángulo máximo de rotación hacia delante predeterminado;
  - una rotación inversa del cigüeñal **posterior** en un ángulo predeterminado; y
- 20
- una detección de un posible estado de bloqueo del pistón seguido, en caso negativo, de una rotación inversa del cigüeñal adicional hasta alcanzar un ángulo máximo de rotación inversa predeterminado.
- 2.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que tal umbral predeterminado no supera las 150 rpm.
- 25 **3.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho estado de bloqueo del pistón es detectado por una unidad de control del motor (EMU) que recibe datos relacionados con el suministro de corriente al motor eléctrico mediante un sensor eléctrico (sensor de corriente).
- 30 **4.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho estado de bloqueo del pistón es detectado por una unidad de control del motor (EMU) que recibe una información que relaciona el número de pulsos de fase detectados por los sensores de fase del estator del motor eléctrico.
- 5.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que el estator del motor eléctrico está equipado con un sensor que proporciona una señal que representa la dirección de rotación del rotor con respecto al estator que se envía a una unidad de control del motor de combustión interna (ECU) que regula el suministro de combustible y el encendido del motor de combustión interna.
- 35
- 6.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho ángulo de rotación hacia delante predeterminado de dicha primera rotación hacia delante está comprendido entre 350° y 700°.
- 40 **7.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho ángulo máximo de rotación hacia delante está determinado por un número N de pulsos de fase detectados por dichos sensores de fase.
- 8.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho ángulo de rotación inversa predeterminado de dicha primera rotación hacia delante está comprendido entre 350° y 700°.
- 45 **9.** El procedimiento según la reivindicación 1, en el que dicho ángulo máximo de rotación inversa está determinado por un número M de pulsos de fase detectados por dichos sensores de fase.
- 10.** El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende un paso de encendido que proporciona una rotación del cigüeñal hacia delante para determinar el arranque del motor de combustión interna.
- 50 **11.** El procedimiento según la reivindicación 10, en el que, si el arranque no se ha implementado, el procedimiento de posicionamiento se repite mediante la única rotación inversa del cigüeñal descrita anteriormente para el paso de posicionamiento hasta el encendido o la ejecución de un número predeterminado X de intentos, al final del mismo, el sistema señalará una situación de falla.
- 55



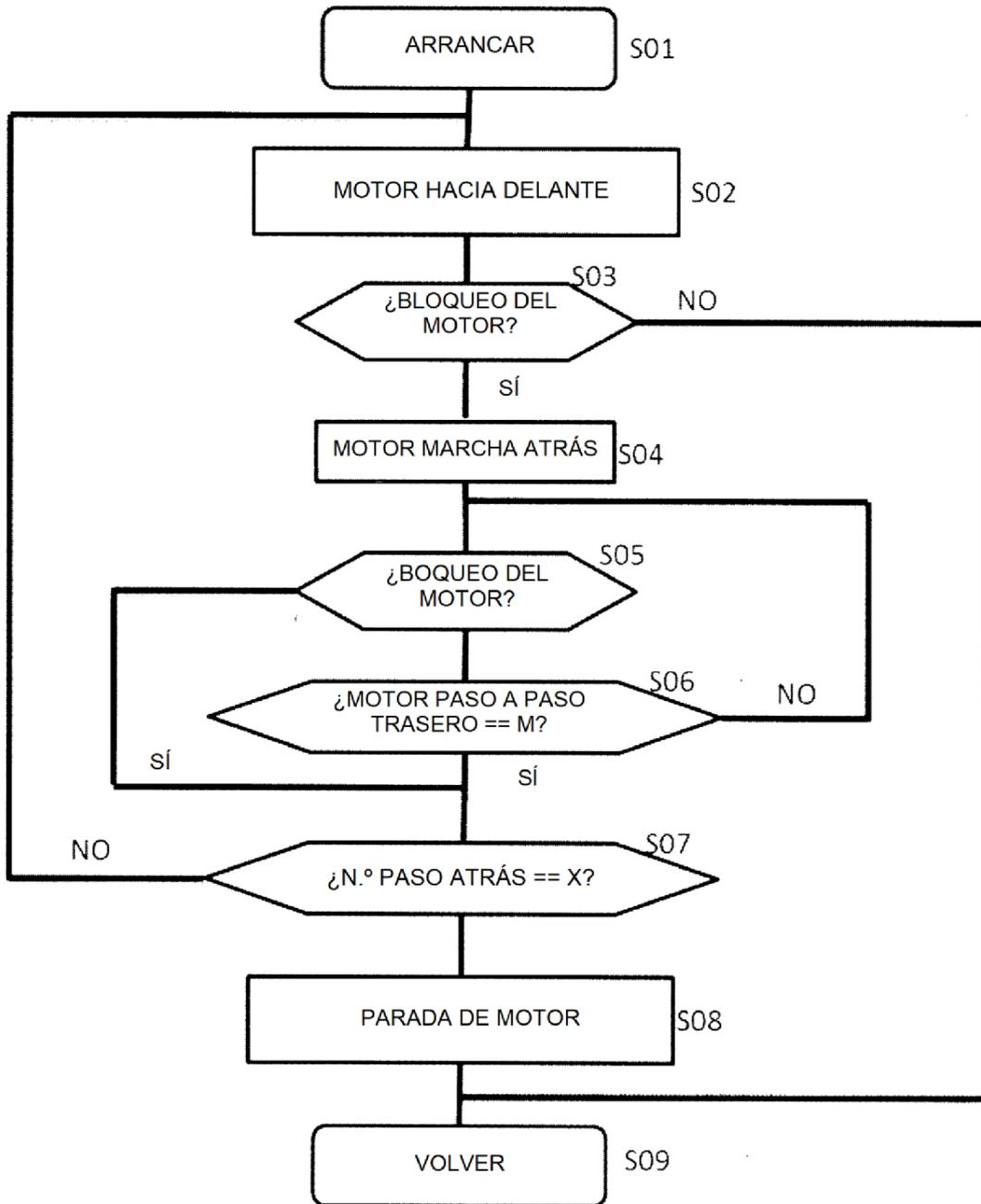
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**

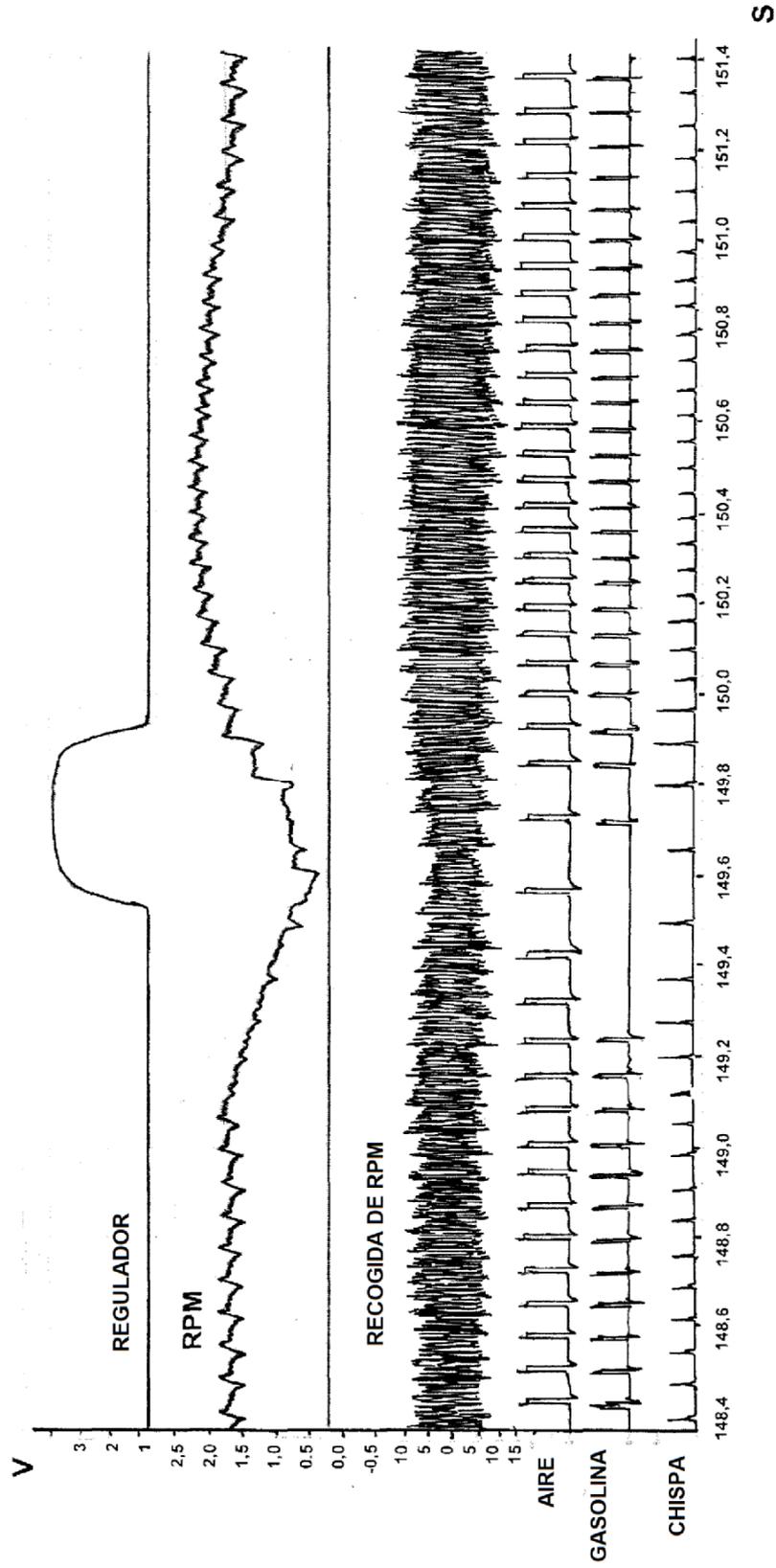


Fig. 5