



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 346 738**

51 Int. Cl.:

F02P 5/15 (2006.01)

F02D 27/00 (2006.01)

F02P 1/08 (2006.01)

F02P 11/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **02027248 .0**

96 Fecha de presentación : **06.12.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1321651**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.06.2003**

54

Título: **Procedimiento y aparato electrónico para invertir la rotación de un motor.**

30

Prioridad: **18.12.2001 IT MI01A2670**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.10.2010

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.10.2010

73

Titular/es: **DUCATI ENERGIA S.p.A.**
Via M. E. Lepido, 182
40132 Bologna, IT

72

Inventor/es: **Venturoli, Alessandro y**
Regazzi, Gianni

74

Agente: **Ruo, Alessandro**

ES 2 346 738 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 y aparato electrónico para invertir la rotación de un motor.

5 Antecedentes de la invención

Esta invención se refiere a un procedimiento para invertir la rotación y a un aparato eléctrico para controlar el encendido de un motor de combustión interna de tipo de dos tiempos, y en particular se refiere a un aparato electrónico controlado por microprocesador para invertir la rotación de motores, tanto de tipo monocilíndrico como bicilíndrico, obteniendo la información necesaria sobre la fase y la dirección de rotación del motor usando un sensor magnético particular y el mismo generador de tensión que suministra energía al circuito de encendido del motor. La invención puede usarse para invertir la rotación en motores para vehículos oruga para nieve, pequeños vehículos, scooters de agua y en todas aquellas aplicaciones que requieren una inversión controlada de la rotación de un motor de dos tiempos.

Se han propuesto de forma muy diversa sistemas mecánicos o dispositivos eléctricos y electrónicos de complejidad variable para controlar la inversión de un motor de combustión interna de dos tiempos.

En particular, los documentos US-A-5.036.802, US-A-5.782.210 y US-A-5.794.574, muestran varios dispositivos para inversión de la rotación de un motor, que comprenden un microprocesador programado apropiadamente para monitorizar la velocidad y dirección de rotación del motor, así como para gestionar el encendido del motor, tanto durante su rotación hacia delante como durante su rotación inversa, basándose en información obtenida muestreando la salida de un generador de tensión, o basándose en señales de impulsos, separadas de las señales de tensión del generador, suministradas por un par de circuitos disparadores inductivos adecuadamente desfasados para proporcionar al microprocesador de control información relacionada con la dirección, velocidad de rotación y fase del motor.

En general, los dispositivos de inversión previamente conocidos requieren soluciones electrónicas complejas, costosas que son en cierto modo poco fiables o, en cualquier caso, difíciles de configurar cuando la inversión debe llevarse a cabo a muy bajas velocidades de rotación; en particular, en los dispositivos de inversión de rotación previamente conocidos, el encendido debe ser desactivado de antemano para hacer que el motor reduzca la velocidad y se generen las señales de impulsos mediante detectores magnéticos habituales de tipo inductivo, que tienen la capacidad de detectar la variación en el flujo magnético generado por ellos, causado por el paso de un diente provisto sobre la superficie periférica del rotor del generador de tensión que normalmente suministra energía al encendido del motor.

También se sabe que en los sensores que funcionan por este principio, cada variación en el flujo magnético origina la generación de un impulso eléctrico que tiene una polaridad que corresponde a una variación positiva o negativa del flujo magnético; es decir, una señal positiva y, respectivamente, una señal negativa dependiendo de si el diente está entrando o saliendo del campo magnético del sensor, independientemente de la dirección de rotación. Por consiguiente, usando un único sensor de este tipo no es posible saber la dirección de rotación del motor bajo todas las condiciones que pueden existir en la práctica en el momento de la inversión; de hecho, si el momento de inversión coincide con una posición intermedia del diente, con respecto al eje del sensor, es decir cuando el diente ya ha engranado magnéticamente con el sensor, éste emitirá en cualquier caso dos señales de polaridades opuestas, de la misma manera que el caso en que el diente continúa su rotación hacia delante, haciendo así imposible reconocer la dirección de rotación y controlar eficazmente el encendido del motor.

En el control electrónico de la inversión de rotación de un motor también es necesario estar totalmente al tanto de la posición angular del motor en relación con el ciclo térmico, porque es un dato esencial no sólo para controlar el encendido en ambas direcciones de rotación del motor, sino también para controlar todo el procedimiento de inversión y los reintentos posteriores en caso de uno fallido.

En los dispositivos descritos en las patentes previas, la amplitud del impulso generado por los sensores de tipo inductivo es proporcional, como es sabido, a la derivada del flujo magnético, es decir, que depende de la velocidad a la que el diente entra y, respectivamente, sale del campo magnético del sensor; por consiguiente, para bajas velocidades de rotación la amplitud del impulso generado a veces puede resultar ser demasiado baja para permitirle ser reconocida por la unidad de control, precisamente como resultado de un intento de inversión que, como resulta obvio, implica un instante de tiempo en el que la velocidad es cero.

Considerando que los dispositivos anteriormente mencionados se refieren precisamente a estos impulsos para obtener información sobre la fase y dirección de rotación del motor, esto puede considerarse como su estado crítico.

Por consiguiente, los sensores de tipo inductivo usados normalmente en dispositivos de control para inversión de la rotación de un motor de combustión interna descritos en las patentes anteriormente mencionadas, son sumamente difíciles de configurar para obtener un procedimiento de inversión fiable, y son estructuralmente complejos y caros debido a la necesidad de usar varios sensores de un coste relativamente elevado.

65 Objetos de la invención

El principal objeto de esta invención es proporcionar un procedimiento y un aparato electrónico para inversión de la rotación de un motor de combustión interna de dos tiempos, y para controlar el encendido, por medio de lo cual es

ES 2 346 738 T3

posible tener un alto grado de certeza al reconocer tanto la posición angular como la dirección de rotación del motor, independientemente de la dirección de rotación hacia delante o hacia atrás y la velocidad de rotación del mismo motor, y lo cual asegura un alto grado de fiabilidad del procedimiento de inversión.

5 Un objeto más de la invención es proporcionar un procedimiento y un aparato electrónico del tipo anteriormente mencionado, por medio de lo cual es posible reconocer si un intento de invertir la rotación del motor ha sido exitoso o ha fallado, y en este último caso permitir que se realice un intento posterior o más intentos.

10 Un objeto más de la invención es proporcionar un aparato para inversión de la rotación de un motor y para controlar el sistema de encendido respectivo que, además de ser más altamente fiable, también es estructuralmente sencillo y de coste relativamente reducido.

Breve descripción de la invención

15 Estos y más objetos pueden lograrse por medio de un procedimiento para invertir la rotación de un motor de combustión interna según la reivindicación 1, y por medio de un aparato controlado por microprocesador electrónico según la reivindicación 9.

20 Según un primer aspecto de la invención, se ha proporcionado un procedimiento para invertir la rotación de un motor de combustión interna de dos tiempos que tiene un generador de tensión para generar una tensión alterna que tiene diferentes polaridades para un circuito de encendido, y un aparato de control electrónico que comprende una unidad de control por microprocesador para controlar la tensión alterna suministrada a dicho circuito de encendido, en el que la inversión de rotación se realiza después de una reducción de la velocidad de rotación del motor, caracterizado por las etapas de:

- 25
- proporcionar a dicho aparato de control un sensor biestable que tiene primer y segundo estados conductores, y conmutar cíclicamente el sensor entre dichos primer y segundo estados durante la rotación del motor;
 - 30 - generar una primera señal binaria que tiene primer y segundo niveles operativos correlacionados con dicho primer y segundo estados conductores del sensor biestable;
 - generar una segunda señal binaria que tiene primer y segundo niveles operativos correlacionados con las polaridades de la tensión alterna suministrada al circuito de encendido;
 - 35 - detectar la velocidad y dirección de rotación del motor, basándose en información obtenida por la unidad de control por microprocesador a partir de dichas primera y segunda señales binarias;
 - reducir la velocidad de rotación del motor mientras aún está girando en la dirección detectada, retrasando la formación de chispa del circuito de encendido con respecto a un punto muerto superior del motor; y
 - 40 - efectuar la inversión de la rotación formando la chispa con antelación con respecto a dicho punto muerto superior del motor.

45 Según una característica adicional de la invención, se proporciona un aparato electrónico para invertir la rotación de un motor de combustión interna de dos tiempos que tiene al menos una unidad de cilindro-pistón de dos tiempos, que comprende:

- un circuito de encendido del motor;
- 50 - un generador de tensión que tiene un rotor de imanes permanentes y un estator provistos de un devanado para generar una tensión alterna para suministrar energía al circuito de encendido;
- medios para suministrar señales de fase correlacionadas con la dirección y velocidad de rotación del motor; y
- 55 - una unidad de control por microprocesador, para controlar las fases del circuito de encendido y para efectuar una inversión de rotación del motor.

caracterizado por comprender:

- 60
- un sensor biestable que tiene primer y segundo estados conductores, siendo dicho sensor biestable activable cíclicamente durante la rotación del motor para la generación de una primera señal binaria correlacionada con dichos primer y segundo estados conductores;
 - un circuito para generar una segunda señal binaria correlacionada con las polaridades de la tensión alterna para el circuito de encendido;
 - 65 - comprendiendo la unidad de control por microprocesador entradas de señal alimentadas con dichas primera y segunda señales binarias, estando programada dicha unidad de control para determinar la velocidad y dirección

ES 2 346 738 T3

de rotación del motor, y para controlar el encendido del motor, durante la rotación hacia delante e inversa, y para reducir la velocidad e invertir la rotación del motor, basándose en información obtenida a partir de dichas primera y segunda señales binarias.

5 Según una realización particular de la invención, el sensor magnético biestable está colocado cerca de una pared periférica del rotor del generador de tensión para ser sometido cíclicamente a impulsos magnéticos para conmutar por sus estados, proporcionados por medios de circulación de flujo sobre la superficie periférica del rotor, para obtener una señal binaria que tiene frentes positivo y negativo apropiadamente desfasada con respecto al punto muerto superior de un pistón del motor.

10 El sensor magnético comprende preferentemente una sonda de efecto Hall biestable, con un circuito magnético adecuado optimizado para detectar el flujo magnético que circula desde aberturas apropiadas en la pared periférica del rotor del generador de tensión; para mantener un alto grado de precisión en el momento de conmutación del sensor, y al mismo tiempo asegurar una sensibilidad satisfactoria, dichas aberturas para el paso del flujo se extienden en la dirección axial del rotor.

15 Los agujeros para el paso del flujo deben estar en tales posiciones que los ejes de al menos dos agujeros consecutivos estén siempre enfrentados a los ejes de polos magnéticos del generador de tensión, teniendo polaridades opuestas, a una distancia angular correlacionada con la posición identificada por el punto muerto superior del pistón o pistones del motor.

20 Más en particular, haciendo referencia a la posición angular del rotor que corresponde al punto muerto de un pistón del motor, las dos aberturas que permiten la activación del sensor estarán dispuestas simétricamente con respecto a la posición del propio sensor, a una distancia angular comprendida aproximadamente entre 40° y 60°, de manera que las transiciones en el estado conductor del sensor magnético y de la señal binaria se produzcan en posiciones que son simétricas con respecto a la posición identificada por el punto muerto superior del pistón, representando sucesos suficientemente adelantados con respecto al punto muerto en ambas direcciones de rotación, permitiendo así el control del encendido accionando incluso elevados ángulos de avance en ambas direcciones de rotación.

25 Según un aspecto adicional de la invención, el sensor magnético está conectado al microprocesador de la unidad de control por medio de una interfaz que comprende un comparador de tensión capaz de suministrar dicha primera señal binaria en relación con el estado asumido por la sonda magnética biestable; la misma línea que suministra a la unidad de control información sobre el estado de la sonda magnética también se usa para suministrar energía a la propia sonda.

30 Según una característica adicional de la invención, los ejes de los polos magnéticos del estator del generador de tensión han de estar colocados de tal manera que el cruce por cero de la tensión alterna suministrada por el mismo generador corresponda a las posiciones angulares de los polos magnéticos del rotor identificadas por el punto o puntos muertos superiores del motor.

35 Según la invención, después de que un control de inversión ha sido accionado por un conductor del vehículo o un usuario, se reduce la velocidad del motor controlando el encendido con un retardo de encendido adecuado con respecto al punto muerto superior, mediante una ley de deceleración apropiada programada y controlada por el microprocesador, que actúa sobre la extensión de tal retardo; cuando el motor ha alcanzado una velocidad de rotación óptima preestablecida, se genera una chispa para un encendido adecuada y ampliamente adelantado con respecto al punto muerto superior, dirigido a invertir el movimiento del árbol motriz antes de que el pistón implicado alcance su punto muerto superior, y luego controlar el encendido con un avance óptimo usual para permitir que el motor siga girando en la dirección opuesta.

40 El aparato es capaz de detectar el resultado de un intento de inversión gracias al procesamiento, por la unidad de control, de las señales proporcionadas por el sensor magnético biestable y por el generador de tensión, y es capaz, por consiguiente, de controlar cualquier intento posterior y, si es necesario, de abandonar el procedimiento de inversión, reanudando el control normal del avance siempre que se produzcan ciertas condiciones, como, por ejemplo, el fallo de un cierto número de intentos.

45 Además, según la invención, la orden para la inversión del motor por el usuario es transmitida a la unidad de control a través de una interfaz diseñada para controlar todas las entradas y salidas que interactúan con el usuario, estando conectada dicha interfaz a la unidad de control de encendido por medio de un canal de comunicación en serie.

50 **Breve descripción de los dibujos**

A continuación se describirá la invención con mayor detalle con referencia a los ejemplos de los dibujos adjuntos, en los que:

55 la fig. 1 muestra un diagrama de bloques que ilustra un motor bicilíndrico de dos tiempos y una unidad de control electrónico según la invención;

ES 2 346 738 T3

la fig. 2 muestra un diagrama que indica el modo operativo del sensor biestable usado en el aparato electrónico según la invención;

5 figs. 3, 4 y 5 muestran diagramas que ilustran la implementación de dicho sensor biestable usando una sonda de efecto Hall biestable, en tres condiciones de polarización diferentes;

la fig. 6 muestra una vista de la sección transversal a escala ampliada de un generador de tensión de imanes permanentes, en sus componentes de estator y rotor, y del sensor magnético biestable, en el que se han mostrado los ejes de referencia significativos para el funcionamiento del aparato según la invención;

10

la fig. 7 muestra un diagrama de bloques de la unidad de control de encendido según la invención;

la fig. 8 muestra el diagrama de cableado del sensor magnético de efecto Hall biestable, en una fase en la que suministra energía a la sonda y simultáneamente transmite información a la unidad de control sobre el estado de la sonda, usando una única conexión;

15

la fig. 9 muestra una posible solución del bloque diseñado para suministrar una señal binaria correlacionada con la tensión del generador;

20 la fig. 10 muestra el diagrama de las señales binarias correlacionadas con el estado del sensor magnético y con la salida del generador de tensión, siempre que el motor gira en una dirección;

la fig. 11 muestra el diagrama de las señales binarias correlacionadas con el estado del sensor magnético y con la salida del generador de tensión, siempre que el motor gira en la dirección opuesta a la de la figura precedente;

25

la fig. 12 muestra un diagrama que representa las señales de las figuras previas en el caso de un intento en el que la inversión es exitosa;

la fig. 13 muestra un diagrama que representa las señales de las figuras previas en el caso de un intento en el que la inversión no es exitosa.

30

Descripción detallada de la invención

A continuación se ofrece una descripción de una realización preferente del aparato y el procedimiento para invertir la rotación de un motor de combustión interna de dos tiempos, según la invención.

35

En general, la invención puede aplicarse a cualquier motor de combustión interna, con uno o más cilindros de un tipo de dos tiempos; sin embargo, a continuación se describe la invención con especial referencia a un motor bicilíndrico, con regulación a 180°.

40

Con referencia al diagrama de la fig. 1, se ha usado la referencia 1 para indicar el rotor del volante de un generador de tensión de imanes permanentes que tiene un estator de doce polos 2, provisto de dos devanados del estator 3 y 4 diseñados respectivamente, el primero 3 para suministrar energía a una unidad de control electrónico 5 para controlar el sistema de encendido, y el segundo 4 para suministrar energía al sistema de alumbrado y el equipo auxiliar 6.

45

Por simplicidad del dibujo, los devanados del estator 3 y 4 se muestran esquemáticamente separados del estator 2.

El motor comprende a su vez un primer pistón P1 dentro del cilindro C1, y un segundo pistón P2 dentro del cilindro C2, que están conectados mecánicamente de una manera conocida en sí en posiciones opuestas a un cigüeñal del motor, que a su vez está conectado operativamente al rotor 1 del generador de tensión, como se muestra esquemáticamente.

50

El aparato de la fig. 1 también comprende un sensor biestable 7, definido más adelante, colocado de tal manera que está enfrentado a la pared periférica del rotor 1, de manera que el campo magnético procedente de los imanes permanentes del rotor, polarizado radialmente con polaridades opuestas N y S, activa el mismo sensor 7 en sincronismo con la rotación del motor, sólo cuando el flujo generado por los imanes puede cruzar y polarizar la sonda 7 a través de aberturas apropiadas 8, que están provistas en la tapa de material ferromagnético del rotor 1 para desviar el flujo.

55

El bloque 9 de la fig. 1 identifica un regulador de tensión alterna diseñado para regular la tensión producida por el devanado del estator 4 para suministrar energía para las cargas pensadas para el alumbrado o para otras funciones auxiliares, representadas en conjunto en la fig. 1 por el bloque 6.

60

La figura 1 también muestra un bloque 10 que representa una unidad de microprocesador para controlar las entradas y las salidas del aparato, que permite que el conductor del vehículo o el usuario del motor interactúe con el sistema.

65 Tal como se mencionó previamente, el aparato según esta invención contempla el uso de un único sensor biestable 7, para resolver el problema de lograr un sistema de encendido de control digital alimentado por un generador de tensión, capaz de conseguir la inversión de la dirección de rotación del motor en tanto que manteniendo el máximo grado de control y conocimiento de la posición angular, la velocidad del motor y su dirección de rotación.

ES 2 346 738 T3

Para los propósitos de esta descripción, la intención de la expresión “sensor biestable” es indicar cualquier tipo de sensor magnético o de otro tipo, sensible a la polarización de dos clases diferentes, por ejemplo de polaridades o signos opuestos, o de diferentes niveles, que es capaz de modificar y mantener su propio estado y, por consiguiente, también la señal de salida asociada con él en una de las dos configuraciones posibles, en relación con la polarización que se ha ejercido sobre el propio sensor.

Otra característica que debe satisfacer el sensor en cuestión para lograr los objetivos indicados es que una cierta posición angular del árbol motriz del motor, y por consiguiente del rotor conectado al mismo, debe corresponder con un mismo tipo de polarización del sensor, independientemente de la dirección de rotación del motor.

El diagrama de estado mostrado en la fig. 2 es una representación esquemática de la característica funcional de este tipo de sensor, en la que por “nivel 1” y “nivel 2” se indican los posibles estados que pueden ser asumidos por la salida del sensor, y por “polarización de tipo A” y “polarización de tipo B” la posible polarización que puede ser detectada por el sensor; su comportamiento puede describirse de la siguiente manera:

Polarización de tipo A: cuando el sensor detecta este tipo de polarización, por ejemplo en el caso ilustrado, detecta la presencia de un polo magnético Sur a través de una abertura 8 en el rotor, si el estado de la salida está en nivel 1, el estado de la salida permanecerá en nivel 1, mientras que si el estado de la salida está en nivel 2, el estado será conmutado a nivel 1.

Polarización de tipo B: cuando el sensor detecta este tipo de polarización opuesta al tipo previo, por ejemplo en el caso ilustrado, detecta la presencia de un polo magnético Norte a través de una abertura 10 en el rotor; si el estado de la salida está en nivel 2, el estado de la salida permanecerá en nivel 2, mientras que si el estado de la salida está en nivel 1, el estado será conmutado a nivel 2.

En ausencia de ambos tipos de polarización, la salida del sensor permanece en el estado actual, es decir, no se produce conmutación de un nivel a otro.

En la siguiente descripción se hará referencia, por lo tanto, meramente a modo de ejemplo, a un sensor magnético logrado usando una sonda de efecto Hall biestable cuyo elemento sensible 11 (figs. de la 3 a la 5) está instalado en una culata adecuada 12 de material ferromagnético, que tiene tres piezas de polo que se siguen entre sí angularmente, enfrentada a la pared periférica 13 del rotor 1; la culata 12 está fijada al cuerpo del motor, como está el estator 2 del generador, y es capaz de detectar el flujo magnético del rotor 1 que sale de aberturas adecuadas 8 en la pared cilíndrica 13 del rotor 1; las aberturas 8 son preferentemente en forma de agujeros alargados en la dirección del eje de rotación del rotor.

Haciendo referencia a la descripción previa, y a las figs. 3, 4 y 5, puede verse que cuando el elemento sensible 11 de la sonda Hall está enfrentado a un área de la superficie periférica 13 de un rotor en forma de taza 1 que carece de agujeros 8, como en la fig. 4, da lugar a la condición indicada en la fig. 2 por “ausencia de polarización”, porque el flujo generado por los imanes N y S del rotor circula a través de la pared periférica 13 del propio rotor.

Cuando, como en la fig. 3, el eje de una abertura 8 colocada en correspondencia con el polo de uno de los imanes N y S del rotor polarizado radialmente en una dirección, por ejemplo el imán S, está cerca del eje del sensor 7, coincidiendo con el eje del elemento sensible de la sonda Hall, da lugar a la condición indicada convencionalmente en la fig. 2 como “polarización de tipo A”.

Por último, como se muestra en la fig. 5, cuando el eje de una abertura 8 colocada en correspondencia con uno de los imanes del rotor polarizado radialmente en la dirección opuesta al anterior, por ejemplo el imán N, está cerca del eje del sensor 7, da lugar a la condición indicada convencionalmente en la fig. 2 como “polarización de tipo B”.

En el caso de aplicación en un motor bicilíndrico de dos tiempos, a 180°, como se indica esquemáticamente en la fig. 6, se realizan cuatro aberturas 8A, 8B, 8C y 8D, separadas angularmente una de otra como se ilustra en la fig. 6, donde la posición del rotor 1 está representada como correspondiendo a un desplazamiento de 8° con respecto a la posición asumida por el rotor en correspondencia con el punto muerto superior del pistón P1.

La fig. 6 también muestra la posición del estator 2 para definir unívocamente la fase de la señal transmitida por el devanado del estator 3 que suministra energía al encendido, con respecto a la señal de salida del sensor 7 y con respecto a la posición del punto muerto superior (PMS) de los pistones P1 y P2.

Puede verse que cuando el pistón P1 alcanza su PMS, es decir, cuando el árbol motriz y el rotor conectado a él se giran en una dirección en sentido de las agujas del reloj 8° con respecto a la posición indicada en la figura 6, el sensor 7 estará exactamente en mitad del arco entre los agujeros 8A y 8B, y los radios o extensiones polares del estator 2 estarán alineados con los ejes de los imanes N y S del rotor; en la fig. 6 se muestra el rotor desplazado 8° en una dirección en sentido contrario a las agujas del reloj con respecto a esta situación, para impedir que los ejes de las bielas coincidan con los de los cilindros y hagan peligrar la legibilidad del dibujo.

ES 2 346 738 T3

Debido a esta situación, en correspondencia con el punto muerto superior se produce una condición correspondiente de flujo magnético máximo a través de los devanados del estator, y por consiguiente también un paso para el cruce por cero de la tensión generada en los devanados del estator.

5 Dentro de la unidad de control 5 está dispuesto un circuito específico 62 capaz de generar una señal binaria correlacionada con la polaridad de la tensión alterna V_g para suministrar energía al circuito de encendido, generada por el devanado del estator 3 como se describe más adelante con referencia a la fig. 7.

10 La disposición simétrica de los dos agujeros 8A y 8B y respectivamente 8C y 8D con respecto al eje del sensor 7, en las condiciones del punto muerto superior, es ventajosa porque hace posible generar dos tipos de polarizaciones que siempre pueden ser correlacionadas con la tensión V_g del generador para obtener información sobre la fase y sobre la dirección de rotación del motor, dentro de un esquema sustancialmente simétrico en el que es fácil controlar la fase de encendido en ambas direcciones, haciendo referencia a un único sensor. Esto simplifica en gran medida el aparato, aumenta su fiabilidad de funcionamiento y reduce sustancialmente sus costes de fabricación.

15 Con referencia a las figs. 7 y 8, a continuación se ofrecerá una descripción más detallada del diagrama de bloques de la unidad de control de encendido controlada por microprocesador 5 que constituye parte del aparato según la invención.

20 Como se muestra en la fig. 7, la unidad de control 5 comprende un microprocesador 15 al que se suministra en una de sus entradas una primera señal binaria I1 procedente de una fase de entrada 16 conectada al sensor magnético 7.

25 Una segunda entrada del microprocesador 15 recibe una segunda señal binaria I2 suministrada por una fase de entrada adicional 17 que tiene la función de proporcionar una señal binaria correlacionada con las polaridades de la tensión alterna V_g que suministra energía al encendido, alimentado por el devanado del estator 3.

La referencia 18 en la fig. 7 indica un elevador de tensión o transformador elevador, mientras que la referencia 19 indica un circuito de alimentación para alimentar a los diversos bloques funcionales.

30 La salida U del microprocesador 15 se envía al electrodo de control de un conmutador electrónico SCR que constituye parte de un circuito de encendido convencional que comprende el condensador C conectado al devanado 3 a través del diodo D1, la bobina 20, para la descarga en las bujías 21, y el diodo de recirculación D2; por consiguiente, el circuito de encendido puede ser activado o desactivado por el microprocesador 15 de una manera programada apropiadamente para controlar el encendido del motor tanto durante las condiciones de rotación normal o rotación hacia delante, como durante la inversión de la rotación, así como durante la rotación en la dirección inversa del motor. El caso de la fig. 7 muestra, a modo de ejemplo, un encendido de tipo capacitivo.

35 La fig. 7 también muestra el bloque 10 para la interfaz con el conductor del vehículo a motor o el usuario, que tiene la tarea de controlar todas las entradas y salidas de las funciones que implican al conductor del vehículo. Las referencias 23 y 24 indican los circuitos por medio de los cuales el microprocesador 15 de la unidad de control de encendido 5 y el microcontrolador 25 del bloque de interfaz 10, obtienen acceso al canal de comunicaciones logrado por la conexión en serie S.

40 En particular, el microcontrolador 25 está programado para detectar cuándo el conductor opera el botón de inversión indicado por INV, y para enviar un mensaje apropiado a la unidad de control de encendido 5 para accionar el arranque del procedimiento de inversión.

45 Siempre, después de ordenarse la marcha atrás, que el motor está marchando en la dirección inversa, tal cambio de estado es comunicado por el microprocesador 15 al microcontrolador 25 de la interfaz 10, siempre por medio de la línea en serie S; en este caso el microcontrolador 25 activa un indicador óptico o acústico 26 para informar al conductor de que el vehículo está listo para marchar en la dirección inversa a la dirección normal, en otras palabras, que se ha iniciado el procedimiento para inversión de la rotación del motor.

50 En la interfaz 10 también está indicado el bloque funcional 27 que representa un circuito para suministrar energía al propio dispositivo capaz de extraer la energía necesaria del devanado 4 que suministra energía al sistema de alumbrado y el equipo auxiliar 6.

55 Puede parecer que esta solución es una complicación comparada con un sistema que controla directamente, después de la conexión directa a la unidad 5, un botón de inversión y un indicador acústico u óptico.

60 En el hecho real, la simplificación de cableado del sistema en general, y la posibilidad de suministrar energía a cualquier indicador acústico u óptico usando la corriente alterna del devanado del estator 4 pensado para el sistema de alumbrado y el equipo auxiliar, hace competitiva esta solución también desde el punto de vista de los costes, especialmente cuando la función de inversión del motor está instalada en un sistema de encendido que ya está provisto de otras entradas o salidas controladas respectivamente por o pensadas para el conductor del vehículo. A modo de ejemplo, podemos mencionar funciones de diagnóstico de los componentes sensores del sistema, conmutadores por medio de los cuales es posible seleccionar modos de funcionamiento particulares del sistema, entradas o salidas correlacionadas con funciones antirrobo integradas dentro del sistema.

ES 2 346 738 T3

La fig. 8 muestra el circuito del sensor magnético biestable 7, compuesto de una sonda Hall biestable y de los componentes electrónicos por medio de los cuales es posible obtener de la propia sonda la señal binaria I1 destinada para el microprocesador 15 y simultáneamente suministrar energía a la sonda 7 por medio de una única conexión, además de la de la conexión a tierra.

Puede verse, de hecho, que en sí mismo el elemento sensible 11 que constituye el núcleo del sensor 7 denominado hasta ahora como “sonda Hall biestable” está provisto de tres contactos destinados respectivamente para el suministro de energía E, la conexión a tierra M y la salida U1. El comportamiento de estos elementos sensibles a un campo magnético, denominados por diversos fabricantes como “conmutadores bipolares” o “sensores de posición digitales” o “cerrojos de efecto Hall de precisión” es el de tener dos estados estables que corresponden respectivamente a una baja y una alta impedancia a tierra del contacto de salida, y en este sentido también se denominan como “conmutadores”, y de conmutar entre estos dos estados cuando son polarizados por un campo magnético con una cierta polaridad y sobre un cierto umbral de intensidad.

Según una característica particular de esta invención, se usa un único conductor tanto para suministrar energía al sensor magnético como para obtener su señal de salida.

A este respecto, el contacto E para suministrar energía a la sonda Hall 11 está conectado, por medio de cableado apropiado y una resistencia R2, a una fuente de tensión continua Vcc alimentada por el bloque 19 de la fig. 7.

En la misma figura también puede verse que, dispuesto entre la salida U1 y la entrada E que suministra energía a la sonda Hall 11, está un circuito en paralelo que comprende un resistor R1 diseñado para permitir la circulación de una corriente I a través de la sonda cuando su salida U1 está en uno de los estados contemplados, en particular en el estado que corresponde a una baja impedancia del contacto M a tierra.

La tensión V2 que representa la división de la tensión Vcc con respecto a R2 y a la impedancia equivalente de la sonda 11 a tierra, también está provista en la entrada negativa de un comparador de tensión 30, cuya entrada positiva está provista de una tensión de referencia U1 que resulta de una división de la tensión Vcc definida por las resistencias R3 y R4.

El comparador de tensión 30 suministra a su vez una señal I1 a su salida en forma de una señal binaria que luego es suministrada a una entrada correspondiente del microprocesador 15 de la fig. 7.

El principio de funcionamiento en el que se basa el circuito de la fig. 8 puede describirse de la siguiente manera: los resistores R1, R2, R3 y R4 están dimensionados de tal manera que cuando el elemento sensible 11 de la sonda Hall está en su estado de baja impedancia, la tensión V2 presente en la entrada negativa del comparador de tensión, equivalente a $V_{cc} - I \times R2$ con I igual a la corriente Is que alimenta a la sonda, añadida a la corriente Ia absorbida por la salida U1 de la sonda a través de R1, es inferior a la tensión V1 que asume invariablemente el valor dado por la expresión $V_{cc} \times R3 / (R3 + R4)$; esto conduce obviamente a un valor “alto” de la salida I1 del comparador de tensión 30. A la inversa, cuando el elemento sensible 11 está en su estado de alta impedancia, la corriente I está compuesta sólo de la corriente Is para alimentar a la sonda, dando lugar a una V2 superior a V1 y, por consiguiente, un valor bajo de la salida I1.

Con referencia a la fig. 9, a continuación se ofrece una descripción de una posible realización del bloque 17 de la fig. 7 que tiene la función de proporcionar la señal binaria I2 correlacionada con la polaridad de la tensión alterna Vg generada por el devanado 3 para suministrar energía al encendido.

Como se muestra en la fig. 9, el bloque 17 comprende un transistor cuya base es polarizada por medio del resistor R5 con la tensión Vg procedente del devanado 3 del generador de tensión, y respectivamente con una tensión constante que representa una división de la tensión Vcc suministrada por un resistor R6. A su vez, el circuito colector-emisor del transistor TR está conectado al circuito 19 para suministrar energía a los diversos bloques funcionales, por medio del resistor para división de la tensión de entrada Vcc, puesta a tierra respectivamente; de esta manera, en la salida del bloque 17 se suministra una señal binaria I2 cuya fase está correlacionada con la de la tensión Vg del generador.

A continuación se describirá el modo de funcionamiento del aparato descrito, tanto en el caso del funcionamiento normal del motor, es decir, con rotación hacia delante, como en el caso de su funcionamiento con rotación invertida, con referencia a los gráficos de las figs. 10 y 11. Estos diagramas muestran las evoluciones de las señales I1 asociadas con el estado de la sonda magnética biestable 7, e I2 asociada con la tensión Vg para suministrar energía al circuito de encendido a medida que la posición angular α del árbol motriz evoluciona con respecto al caso de regulación, en ambas direcciones de rotación.

La velocidad de rotación del motor, así como los sucesos que determinan unívocamente la posición angular del rotor 1 capaces de permitir el control digital adecuado del encendido en ambas direcciones de rotación, pueden determinarse usando las señales binarias I1 e I2.

ES 2 346 738 T3

Haciendo referencia a la fig. 10 que muestra los diagramas relacionados con una rotación hacia delante del motor, pueden hacerse las siguientes observaciones:

- 5 - los frentes negativos de la señal I1 corresponden a una posición angular que adelanta 53° el PMS de uno de los cilindros del motor, por ejemplo el cilindro C1;
- los frentes positivos de la señal I1 corresponden a una posición angular que está retrasada 53° con respecto al PMS del cilindro C1 referido en el punto precedente;
- 10 - el primer frente negativo de la señal I2 que sigue a un frente negativo de la señal I1 corresponde a una posición angular del rotor que coincide con el PMS del pistón P1 del cilindro C1 de referencia;
- resulta obvio que el microprocesador 15 programado para reconocer estos sucesos, también podrá obtener fácilmente la velocidad de rotación midiendo el tiempo transcurrido entre dos de los sucesos descritos anteriormente.

15 Haciendo referencia a la fig. 11 que muestra los diagramas relacionados con una rotación inversa del motor, pueden hacerse las siguientes observaciones:

- 20 - los frentes positivos de la señal I1 corresponden a una posición angular que adelanta 53° el PMS del cilindro de referencia C1.
- los frentes negativos de la señal I1 corresponden a una posición angular que está retrasada 53° con respecto al PMS del cilindro de referencia mencionado anteriormente;
- 25 - el primer frente negativo de la señal I2 que sigue a un frente positivo de la señal I1 corresponde a una posición angular del rotor que coincide con el PMS del pistón P1 del cilindro C1 de referencia;
- también resulta obvio en este caso que el microprocesador 15 programado para reconocer estos sucesos, también podrá obtener fácilmente la velocidad de rotación midiendo el tiempo transcurrido entre los dos sucesos descritos anteriormente.

30 Al observar de nuevo los diagramas de las figs. 10 y 11, puede verse que, en el caso de rotación hacia delante, los frentes negativos de la señal I1 siempre se producen cuando la señal I2 es baja, y los frentes positivos de la señal I1 siempre se producen cuando la señal I2 es alta, mientras que en el caso de rotación inversa los frentes positivos de la señal I1 siempre se producen cuando la señal I2 es baja, y los frentes negativos de la señal I1 siempre se producen cuando la señal I2 es alta.

35 Es sumamente sencillo, por lo tanto, por medio de un programa de control adecuado llevado a cabo por el microprocesador 15, usando este criterio, determinar la dirección efectiva de rotación del motor.

40 Puede observarse que, como es posible reconocer sucesos asociables con posiciones angulares suficientemente adelantadas con respecto al PMS, el programa llevado a cabo por el microprocesador de control 15 puede controlar el avance del encendido, definiendo un retardo adecuado que corresponde a un cierto ángulo de fase indicado en las figs. 10 y 11 por α en ambas direcciones de rotación; teniendo la posibilidad de identificar sucesos que corresponden a posiciones cercanas al PMS es posible activar el encendido en una posición definida adecuada incluso siempre que, debido a la irregularidad cíclica del motor, no sea posible tener la precisión necesaria al establecer una correspondencia entre arcos y tiempos, todo esto en ambas direcciones de rotación; también es posible identificar inmediatamente la dirección de rotación con la mayor certeza, todo esto con el uso de un único sensor, mediante el sencillo recurso de regulación adecuada del sensor 7 y las aberturas pertinentes 8 para la activación de éste, tanto con respecto al ciclo de trabajo del motor como con respecto a la señal para suministrar al circuito de encendido energía desde el generador.

55 El uso de sistemas convencionales o sistemas conocidos de los documentos anteriores no conduce al logro de estos resultados, o en cualquier caso conduce a resultados menos fiables por el uso de más de un sensor, debido tanto a las características intrínsecas de los sensores usados, como al hecho de que a velocidades sumamente bajas o aproximadamente en el momento de la inversión, los algoritmos basados en la correspondencia entre arcos y ángulos se vuelven críticos, conduciendo a la producción de sistemas que bajo ciertas condiciones pueden ser funcionalmente eficientes, pero son indudablemente más caros y más críticos en cuanto a su configuración.

60 Todo esto se obvia por medio del aparato según esta invención que contempla el uso de un único sensor magnético biestable, activado por el flujo del mismo campo magnético así como el generador de tensión, debido a la simetría del sistema magnético con respecto al ciclo del motor que contempla, en la posición del rotor que corresponde al PMS de los pistones, una posición central de la sonda magnética 3 con respecto a los dos agujeros 8A y 8B u 8C y 8D provistos para activar el sensor, y la colocación del eje de magnetización de los imanes del rotor en correspondencia con los ejes de los radios del estator.

65 El sistema descrito previamente por medio del cual el aparato según esta invención es capaz de establecer la dirección de rotación del motor, sirve esencialmente para determinar si el procedimiento de inversión del motor ha tenido éxito o no, en cuyo caso el microprocesador 15 puede accionar nuevos intentos o abandonar la inversión, siguiendo

ES 2 346 738 T3

controlando el encendido en la dirección actual dependiendo de si se producen determinadas condiciones o no, como la detección de una velocidad de rotación excesivamente baja, o el fallo de un número de intentos preestablecido.

5 La fig. 12 muestra las evoluciones en el tiempo de las señales binarias I1 e I2 correlacionadas respectivamente con la salida del sensor magnético 7 y con la tensión Vg generada por el devanado del estator 3 diseñado para suministrar energía al circuito de encendido, correspondientemente a una maniobra de inversión llevada a cabo satisfactoriamente desde una condición de rotación hacia delante hasta una condición de rotación inversa; puede observarse que después de la chispa de inversión activada en el instante T1, y por lo tanto con antelación con respecto al PMS del pistón P2 (debería tenerse presente que en el ejemplo en cuestión el frente negativo de la señal I1 que precede a T1 está adelantado 53 grados con respecto al PMS del cilindro C2), el frente positivo subsiguiente de la señal I1 es detectado en el instante T2 cuando la señal I2 es baja; esta condición indica que la inversión ha tenido lugar correctamente y que el sistema debe, por lo tanto, hacer saltar la siguiente chispa en el siguiente frente negativo de la señal I2 cercano al PMS del cilindro C1, comenzando el control correcto del encendido en la dirección inversa.

15 La fig. 13 muestra las evoluciones en el tiempo de las señales binarias I1 e I2 correlacionadas respectivamente con la salida del sensor magnético 7 y con la tensión Vg generada por el devanado del estator 3 diseñado para suministrar energía al circuito de encendido, correspondientemente a un intento fallido de inversión mientras el motor está girando en una dirección hacia delante; puede observarse que después de la chispa de inversión activada en el instante T1, y por lo tanto con antelación con respecto al PMS del pistón P2 (debería tenerse presente de nuevo que el frente negativo de la señal I1 que precede a T1 está adelantado 53 grados con respecto al PMS del cilindro C2), el frente positivo subsiguiente de la señal I1 es detectado en el instante T2 cuando la señal I2 es alta; esta condición indica que la inversión no ha tenido lugar y que el sistema debe, por lo tanto, decidir si hacer saltar la siguiente chispa con un cierto retardo con respecto al frente negativo subsiguiente de la señal I1 para llevar a cabo un nuevo intento de inversión, o tras la aparición del primer frente negativo de la señal I2 que sigue al frente negativo de la señal I1 para formar la chispa cerca del PMS del cilindro C1, continuando el control correcto del encendido en la dirección hacia delante.

A continuación se ofrecerá una descripción de cómo el aparato según esta invención lleva a cabo la maniobra que conduce a la inversión de rotación del motor:

- 30 - mientras que se mantiene el motor funcionando a mínimas rpm, accionando el control INV en primer lugar se modifica la regulación de la formación de chispa de encendido controlada de una manera programada por el microprocesador 15 para obtener una reducción de la velocidad de rotación. En particular, en esta fase se contempla un cierto retardo en la formación de chispa con respecto al PMS de los pistones del motor, es decir, cuando el pistón ya ha comenzado su carrera descendente; esta maniobra implica una reducción de la energía disponible para suministrar energía a la rotación del motor, haciendo así que reduzca la velocidad;
- 35 - cuando la velocidad de rotación, después de la maniobra descrita anteriormente, es suficientemente baja, o inferior a un umbral dado programado apropiadamente en la unidad de control electrónico, se generará una chispa de encendido, considerablemente con antelación con respecto al PMS de un pistón, que, activando la combustión considerablemente con antelación con respecto a la regulación óptima para el funcionamiento normal del motor, es decir, cuando el pistón está subiendo y aún no ha alcanzado la posición adelantada normal con respecto al PMS del propio pistón, por ejemplo con un avance comprendido entre 20° y 60°, desarrollará una alta presión durante la fase de compresión conduciendo a un trabajo negativo dirigido a la inversión de la dirección de rotación, antes de que el pistón alcance su PMS;
- 40 - después de haber generado la chispa dirigida a la inversión, como se describió en el punto precedente, el sistema comprobará el resultado del intento de inversión procesando las señales binarias I1 e I2 en las salidas del microprocesador 15 para determinar la dirección de rotación del motor como se describió previamente: si el intento de inversión ha tenido éxito, el sistema se encarga del control correcto del encendido en la nueva dirección de rotación, y se considera que se ha terminado la operación de inversión; si, por el contrario, se reconoce el fallo de dicho intento de inversión, el sistema es capaz de controlar un cierto número de nuevos intentos antes de abandonar la operación de inversión, continuando el control normal del encendido en la dirección actual.

55 Como parte del aparato según esta invención está la unidad identificada por el bloque 10 en las figs. 1 y 7 diseñada para controlar las entradas y salidas del sistema, que están dirigidas a interactuar con el usuario o conductor del vehículo; esta unidad integra o está conectada a todas las entradas y salidas implicadas en la interacción del sistema con el usuario que son contempladas por la aplicación específica; en particular, la fig. 7 muestra el botón de control de inversión INV y el indicador acústico de rotación inversa 26 en que son los únicos dispositivos de este tipo directamente implicados en la descripción de esta invención.

60 La unidad 10 de la fig. 1 se describe con mayor detalle en la fig. 7 que muestra el microprocesador 25 programado adecuadamente para comunicarse a través de un circuito de interfaz 24, por medio de la línea de comunicación en serie S, y la interfaz 23, con la unidad 5 para controlar el encendido, así como para monitorizar el estado de activación de los botones INV y de los conmutadores 28 integrados en el dispositivo 10 o conectados de otro modo al mismo, para enviar, a través de la línea de comunicación S, mensajes adecuados al microprocesador 15 de la unidad de control, y programado para recibir información procedente de la unidad 5 relacionada con su condición operativa y para controlar las pantallas, indicadores o más en general las salidas asociadas con la condición operativa del sistema de encendido.

ES 2 346 738 T3

El diagrama de la fig. 7 también muestra el bloque 27 que representa un circuito que suministra energía a la unidad 10 para interacción con el conductor, y cualquier indicador óptico o acústico controlado por éste, obteniendo la energía necesaria desde el devanado 4 diseñado para suministrar energía al sistema de alumbrado y el equipo auxiliar.

5 Para considerar los objetivos de esta solución dentro del campo de aplicación de vehículos a motor para los que está pensada esta invención, nos gustaría explicar previamente unas cuantas observaciones de naturaleza general relacionadas con las aplicaciones de referencia:

10 - el tipo de aplicación hace sumamente importante que la unidad de control de encendido sea sumamente ligera y compacta;

- es importante que las conexiones contempladas en el área del compartimento del motor sean herméticas o con un alto grado de protección contra agentes ambientales como salpicaduras de agua, suciedad y diversos agentes químicos;

15 - los dispositivos pensados para controlar el motor, como sensores de fase u otros sensores diseñados para aumentar la precisión y eficiencia del control de encendido, como sensores de temperatura, sensores de posición de la válvula reguladora de suministro de combustible o sensores de detonación, siempre están colocados en el compartimento del motor y, por consiguiente, cerca de la unidad de control de encendido que, como en nuestro caso, también integra la bobina de encendido, está colocada cerca de las bujías; los conmutadores, botones y cualquier indicador óptico o acústico o indicadores que muestran los parámetros operativos del encendido diseñados para interacción del sistema con el conductor están colocados obviamente cerca del conductor;

20 - los indicadores acústicos y ópticos y, en general, los dispositivos de visualización implican entradas eléctricas comparables y a veces mucho más elevadas que las típicas entradas de incluso el más sofisticado circuito de encendido.

25 A la luz de las observaciones precedentes, está claro que la solución propuesta según esta invención, además de resolver el problema relacionado con el suministro de energía a las salidas (bombillas, pantallas o indicadores acústicos) porque el devanado 5 diseñado para suministrar energía al sistema de alumbrado y el equipo auxiliar proporciona una fuente de alimentación totalmente suficiente para este propósito, también permite una considerable racionalización y simplificación del cableado del sistema, lo que tiene como resultado una significativa reducción de costes.

30 También puede verse que la modularidad así introducida permite mayores economías de escala y simplificación de la gestión de producción en el caso de la gama de aplicaciones que contemplan configuraciones más o menos complejas de los dispositivos para interacción con el conductor.

35 A partir de lo que se ha descrito, resultará evidente que la invención está dirigida a un procedimiento y a un aparato electrónico para inversión de la dirección de rotación de un motor de combustión interna tal como se definió; la invención también está dirigida a un kit para equipar un motor de combustión interna por medio de un aparato electrónico para inversión de la dirección de rotación del motor que comprende una unidad de control por microprocesador, programada para controlar la fase de encendido tanto durante la rotación hacia delante, como durante la rotación inversa, así como para controlar el procedimiento de inversión de rotación, basándose en información obtenida de una primera señal binaria emitida por un sensor magnético biestable activado por el flujo magnético del generador, y por una segunda señal binaria correlacionada con la tensión del generador: se hace que se invierta la dirección de rotación introduciendo un retardo en el encendido, y generando posteriormente una chispa adelantada mientras el motor todavía está girando en la dirección original; esta solución permite que el aparato sea aplicado inicialmente sin la unidad controlada por microprocesador 10 para controlar las entradas y salidas de la unidad de control electrónico 5, como en un sistema de encendido normal. La unidad controlada por microprocesador 10, para controlar la inversión del motor, también puede aplicarse posteriormente.

Referencias citadas en la descripción

55 Esta lista de referencias citadas por el solicitante es sólo para la comodidad del lector. No forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha tomado especial cuidado en la compilación de las referencias, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patentes citados en la descripción

- 60
- US 5036802 A [0003]
 - US 5782210 A [0003]
 - US 5794574 A [0003]
- 65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para invertir la rotación de un motor de combustión interna de dos tiempos que tiene un generador de tensión (1, 2) para generar una tensión alterna (Vg) que tiene diferentes polaridades para un circuito de encendido (20, 21), y un aparato de control electrónico (5) que comprende una unidad de microprocesador (15) para controlar la tensión alterna (Vg) suministrada a dicho circuito de encendido (20, 21), en el que la inversión de rotación se realiza después de una reducción de la velocidad de rotación del motor, **caracterizado** por las etapas de:
- 10 - proporcionar a dicho aparato de control (5) un sensor biestable (7) que tiene primer y segundo estados conductores, y conmutar cíclicamente el sensor (7) entre dichos primer y segundo estados durante la rotación del motor;
- 15 - generar una primera señal binaria (I1) que tiene primer y segundo niveles operativos correlacionados con dichos primer y segundo estados conductores del sensor biestable (7);
- 20 - generar una segunda señal binaria (I2) que tiene primer y segundo niveles operativos correlacionados con las polaridades de la tensión alterna (Vg) suministrada al circuito de encendido (20, 21);
- 25 - detectar la velocidad y dirección de rotación del motor, basándose en información obtenida por la unidad de control por microprocesador (5) a partir de dichas primera (I1) y segunda (I2) señales binarias;
- reducir la velocidad de rotación del motor mientras aún está girando en la dirección detectada, retrasando la formación de chispa del circuito de encendido (20, 21) con respecto a un punto muerto superior del motor; y
- 30 - efectuar una inversión de rotación del motor formando la chispa con antelación, con respecto a dicho punto muerto superior del motor.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por la etapa de reducir la velocidad de la rotación retrasando el encendido del motor, con respecto al punto muerto superior, cambiando la extensión del retardo de encendido según un procedimiento de deceleración programado en dicha unidad de control por microprocesador (15).
3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por la etapa de reconocer, por medio de dicha unidad de control por microprocesador (15), el suceso de rotación inversa del motor basándose en información obtenida de dichas primera y segunda señales binarias (I1, I2), y continuar un control normal de las chispas de encendido para mantener la dirección invertida de rotación del motor.
- 35 4. Procedimiento según la reivindicación 3, **caracterizado** por la etapa de reconocer la rotación inversa del motor en relación con una condición baja de la señal binaria (I2) correlacionada con la tensión (Vg) del generador, en correspondencia con el primer frente positivo de la señal binaria (I1) emitida por el sensor biestable (7), después de la activación de una chispa de inversión.
- 40 5. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** por la etapa de reconocer, por medio de dicha unidad de control por microprocesador (15), una rotación inversa fallida del motor basándose en información obtenida de dicha primera (I1) y dicha segunda (I2) señales binarias, y causar la repetición de al menos una segunda fase de inversión de rotación.
- 45 6. Procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado** por la etapa de detectar una inversión de rotación fallida en relación con la señal binaria (I2) correlacionada con la tensión del generador, y del primer frente positivo de la señal binaria (I1) emitida por el sensor biestable (7), después de la activación de una chispa de inversión.
- 50 7. Procedimiento según la reivindicación 1 en el que el generador de tensión comprende un devanado del estator (2) y un rotor de imanes permanentes (1) para proporcionar un campo de excitación magnética, **caracterizado** porque dicha primera señal binaria (I1) es generada por un sensor magnético biestable (7) conmutado cíclicamente a su primer y segundo estados conductores por el campo magnético del mismo rotor (1).
- 55 8. Procedimiento según la reivindicación 7, según el cual el generador de tensión comprende un rotor en forma de taza (1) que tiene una pared periférica (13), **caracterizado** porque el sensor magnético biestable (7) es conmutado a su primer y segundo estados conductores por flujos magnéticos de polaridades opuestas, a través de aberturas separadas angularmente (8) en la pared periférica (13) del rotor (1).
- 60 9. Aparato electrónico para inversión de rotación de un motor de combustión interna que tiene al menos una unidad de cilindro-pistón de dos tiempos (P1, C1; P2, C2), que comprende:
- 65 - un circuito de encendido del motor (20, 21);
- un generador de tensión que tiene un rotor de imán permanente (1) y un estator (2) provisto de un devanado (3) para generar una tensión alterna (Vg) para suministrar energía al circuito de encendido (20, 21);

ES 2 346 738 T3

- medios para suministrar señales de fase correlacionadas con la dirección y velocidad de rotación del motor; y
- una unidad de control por microprocesador (15), para controlar las fases de formación de chispa del circuito de encendido (20, 21) y para efectuar una inversión de rotación del motor,

5

caracterizado por comprender:

- un sensor biestable (7) que tiene primer y segundo estados conductores, siendo dicho sensor biestable (7) activable cíclicamente durante la rotación del motor para la generación de una primera señal binaria (I1) correlacionada con dichos primer y segundo estados conductores;
- un circuito para generar una segunda señal binaria (I2) correlacionada con las polaridades de la tensión alterna (Vg) para el circuito de encendido (20, 21);
- comprendiendo la unidad de control por microprocesador (15) entradas de señal alimentadas con dichas primera y segunda señales binarias (I1, I2), estando programada dicha unidad de control (15) para determinar la velocidad y dirección de rotación del motor, y para controlar el encendido (20, 21) del motor durante la rotación hacia delante e inversa, y para reducir la velocidad e invertir la rotación del motor basándose en información obtenida a partir de dichas primera y segunda señales binarias (I1, I2).

10

15

20

10. Aparato según la reivindicación 9, **caracterizado** porque dicho sensor biestable (7) comprende una sonda magnética activada por el campo magnético del generador de tensión (1, 2).

25

11. Aparato según la reivindicación 10, **caracterizado** porque dicho sensor magnético (7) comprende una sonda Hall biestable.

30

12. Aparato según la reivindicación 9, **caracterizado** porque dicha unidad de control por microprocesador (15) está programada para determinar la dirección de rotación del motor en relación con los estados de dicha segunda señal binaria (I2) y en correspondencia con los frentes ascendente y descendente de la primera señal binaria (I1).

35

13. Aparato según la reivindicación 9, en el que dicho sensor biestable (7) comprende un sensor magnético activado por un flujo magnético del generador de tensión (1, 2), y en el que el rotor (1) del generador de tensión comprende una pared periférica (13) para sostener una pluralidad de imanes polarizados radialmente que tienen polos alternos (N, S) de polaridades opuestas,

40

caracterizado porque el rotor (1) comprende al menos un primer y un segundo medios de circulación (8) para circulación de flujo hacia el sensor (7) que se pueden alinear con imanes polarizados opuestamente (N, S) separados angularmente sobre la pared periférica (13) del rotor (1).

45

14. Aparato según la reivindicación 13, **caracterizado** porque dichos medios de circulación de flujo comprenden aberturas separadas angularmente (8) en la pared periférica (13) del rotor (1).

50

15. Aparato según la reivindicación 14, **caracterizado** porque dichas aberturas (8) para el flujo magnético se extienden en la dirección del eje de rotación del rotor (1).

55

16. Aparato según la reivindicación 13, **caracterizado** porque dichos primer y segundo medios de circulación de flujo (8) están dispuestos en la pared periférica (13) del rotor (1) en una posición simétrica con respecto al sensor magnético (7), en la condición del punto muerto superior de un pistón (P1, P2) del motor.

60

17. Aparato según la reivindicación 16, **caracterizado** porque dichos primer y segundo medios de circulación de flujo (8) están dispuestos en un espacio angular comprendido entre 40° y 60°.

65

18. Aparato según la reivindicación 9, en el que dicho sensor magnético biestable (7) comprende una entrada y una salida para una señal de control correlacionada con el primer y segundo estados conductores del sensor (7),

caracterizado porque un circuito resistivo (R1) está conectado en derivación entre dichas entrada y salida del sensor (7), y porque la entrada y la salida del sensor (7) están conectadas a una fuente de alimentación de tensión (Vcc) respectivamente a un comparador de tensión (30) para la generación de dicha primera señal binaria (I1), por medio de un único conductor.

19. Aparato según la reivindicación 9, **caracterizado** porque los ejes de los polos magnéticos (N, S) del estator (2) están colocados de manera que el cruce por cero de la tensión alterna (Vg) suministrada al circuito de encendido (21) corresponde a las posiciones angulares de los polos magnéticos (N, S) del rotor (1), en correspondencia del punto muerto superior de un pistón (P1, P2) de un cilindro (C1, C2) del motor.

20. Aparato según la reivindicación 9, **caracterizado** por comprender un microcontrolador (25) para la gestión de la entrada y salida interactuando con un usuario, conectado a la unidad de control de encendido (15).

ES 2 346 738 T3

21. Aparato según la reivindicación 20, **caracterizado** porque dicho microcontrolador (25) está conectado a la unidad de control de encendido (15) por un canal de conexión en serie (S).

5 22. Aparato según la reivindicación 9, **caracterizado** porque dicha unidad de control de encendido (15) está programada para generar una chispa para la inversión de la rotación, que tiene un avance comprendido entre 20° y 60°, con respecto al punto muerto superior del motor.

10 23. Un kit de inversión de rotación para actualizar un motor de combustión interna que tiene al menos una unidad de cilindro-pistón de dos tiempos, que comprende un aparato según una de las reivindicaciones de la 9 a la 22.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

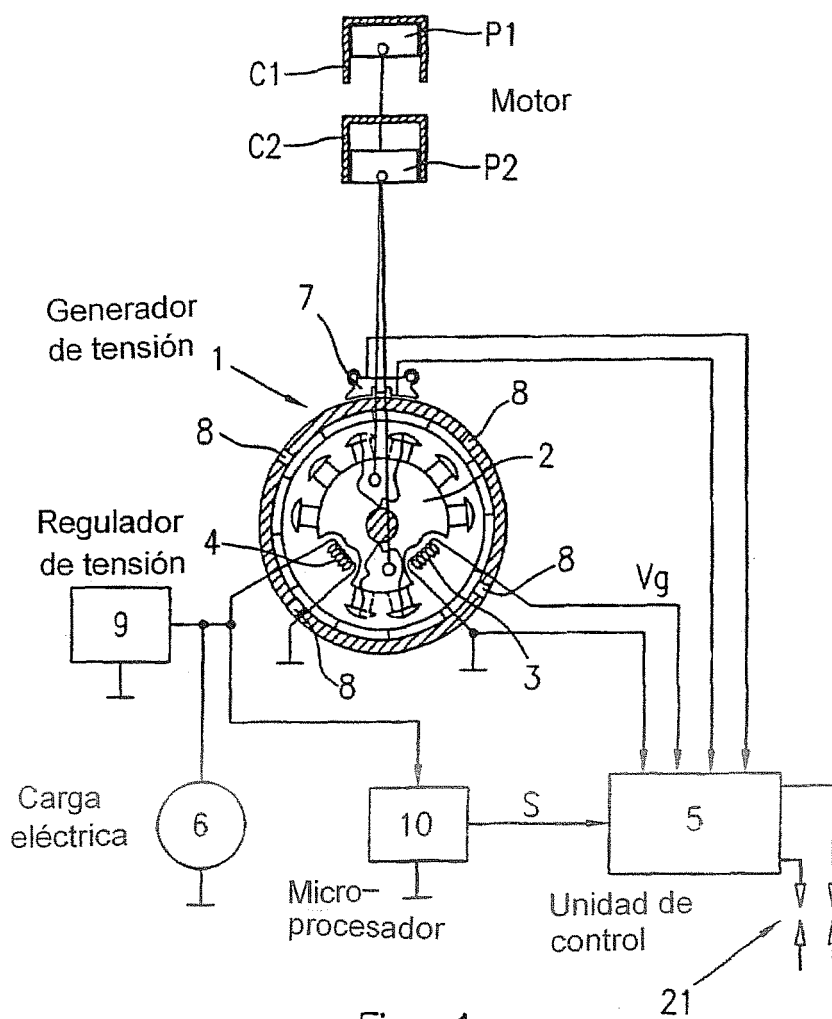


Fig. 1

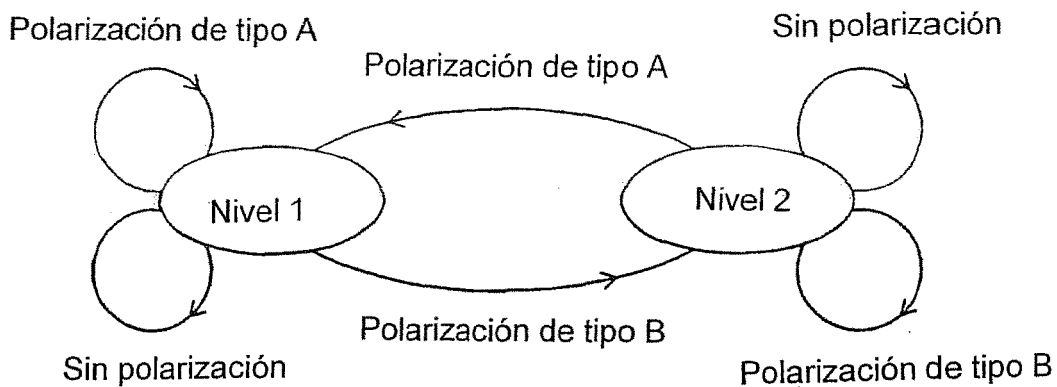


Fig. 2

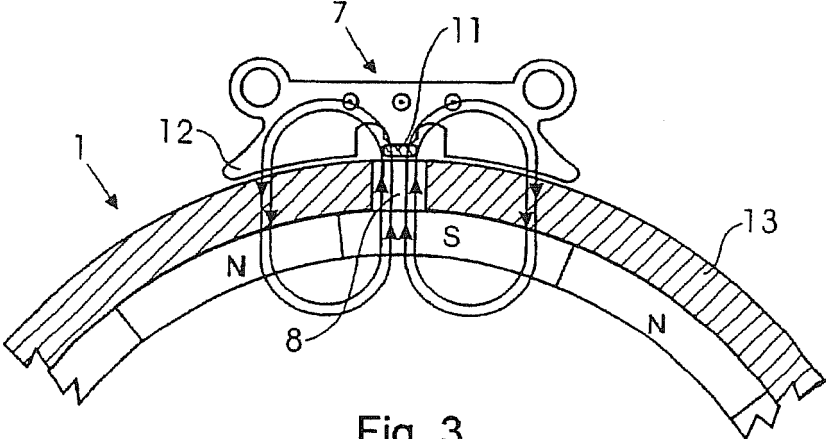


Fig. 3

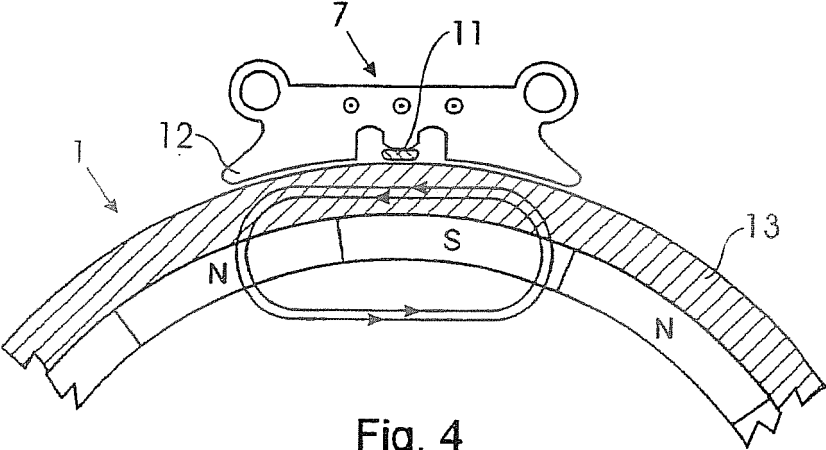


Fig. 4

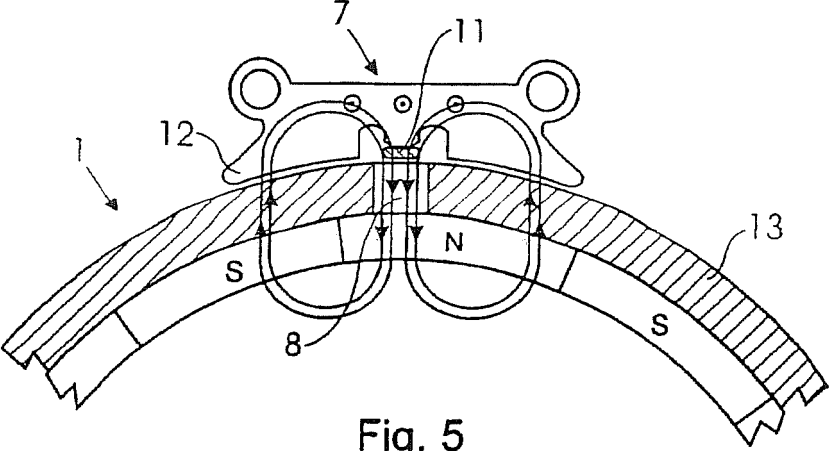


Fig. 5

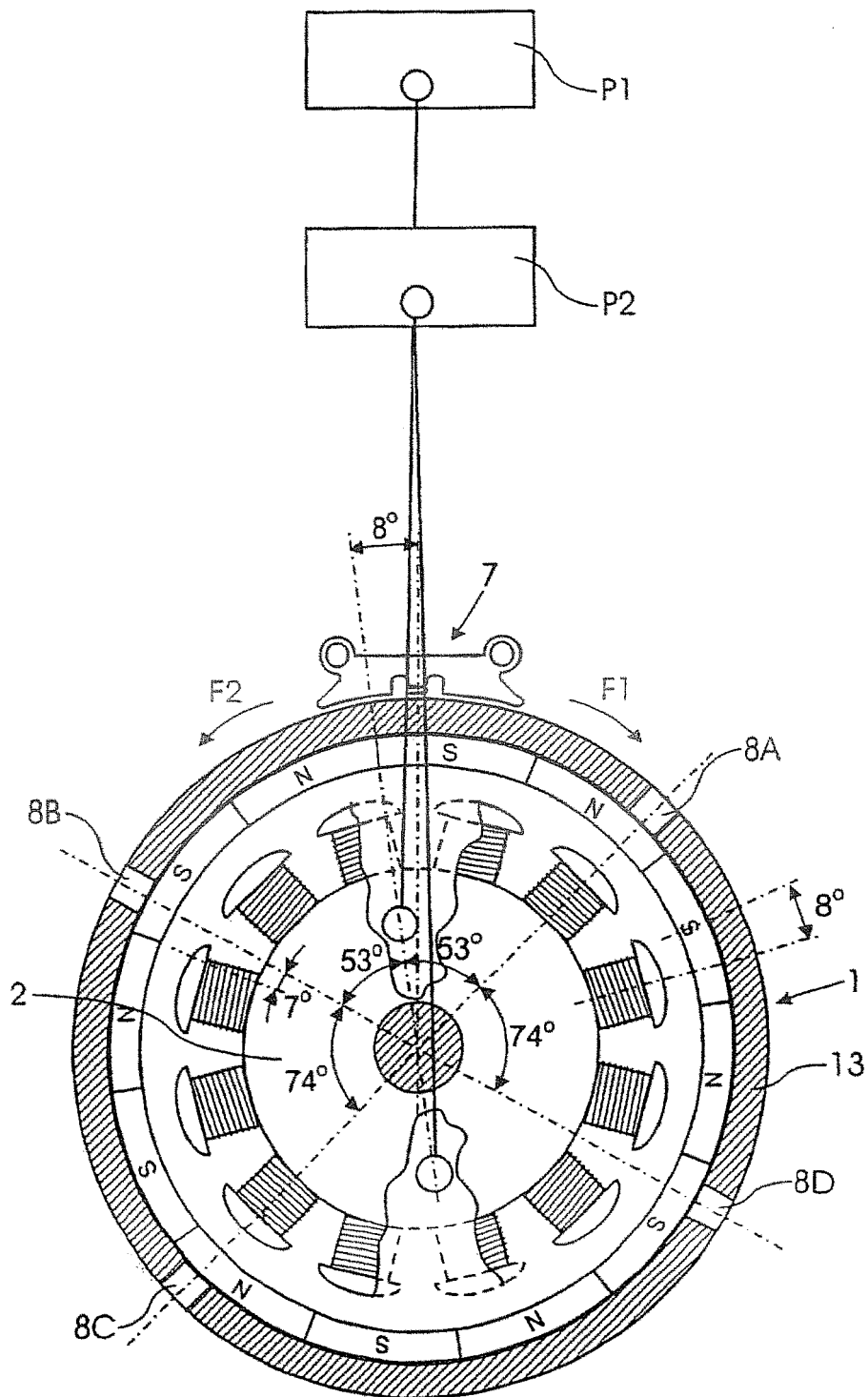


Fig. 6

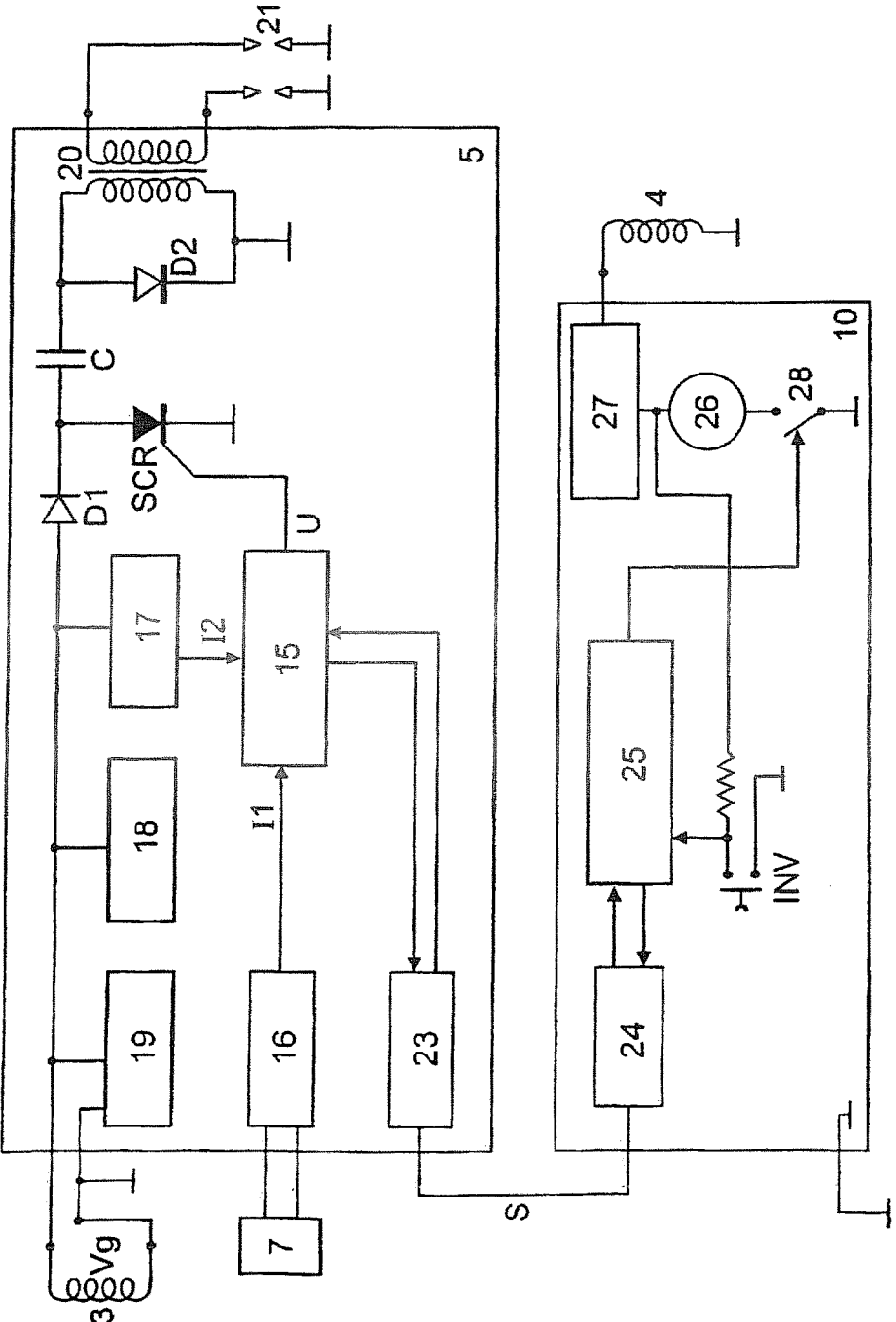


Fig. 7

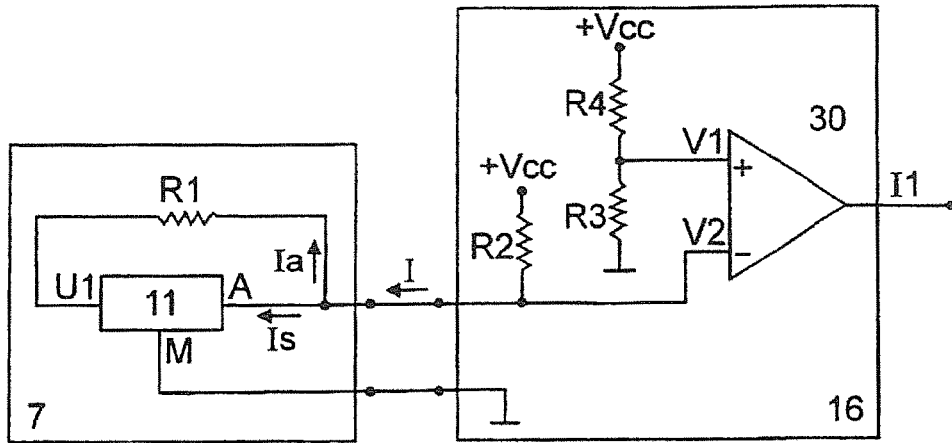


Fig. 8

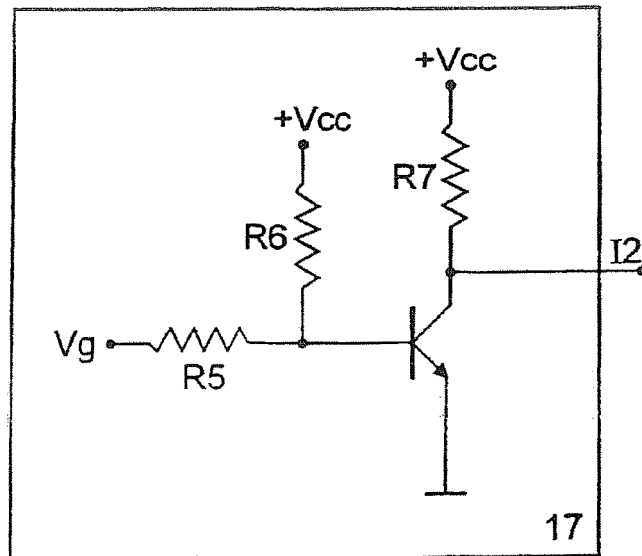


Fig. 9

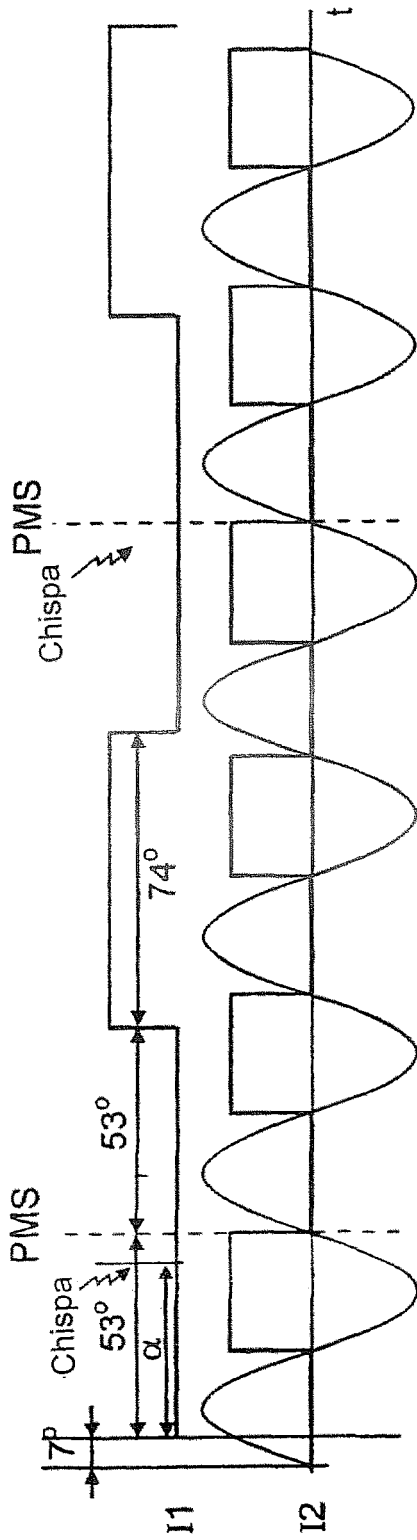


Fig. 10

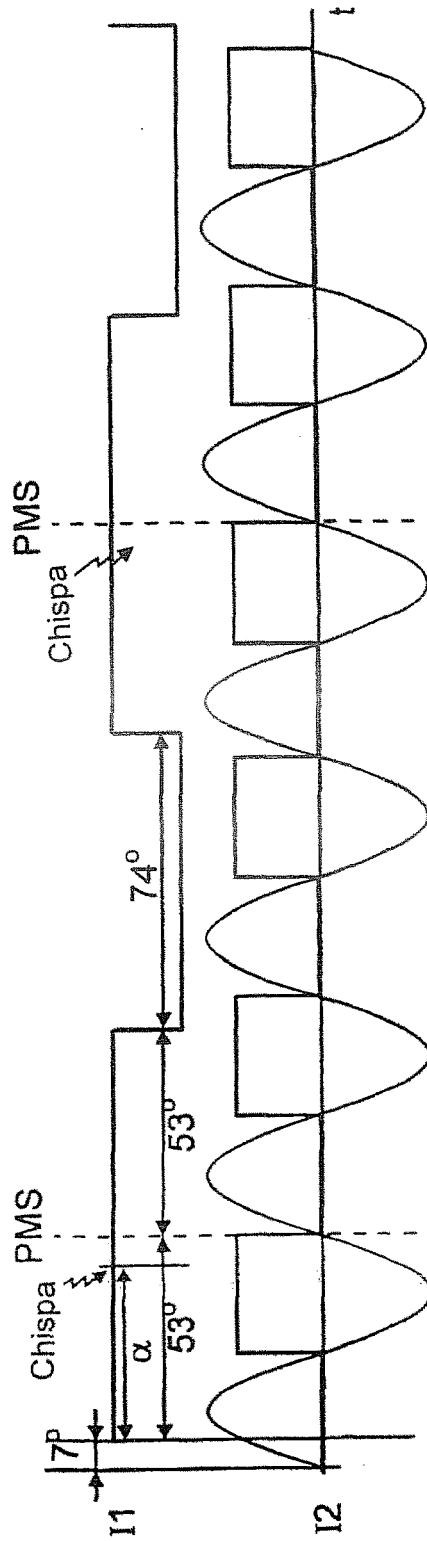


Fig. 11

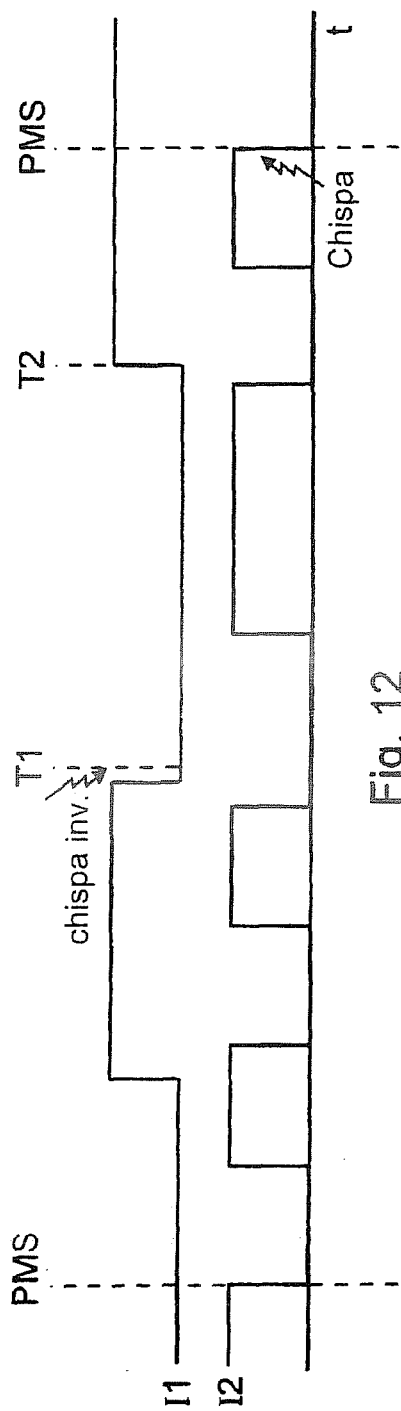


Fig. 12

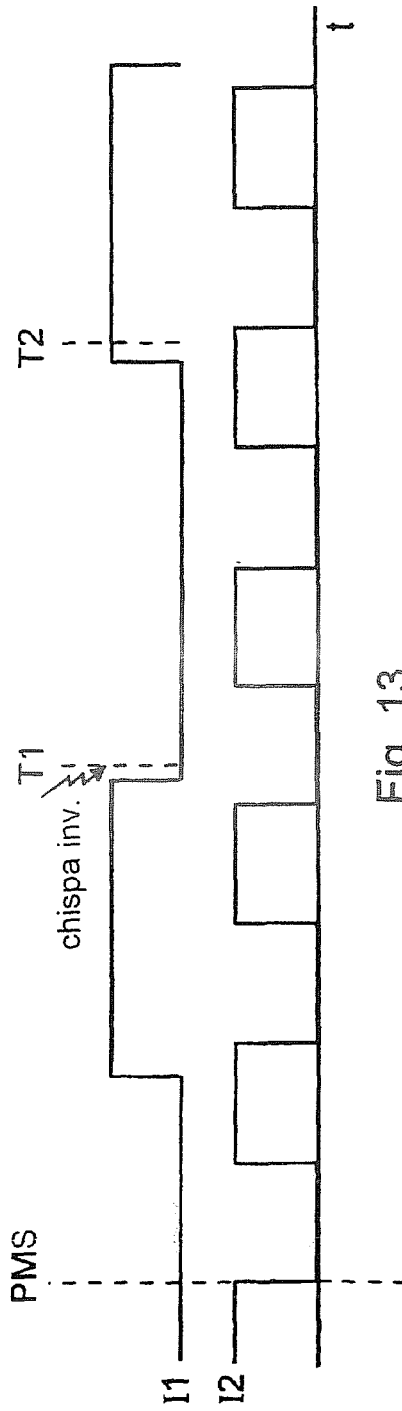


Fig. 13