



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 358**

51 Int. Cl.:  
**C01B 33/187** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03811863 .4**

96 Fecha de presentación : **27.11.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1572588**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.09.2005**

54 Título: **Un procedimiento para la producción de sílice a partir de olivina.**

30 Prioridad: **27.11.2002 IS 663502**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**03.06.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**03.06.2011**

73 Titular/es: **SiMag DA  
Heröya Industriepark  
3908 Porsgrunn, NO**

72 Inventor/es: **Gunnarsson, Gudmundur**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 360 358 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).

## DESCRIPCION

La presente invención se refiere a una instalación de encendido para un motor de combustión interna, en particular para un motor de gas, con una bobina de encendido, que puede ser alimentada sobre su lado primario por una fuente de tensión y con una instalación de medición de la corriente secundaria para la medición del desarrollo de la corriente del lado secundario y con una instalación de regulación para la regulación al menos temporal de la tensión del lado primario y/o de la corriente del lado primario en función del desarrollo medido de la corriente del lado secundario.

Ya se conocen instalaciones de encendido de este tipo en el estado de la técnica, ver por ejemplo el documento DE 10039725. A través de la regulación del lado primario en función del desarrollo de la corriente del lado secundario se controla en el estado de la técnica tanto el comienzo como también el desarrollo del proceso de encendido. En este caso, en el funcionamiento real interesa siempre de nuevo la extinción precoz de la chispa de encendido de la bujía de encendido dispuesta en el lado secundario de la bobina de encendido. Para alcanzar la duración de combustión prevista de la chispa de encendido, es necesario entonces encenderla de nuevo.

El problema de la presente invención es mejorar las instalaciones de encendido del tipo indicado al principio con el propósito de que después de la extinción precoz sea posible un restablecimiento lo más efectivo posible de la chispa de encendido.

Esto se consigue de acuerdo con la invención porque la instalación de regulación a continuación de una interrupción de la alimentación de la tensión o de la corriente del lado primario de la bobina de encendido durante un proceso de encendido o a continuación de la caída de la tensión del lado primario o de la corriente del lado primario a través de la bobina de encendido por debajo de un valor umbral predeterminado durante el proceso de encendido, solamente conecta la alimentación de la corriente de tensión o de corriente del lado primario de la bobina de encendido de nuevo y la regula por encima del valor umbral cuando la corriente del lado secundario inducida de esta manera actúa en la dirección del desarrollo, con preferencia inmediato, previamente determinado de la corriente del lado secundario.

Por lo tanto, de acuerdo con la invención está previsto que la instalación de regulación active el lado primario de la bobina de encendido de tal manera que la corriente inducida de este modo en el lado secundario está adaptada en el tiempo y en cuanto a la dirección a la corriente que fluye a través del proceso de encendido precedente todavía sobre el lado secundario, de modo que tiene lugar una superposición positiva o bien aditiva. De esta manera, se impide que la corriente inducida y la corriente presente todavía en el lado secundario se contrarresten, lo que significaría tanto una pérdida de tiempo durante el restablecimiento de la chispa de encendido como también una pérdida de energía. La chapa de encendido se puede restablecer de esta manera rápidamente y de manera energéticamente efectiva, de modo que se alcanza la duración de combustión total prevista de un proceso de encendido.

En este caso, de manera más favorable está previsto que la instalación de regulación conecte de nuevo la alimentación de tensión y/o de corriente del lado primario de la bobina de encendido durante o después de un cambio de polaridad o bien de un punto de anulación de la corriente del lado secundario o la regula por encima del valor umbral previamente determinado. El restablecimiento o bien la regulación por encima del valor umbral previamente determinado pueden estar previstos en este caso inmediatamente durante el cambio de polaridad o bien el punto de anulación de la corriente del lado secundario. Pero es más favorable prever un desplazamiento de tiempo predeterminado a continuación del cambio de polaridad o bien del punto de anulación y solamente después de este desplazamiento de tiempo conectar de nuevo la alimentación de la tensión del lado primario y/o de la corriente del lado primario o bien regularla por encima del valor umbral previamente determinado. Para adaptar el desplazamiento de tiempo a la frecuencia propia de la instalación de encendido, es favorable en este caso que el desplazamiento de tiempo predeterminado corresponda esencialmente a un cuarto del periodo propio, con preferencia del lado secundario, de la instalación de encendido, siendo el periodo propio el valor recíproco de la frecuencia propia.

Otras características y detalles de la presente invención resultan a partir de la siguiente descripción de las figuras. En este caso:

La figura 1 muestra un diagrama esquemático de un ejemplo de realización de acuerdo con la invención de una instalación de encendido.

La figura 2 muestra el desarrollo de diferentes parámetros para la representación de un proceso de encendido, y

La figura 3 muestra una representación esquemática para la colaboración entre la corriente primaria y la inducción magnética sobre el lado primario de la bobina de encendido.

El principio de regulación descrito anteriormente se puede utilizar para la activación de un encendido de condensador de alta tensión modulado (HKZ). El HKZ modulado se basa en la idea de alimentar la energía de encendido del condensador de forma progresiva a la bobina de encendido. Esto se puede realizar, en principio, de forma controlada o regulada. De acuerdo con la presente invención, se realiza la variante regulada y se describe a continuación. En la versión regulada, se conecta el lado primario de la bobina de encendido en función del estado de la chispa de encendido sobre el lado secundario en la tensión de alimentación. Una ventaja de este sistema reside en la prolongación temporal de la chispa de encendido con control simultáneo de la curva característica de la chispa de

encendido. Se pueden alcanzar sin problemas duraciones de la combustión, con preferencia hasta 5.000 microsegundos con este sistema. Especialmente en motores de gas, se necesita con frecuencia una oferta de alta tensión hasta 40 kV (kilovoltios). Esto se puede conseguir con la excitación de un sistema de acuerdo con la invención en menos de 100 microsegundos. La duración de la combustión se predetermina por la instalación de regulación típicamente entre 100 y 1.200 microsegundos. Durante este tiempo, la chispa de encendido se caracteriza por una previsión regulable del valor teórico de la corriente de combustión  $I_{rated}$  (ver la figura 2). La instalación de regulación debe activar en este caso la alimentación de la tensión de la bobina de encendido del lado primario de tal forma que se pueden alcanzar bien la característica predeterminada de la chispa de encendido o bien el desarrollo teórico de la corriente del lado  $I_{rated}$ .

Los conceptos de la combustión o bien los motores de combustión interna con alto rendimiento presentan también turbulencias muy altas en el espacio de la combustión. A través de estas turbulencias se prolonga en el espacio la chispa de encendido de una bujía de encendido activada en el lado secundario por una instalación de encendido y se puede producir la extinción precoz. Para impedir una interrupción de la combustión en la cámara de combustión en virtud de una duración demasiado reducida de la combustión, la chispa de encendido debe restablecerse en el tiempo más corto posible. La tensión de encendido necesaria puede estar en este caso, en general, cerca de la oferta de alta tensión de la bobina de encendido. Para generar una chispa de encendido nueva lo más rápidamente posible, debería procurarse que durante la extinción de la chispa de encendido esté presente todavía energía residual en el circuito oscilante del circuito de alta tensión, es decir, en el lado secundario de la bobina de encendido. Por lo tanto, para el restablecimiento de la chispa de encendido debe seleccionarse un instante, que utiliza positivamente la energía presente en el sistema. Esto se consigue porque la instalación de regulación 12 a continuación de una interrupción de la alimentación de tensión y/o de corriente del lado primario de la bobina de encendido durante un proceso de encendido o a continuación de la caída de la tensión del lado primario y/o de la corriente del lado primario  $I_{pri}$  a través de la bobina de encendido 3 por debajo del valor umbral previamente predeterminado durante el proceso de encendido, solamente conecta de nuevo la alimentación de la tensión y/o la alimentación de la corriente del lado primario de la bobina de encendido 3 o la regula por encima del valor umbral cuando la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  inducida de esta manera actúa en la dirección del desarrollo, con preferencia inmediato, previamente determinado de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$ .

La figura 1 muestra de forma esquemática un principio de regulación para una instalación de encendido modulada de acuerdo con la invención, aquí en forma de un encendido de condensador de alta tensión. En la bobina de encendido 3 se trata de un transformador conocido en general, sobre cuyo lado primario 15 está prevista una alimentación de tensión y sobre cuyo lado secundario 16 la bujía de encendido 5 es alimentada con alta tensión para la generación de una chispa de encendido. En el presente ejemplo de realización se trata en el lado primario de una fuente de tensión de corriente continua, que está constituida aquí por el convertidor de DC-DC 1 y por un condensador 2 conectado paralelamente al mismo. Además, sobre el lado primario está previsto el conmutador 4 activado por la instalación de regulación 12 a través de la activación 13. Este conmutador puede estar configurado como conmutador de semiconductores. El conmutador 4 presenta al menos un primer estado de conmutación, en el que la tensión de la fuente de tensión se aplica en la bobina de encendido 3, y al menos un segundo estado de conmutación, en el que la tensión de la fuente de tensión no se aplica en la bobina de encendido 3. Además, en paralelo con el arrollamiento del lado primario de la bobina de encendido 3 está conectado un diodo de marcha libre 18. Éste sirve para la excitación descrita más adelante del lado primario 15 en el estado desconectado de la fuente de tensión cuando el conmutador 4 está abierto. A través de la utilización del diodo de marcha libre 18, en caso de desexcitación, se mantiene la energía al máximo en el circuito del lado primario. Pero de manera opcional, en serie con el diodo de marcha libre se puede conectar también una resistencia óhmica 19 adicional. Ésta resistencia significa, en efecto, una pérdida de energía. Pero a través de la resistencia 19 y la amortiguación alcanzada de esta manera del lado primario 15 durante la desexcitación, por otra parte, es posible una nueva conexión más rápida después de la extinción de la chispa de encendido.

La conexión y desconexión de la fuente de tensión 1,2 se realiza, por lo tanto, en este ejemplo de realización exclusivamente a través del conmutador 4. Sobre el lado primario 15 se representa con línea de trazos una instalación de medición de la corriente primaria 14 prevista en el ejemplo de realización preferido, que sirve para la determinación de la corriente  $I_{pri}$  que fluye en el lado primario. Este valor  $I_{pri}$  se reproduce en la instalación de regulación 12. Además, de manera opcional, en lugar y/o adicionalmente puede estar prevista en el lado primario también todavía una instalación de medición de la tensión. Pero esta instalación no se representa de forma explícita. Si está presente, entonces transmite el valor de la tensión medido en el lado primario de la bobina de encendido 3 igualmente a la instalación de regulación 12.

Sobre el lado secundario 16 está conectada, en serie con el arrollamiento correspondiente de la bobina de encendido 3, una derivación 6 para la corriente en la chispa de encendido. Además, está prevista una instalación de medición de la corriente secundaria 7 así como una instalación de medición de la tensión secundaria 8. La corriente del lado secundario  $I_{sec}$  medida por medio de la instalación de medición de la corriente secundaria 8 es evaluada en este ejemplo de realización por medio de la instalación de evaluación de la polaridad 9 con respecto a su polaridad y por medio de la instalación de evaluación de la intensidad de la corriente 10 con respecto a su amplitud o bien su intensidad de la corriente. En este caso, en el ejemplo de realización mostrado, está previsto que la evaluación de la magnitud, es decir, de la intensidad de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  sea limitada a si ésta es o no mayor o igual que un valor mínimo predeterminado. Esto se explica en detalle más adelante con la ayuda de la figura 2. Como valor mínimo predeterminado se utilizará en este caso, en general, el desarrollo del valor teórico  $I_{rated}$  de la corriente de combustión.

Los valores determinados por la instalación de evaluación de la polaridad 9 y por la instalación de evaluación de la intensidad de la corriente 10 no transmiten en cualquier caso valores individuales singulares sino el desarrollo de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  y éste a la instalación de regulación 12. Lo mismo se puede aplicar también para la tensión del lado secundario  $I_{sec}$  medida por medio de la instalación de medición de la tensión secundaria 8. Esta tensión es evaluada con la instalación de evaluación de alta tensión 11, transmitiendo ésta la información de la tensión de nuevo a la instalación de regulación 12. En función de los parámetros de entrada mencionados, la instalación de regulación 12 activa el conmutador del lado primario 4 y de esta manera regula la alimentación de la corriente y de la tensión del lado primario 15 de la bobina de encendido 3.

En la figura 2 se representa con la ayuda de diferentes parámetros un desarrollo de un proceso de encendido, durante el cual se rompe la chispa de encendido y se restablece de nuevo. El tipo de funcionamiento de la instalación de regulación se explica en detalle a continuación con la ayuda de las fases individuales de este proceso de encendido. La regulación recorre en este caso las fases de ionización Ph1, regulación de la corriente Ph2, desexcitación Ph3 y sincronización. Esta última está realizada en la transición entre Ph3 y Ph1 siguiente.  $U_{sec}$  muestra el desarrollo de la tensión en el lado secundario.  $I_{sec}$  muestra el desarrollo de la corriente medida en el lado secundario.  $I_{rated}$  muestra el desarrollo del valor teórico de la corriente del lado secundario y con preferencia, por lo tanto, también el desarrollo del valor mínimo con cuya ayuda la instalación de evaluación de la intensidad de la corriente 1 decide si la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  medida alcanza o bien excede el valor teórico de la corriente o está por debajo del mismo. FB1 indica en este caso el resultado de la evaluación de la instalación de evaluación de la intensidad de la corriente 10. FB1 adopta el valor 1, cuando  $I_{sec}$  es mayor o igual que  $I_{rated}$ . En los otros casos, FB1 adopta el valor 0. FB2 muestra el resultado de la instalación de evaluación de la polaridad 9. Si la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  medida está en la zona positiva, entonces FB2 adopta el valor 1. Si la corriente en el lado secundario es negativa, entonces FB2 adopta el valor 0.  $T_{Switch}$  muestra el desarrollo de la señal de activación de la instalación de regulación 12 en el conmutador 4. Si éste es 1, entonces el conmutador 4 está cerrado y la alimentación de la tensión o bien de la corriente se encuentra en el lado primario de la bobina de encendido 3. Si la señal de activación es 0, entonces el conmutador 4 está abierto, con lo que la alimentación de la tensión y de la corriente está separada del lado primario 15 de la bobina de encendido 3. El grafo  $I_{pri}$  muestra el desarrollo de la corriente del lado primario durante el proceso de encendido. Todos los grafos representan, por lo tanto, el desarrollo de tiempo de los parámetros.

El valor teórico de la corriente del lado secundario  $I_{rated}$  se puede ajustar a través de la instalación de regulación 12 y se alimenta a la instalación de evaluación de la intensidad de la corriente 10 en este ejemplo de realización para la determinación de FB1. La instalación de evaluación de la intensidad de la corriente 10 puede estar configurada a tal fin como comparador. El desarrollo del valor teórico de la corriente del lado secundario  $I_{rated}$  puede ser ajustado por la instalación de regulación 12 con preferencia tanto en lo que se refiere a la duración de la combustión como también con respecto a la intensidad de la corriente a diferentes valores. De manera opcional, también es posible medir la tensión en la bujía de encendido e incorporar esta señal en la regulación.

Al comienzo del proceso de encendido en el instante de encendido  $t_0$  se conecta la instalación de regulación 12 en primer lugar a la fase de ionización Ph1. Ésta es un intervalo de conexión  $\Delta t_{an1}$ , en el que se establece la alta tensión, que se necesita para la generación de la chispa de encendido. Durante todo el intervalo de conexión  $\Delta t_{an1}$  está previsto con preferencia que cuando el conmutador 4 está cerrado sobre el lado primario 15 de la bobina de encendido 3 la tensión de la fuente de tensión 1, 2 esté en toda su plenitud y sea permanente al menos durante el periodo de tiempo predeterminado  $\Delta t_{an1}$ . La bobina de encendido 3 está conectada en el lado primario, por lo tanto, durante toda la fase de ionización o bien durante todo el intervalo de tiempo de conexión en el lado primario en la tensión de alimentación. En el caso más sencillo, la fase de ionización se conecta durante un tiempo ajustado fijamente, que es necesario para la generación de la alta tensión y, por lo tanto, de la chispa de encendido del lado secundario. Para prevenir daños del sistema a través de tensiones demasiado altas, se puede desconectar la fase de ionización de manera opcional también en el caso de que se exceda la alta tensión emitida por la bobina de encendido en comparación con un valor límite. A tal fin, está previsto que la instalación de regulación 12 supervise durante el intervalo de tiempo de conexión  $\Delta t_{an1}$ ,  $\Delta t_{an2}$  la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  a través de la instalación de medición de la corriente secundaria 7 y/o la tensión  $U_{sec}$  emitida en el lado secundario por la bobina de encendido 3 a través de la instalación de medición de la tensión secundaria 8 e interrumpa la alimentación de la tensión del lado primario de la bobina de encendido 3 cuando la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  y/o la tensión del lado secundario  $U_{sec}$  emitida por la bobina de encendido exceda(n) un valor límite predeterminado. Esta opción protege el sistema contra destrucción en el caso de una bujía de encendido dañada, en ausencia de conector de la bujía de encendido o en el caso de otra función errónea. Por lo tanto, en el ejemplo de realización mostrado está previsto que durante la fase de ionización Ph1 o bien durante el intervalo de tiempo de conexión  $\Delta t_{an1}$  no se realice ninguna regulación en función de la corriente del lado secundario. Ésta se inicia en esta variante solamente al término de la fase de ionización Ph1 y a la entrada en la fase de regulación de la corriente Ph2. En esta fase Ph2, se compara la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  (en la chispa de encendido) por medio del comparador de la instalación de evaluación de la intensidad de la corriente 10 con el desarrollo del valor teórico  $I_{rated}$ . A partir de esta comparación resulta –como ya se ha descrito– la señal FB1. Si ésta adopta el valor 1 y, por lo tanto, el valor real de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  es mayor o igual que el valor teórico  $I_{rated}$ , se interrumpe la alimentación de energía sobre el lado primario 15 de la bobina de encendido 3 a través de la apertura del conmutador 4. En el caso contrario, se conecta la bobina de encendido 3 en la alimentación de la tensión 1, 2. Con esta regulación se puede ajustar la corriente en la chispa de encendido y en el caso ideal se puede mantener la fase Ph2 de la regulación de la corriente de combustión hasta el final de la duración de la combustión ajustada.

Sin embargo, debido a las turbulencias en el espacio de combustión se prolonga en la práctica la chispa en el espacio, con lo que se incrementa la tensión en la bujía de encendido y debe alimentarse más energía a la bujía de encendido. En este caso, no se puede alcanzar ya el valor teórico de la corriente  $I_{rated}$  y no se puede extinguir voluntariamente la chispa de encendido, siendo iniciada la fase de la desexcitación Ph3. Los requerimientos del motor de combustión interna se pueden cumplir especialmente bien cuando se puede modificar la previsión de la corriente de combustión  $I_{rated}$  durante la chispa de encendido.

La fase de la desexcitación Ph3 se necesita en dos casos. Por una parte, un caso puede ser cuando durante el proceso de encendido previsto se rompe de forma inadvertida la chispa de encendido y debe restablecerse de nuevo. Por otra parte, puede ser necesaria una desexcitación cuando el nivel de magnetismo o bien la inducción magnética B es demasiado grande en el lado primario 15 de la bujía de encendido 12. Para la explicación del último acontecimiento mencionado, se remite a la figura 3. Ésta muestra la relación entre la intensidad de la corriente del lado primario  $I_{pri}$  y la magnitud de la inducción magnética B en el lado primario 15 de la bobina de encendido 3. Aquí se puede ver que –como se conoce en general– la magnitud de la inducción magnética B a medida que se incrementa la corriente  $I_{pri}$  llega a la zona de una saturación. En esta zona deben realizarse modificaciones muy grandes de la intensidad de la corriente  $I_{pri}$ , para provocar modificaciones comparativamente reducidas de la inducción magnética B. Esto no es deseable en sistemas de encendido con bobina de encendido 3. Para evitarlo, puede estar previsto que la instalación de regulación 12 interrumpa o reduzca la tensión aplicada en el lado primario 15 de la bobina de encendido 12, cuando la magnitud de la inducción magnética B en el lado primario 15 de la bobina de encendido 12 excede un valor máximo  $B_{max}$  predeterminado. En este caso, está previsto de manera más favorable que el valor máximo  $B_{max}$  predeterminado de la magnitud de la inducción magnética B sea el límite superior de una zona de trabajo 17, en la que existe una relación al menos aproximadamente lineal entre la magnitud de la inducción magnética B y la corriente del lado primario  $I_{pri}$ . El valor máximo predeterminado  $B_{max}$  está dispuesto en este caso de manera más favorable muy por debajo de la zona saturada de la bobina de encendido 3. Para la comparación se representa en la figura 3 dos modificaciones de la corriente  $\Delta I_1$  y  $\Delta I_2$  de la corriente del lado primario, que se necesitan para provocar la misma modificación de la magnitud de la inducción magnética B (la magnitud de  $\Delta I_1$  es igual que la magnitud de  $\Delta I_2$ ). Dentro de la zona de trabajo 17, en virtud de la relación más o menos lineal entre la corriente primaria  $I_{pri}$  y la magnitud de la inducción magnética B, está la modificación de la corriente  $\Delta I_1$  comparativamente reducida. Por encima de la zona de trabajo 17, para provocar la misma modificación de la magnitud de la inducción magnética B, debe aplicarse una modificación de la corriente  $\Delta I_2$  esencialmente mayor.

Por lo tanto, en virtud de la relación descrita y representada en la figura 3, es conveniente mantener la magnitud de la inducción magnética B sobre el lado primario 15 de la bobina de encendido 12 en la zona de trabajo 17. En este caso, a partir de la figura 3 resulta que el nivel del magnetismo o bien la inducción magnética B es una copia de la altura de la corriente del lado primario  $I_{pri}$ . Cuanto mayor es el nivel del magnetismo o bien la magnitud de la inducción magnética B, tanto más elevada es también la corriente del lado primario  $I_{pri}$  a través de la bobina de encendido 3 y el conmutador 4. Una limitación de la magnitud de la inducción magnética B evita de esta manera también una destrucción de los componentes del lado primario a través de intensidades de corriente demasiado altas. Por lo tanto, está previsto con preferencia que en el caso de que se exceda el valor máximo  $B_{max}$ , se desexcita la bobina de encendido 3, para reducir el nivel del magnetismo o bien la magnitud de la inducción magnética B.

El nivel del magnetismo se puede calcular a través de la evaluación de los tiempos de conexión y de desconexión del conmutador 3. Por lo tanto, en esta variante está previsto que la instalación de regulación 12 determine la magnitud de la inducción magnética B sobre el lado primario 15 de la bobina de encendido 3 indirectamente a través de una evaluación de una duración del (de los) tiempo(s) de conexión, aplicando durante el (los) tiempo(s) de conexión una tensión de la fuente de tensión en el lado primario 15 de la bobina de encendido 3 y no aplicando durante el (los) tiempo(s) de desconexión la tensión de la fuente de tensión en el lado primario 15 de la bobina de encendido 3. Una variante conveniente prevé en este caso que el valor máximo sea un periodo de tiempo predeterminado y la instalación de regulación compare este periodo de tiempo con la suma de los tiempos de conexión, con preferencia a partir del comienzo de un proceso de encendido, menos la suma de los tiempos de desconexión, con preferencia a partir del comienzo del proceso de encendido.

Pero como alternativa a la evaluación de los tiempos de conexión y desconexión, puede estar previsto también que la instalación de encendido presente una instalación de medición de la corriente primaria 14 y la instalación de regulación 12 determine la magnitud de la inducción magnética B indirectamente a través de una evaluación de la corriente del lado primario  $I_{pri}$ . En este caso, el valor máximo  $B_{max}$  es sustituido por un valor máximo predeterminado de la corriente, comparando la instalación de regulación 12 este valor con la magnitud de la corriente  $I_{pri}$  del lado primario.

Tanto en la evaluación de los tiempos de conexión y desconexión como también en la evaluación de la corriente del lado primario se trata, por lo tanto, de modos de proceder indirectos para supervisar la magnitud de la inducción magnética B sobre el lado primario 15 de la bobina de encendido 12. Pero en otras variantes también es posible determinar la magnitud de la inducción magnética B directa o indirectamente a través de otros métodos – conocidos en sí–.

Si el valor calculado del nivel de magnetismo o bien de la magnitud de la inducción magnética B es demasiado alto, entonces se desconecta la alimentación de corriente del lado primario a través de la apertura del conmutador 4 hasta que el nivel de magnetismo se ha reducido a un valor aceptable. En este caso puede estar previsto que la

instalación de regulación 12, a continuación de una interrupción o una reducción de la tensión aplicada en el lado primario 15 de la bobina de encendido 12, permita o inicie de nuevo una nueva conexión o bien una elevación de la tensión solamente cuando la magnitud de la inducción magnética  $B$  en el lado primario 15 de la bobina de encendido 12 no alcance el valor máximo  $B_{max}$  predeterminado o bien valores máximos correspondientes de los parámetros de sustitución mencionados anteriormente o un valor teórico de reconexión predeterminado. El valor teórico de reconexión puede seleccionarse, por lo tanto, también por ejemplo más bajo que el valor máximo utilizado para la evaluación de acuerdo con la variante de realización.

Durante el tiempo de la desexcitación se observa la polaridad de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$ . Si la polaridad es negativa, entonces la chispa de encendido está extinguida y debe restablecerse de nuevo. En este caso, de manera más ventajosa está previsto que la instalación de regulación 12, a continuación de una interrupción o reducción de la tensión aplicada en el lado primario 15 de la bobina de encendido 12, permita de nuevo una reconexión o bien una elevación de la tensión del lado primario solamente cuando cambia una polaridad de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$ . En la figura 2, en el desarrollo ejemplar de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  se representa una fase de la desexcitación Ph3, en la que la corriente del lado secundario cae en principio fuertemente, después de lo cual la polaridad de la corriente del lado secundario se vuelve negativa y a continuación en el instante  $t_n$  en el caso de un punto de anulación se cambia de nuevo a la zona positiva. Como grafo más bajo se representa en este caso el desarrollo de la corriente del lado primario  $I_{pri}$ . Éste muestra la tendencia general del aumento de la corriente del lado primario, mientras que en la fase de la desexcitación Ph3 se puede ver una reducción de la corriente del lado primario  $I_{pri}$ .

Si se extingue la chispa de encendido durante la duración requerida de la combustión, ésta debe restablecerse de nuevo en el tiempo más corto posible. A tal fin, puede ser necesaria una tensión, que está próxima a la oferta de la tensión máxima del sistema. Para cumplir este requerimiento, deberían tenerse en cuenta las relaciones de energía en el sistema. A tal fin está previsto que la instalación de regulación 12, a continuación de una interrupción de la alimentación de la tensión y/o de la corriente del lado primario de la bobina de encendido 3 durante un proceso de encendido o a continuación de la caída de la tensión del lado primario y/o de la corriente del lado primario  $I_{pri}$  a través de la bobina de encendido 3 por debajo de un valor umbral predeterminado durante el proceso de encendido, solamente restablezca la alimentación de la tensión y/o la alimentación de la corriente del lado primario de la bobina de encendido 3 o la regule por encima del valor umbral cuando la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  inducida de esta manera actúa en la dirección del desarrollo, con preferencia inmediato, previamente determinado de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$ . Por lo tanto, el conmutador 4 no debería conectarse, cuando la corriente secundaria  $I_{sec}$  es negativa. De manera más favorable solamente se realiza una conexión en o después del instante  $t_n$ , en el que la polaridad del lado secundario cambia y de esta manera la corriente inducida en el lado secundario a través de la conexión de la alimentación de la tensión del lado primario actúa en la dirección del desarrollo previamente determinado de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$ . El comienzo de la fase de ionización Ph1 que sigue a continuación o bien del intervalo de tiempo de conexión  $\Delta t_{an1}$  se sincroniza de esta manera con el desarrollo del lado secundario de la corriente. En la fase de ionización que sigue a continuación, el conmutador 4 permanece cerrado hasta que se alcance la oferta de alta tensión deseada. Predominan relaciones similares que en el primer intervalo de tiempo de conexión  $\Delta t_{an1}$ , cuando la tensión secundaria  $U_{sec}$  pasa a partir de la semionda positiva a través del punto de anulación. El instante inicial  $t_n$  de la fase de ionización se determina a partir de la supervisión de la polaridad de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  (ver también FB2 en la figura 2). Puesto que la frecuencia propia de la instalación de encendido se determina a través de sus componentes, ésta es conocida. Por lo tanto, de manera más favorable está previsto que la instalación de regulación 12 conecte de nuevo la alimentación de la tensión y/o de la corriente del lado primario de la bobina de encendido 3, con preferencia de forma inmediata después de un desplazamiento de tiempo predeterminado a continuación de un cambio de polaridad o bien de un punto de anulación de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  o la regule por encima del valor umbral determinado con anterioridad, de manera que con preferencia el desplazamiento de tiempo predeterminado corresponde esencialmente a un cuarto del periodo propio, con preferencia del lado secundario 16 de la instalación de encendido. De acuerdo con ello, la fase de ionización comienza con un retardo de un cuarto del periodo del sistema después de que la corriente secundaria  $I_{sec}$  ha pasado a la zona positiva.

En una forma de configuración preferida, se impide que la fase de ionización sea interrumpida a través de la consecución del valor máximo de la magnitud de la inducción magnética  $B$ . En este caso, está previsto que la fase de ionización solamente se pueda iniciar cuando el nivel de magnetización o bien la magnitud de la inducción magnética  $B$  sobre el lado primario 15 de la bobina de encendido es al principio suficientemente pequeño. Si éste no es el caso, entonces el sistema debe desexcitarse (fase Ph3) hasta que el nivel de magnetización necesario es bajo. La fase de ionización para el restablecimiento de la chispa de encendido se puede iniciar, por lo tanto, con preferencia solamente cuando se cumplen el nivel de magnetización y la condición de sincronización en el circuito oscilante.

Además, pueden estar previstas otras supervisiones del sistema con respecto a perjuicios negativos o destrucciones. Para no sobrecargar la alimentación de la tensión, se suman los tiempos de conexión del conmutador 4 durante el periodo de tiempo predeterminado de la combustión. Si el tiempo de conexión sumado del conmutador 4 excede un valor límite predeterminado, se interrumpe el proceso de encendido. Esta supervisión se realiza de manera más favorable de forma independiente del nivel de magnetización.

La calidad del proceso de encendido se evalúa, en general, sobre la base de la duración de la combustión real de la chispa de encendido. La duración de la combustión se mide desde que se alcanza el valor teórico predeterminado de la corriente de combustión  $I_{rated}$  hasta el valor cero de la corriente secundaria  $I_{sec}$ . Si la chispa de encendido se

5 extingue durante el tiempo predeterminado de la combustión y ésta se restablece de nuevo, entonces se inicia otra vez la medición después de alcanzar el valor teórico predeterminado de la corriente y en caso de un valor cero de la corriente secundaria  $I_{sec}$ , se detiene de nuevo. Los valores de medición de los procesos de medición individuales se suman. Al término del proceso de encendido se detiene la medición de la duración de la combustión y se evalúa el valor medido. Para la medición o bien la detección de fallos de encendido se recupera la medición de la duración de la combustión, cuando la medición desde que se alcanza el valor teórico de la corriente de combustión hasta el valor cero de la corriente del lado secundario  $I_{sec}$  es más corta que la fase de ionización. En este caso, en la primera fase de ionización no se produce ninguna chispa de encendido. Esta circunstancia es evaluada como error o bien como fallo.

10 Debido a problemas de hardware, en el circuito del lado secundario, a través de la carga capacitiva del cableado de alta tensión y de la bujía de encendido se puede formar una corriente capacitiva. Esta corriente fluye independientemente de si se produce o no una chispa de encendido en la bujía de encendido 5. Para reconocerlo, se selecciona el valor teórico de la corriente de combustión  $I_{rated}$  en la fase de ionización de tal forma que debe exceder el valor con seguridad. La consecución del valor teórico de la corriente de combustión es consultada poco antes del final de la fase de ionización. Si la corriente secundaria  $I_{sec}$  no es suficientemente alta en este instante, entonces existe un error del hardware en el sistema.

15

## REIVINDICACIONES

1. Instalación de encendido para un motor de combustión interna, con una bobina de encendido (3), que puede ser alimentada sobre su lado primario (15) por una fuente de tensión y con una instalación de medición de la corriente secundaria (7) para la medición del desarrollo de la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ) y con una instalación de regulación (12) para la regulación al menos temporal de la tensión del lado primario y/o de la corriente del lado primario ( $I_{pri}$ ) en función del desarrollo medido de la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ), caracterizada porque la fuente de tensión presenta al menos una fuente de tensión de corriente continua y al menos un condensador (2) conectado en paralelo con ella, y porque la instalación de regulación (12) a continuación de una interrupción de la alimentación de la tensión o de la corriente del lado primario de la bobina de encendido (3) durante un proceso de encendido o a continuación de la caída de la tensión del lado primario o de la corriente del lado primario ( $I_{pri}$ ) a través de la bobina de encendido (3) por debajo de un valor umbral predeterminable durante el proceso de encendido, solamente conecta la alimentación de la corriente de tensión o de corriente del lado primario de la bobina de encendido (3) de nuevo y la regula por encima del valor umbral cuando la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ) inducida de esta manera actúa en la dirección del desarrollo previamente determinado de la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ).
2. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la instalación de regulación (12) está configurada para la regulación al menos temporal de la tensión del lado primario y de la corriente del lado primario ( $I_{pri}$ ) en función del desarrollo medido de la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ).
3. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque la instalación de regulación (12) conecta de nuevo la alimentación de tensión y/o de corriente del lado primario de la bobina de encendido (3) durante o después de un cambio de polaridad o bien de un punto de anulación de la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ) o la regula por encima del valor umbral previamente determinado.
4. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizada porque la instalación de regulación (12) conecta de nuevo la alimentación de tensión y/o de corriente del lado primario de la bobina de encendido (3), con preferencia inmediatamente, o después de un desplazamiento de tiempo predeterminado a continuación de un cambio de polaridad o bien de un punto de anulación de la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ) o la regula por encima del valor umbral previamente determinado.
5. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada porque el desplazamiento de tiempo predeterminado corresponde esencialmente a un cuarto del periodo propio, con preferencia del lado secundario (16), de la instalación de encendido.
6. Instalación de encendido de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque cuando se conecta la instalación de encendido al comienzo de un proceso de encendido y/o a continuación de una interrupción de la alimentación de tensión y/o de corriente del lado primario de la bobina de encendido (3) o a continuación de la caída de la tensión del lado primario y/o de la corriente del lado primario ( $I_{pri}$ ) a través de la bobina de encendido (3) por debajo del valor umbral previamente predeterminado durante el proceso de encendido, la instalación de regulación (12) prevé un intervalo de tiempo de activación ( $\Delta t_{an1}$ ,  $\Delta t_{an2}$ ), durante el cual se aplica de manera permanente sobre el lado primario (15) de la bobina de encendido (3) la tensión de la fuente de tensión en toda la altura y/o durante un periodo de tiempo predeterminado.
7. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizada porque la instalación de regulación (12) supervisa durante el intervalo de tiempo de conexión ( $\Delta t_{an1}$ ,  $\Delta t_{an2}$ ) la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ) a través de la instalación de medición de la corriente secundaria (7) y/o una tensión del lado secundario ( $U_{sec}$ ) cedida por la bobina de encendido (3) a través de una instalación de medición de la tensión secundaria (8) e interrumpe la alimentación de la tensión del lado primario de la bobina de encendido (3) cuando la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ) y/o la tensión del lado secundario ( $U_{sec}$ ) cedida por la bobina de encendido excede(n) un valor límite predeterminado.
8. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 6 ó 7, caracterizada porque la instalación de regulación (12) regula la tensión del lado primario y/o la corriente del lado primario ( $I_{pri}$ ) solamente a continuación del intervalo de tiempo de activación ( $\Delta t_{an1}$ ,  $\Delta t_{an2}$ ) en función del desarrollo de la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ).
9. Instalación de encendido de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizada porque sobre el lado primario (15) de la bobina de encendido (3) está previsto un conmutador (4) activado por la instalación de regulación (12), que presenta al menos un primer estado de conmutación, en el que la tensión de la fuente de tensión se aplica en la bobina de encendido (3), y al menos un segundo estado de conmutación, en el que la tensión de la fuente de tensión no se aplica en la bobina de encendido (3).
10. Instalación de encendido de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizada porque la instalación de regulación evalúa con la ayuda de la instalación de medición de la corriente secundaria (7) el desarrollo de la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ) con respecto a su polaridad y/o su magnitud.
11. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 10, caracterizada porque La instalación de regulación (12) evalúa con la ayuda de la instalación de medición de la corriente secundaria (7) si la magnitud de la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ) es o no mayor o igual que un valor mínimo predeterminado.

12. Instalación de encendido de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizada porque la instalación de regulación (12) está prevista para interrumpir o reducir la tensión aplicada en el lado primario (15) de la bobina de encendido (12) cuando una magnitud de una inducción magnética B sobre el lado primario (15) de la bobina de encendido (3) excede un valor máximo predeterminado.
- 5 13. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 12, caracterizada porque el valor máximo predeterminado ( $B_{max}$ ) de la magnitud de la inducción magnética B es un límite superior de una zona de trabajo (17), en la que existe una relación al menos aproximadamente lineal entre la magnitud de la inducción magnética B y una corriente del lado primario ( $I_{pri}$ ).
- 10 14. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 12 ó 13, caracterizada porque el valor máximo ( $B_{max}$ ) predeterminado está por debajo de la zona saturada de la bobina de encendido (3).
- 15 15. Instalación de encendido de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 14, caracterizada porque la instalación de regulación (12) determina la magnitud de la inducción magnética B sobre el lado primario (15) de la bobina de encendido (3) indirectamente sobre la evaluación de una duración del (de los) tiempo(s) de conexión y del (de los) tiempo(s) de desconexión, de manera que durante el (los) tiempo(s) de conexión se aplican tensiones de la fuente de tensión en el lado primario (15) de la bobina de encendido (3) y durante el (los) tiempo(s) de desconexión no se aplica la tensión de la fuente de tensión en el lado primario (15) de la bobina de encendido (3).
- 20 16. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 15, caracterizada porque el valor máximo es un periodo de tiempo predeterminado y la instalación de regulación compara este periodo de tiempo con la suma de los tiempos de conexión, con preferencia a partir del comienzo de un proceso de encendido, menos la suma de los tiempos de desconexión, con preferencia a partir del comienzo del proceso de encendido.
- 25 17. Instalación de encendido de acuerdo con las reivindicaciones 12 a 14, caracterizada porque la instalación de encendido presenta una instalación de medición de la corriente primaria (14) y la instalación de regulación (12) determina la magnitud de la inducción magnética B sobre el lado primario (15) de la bobina de encendido indirectamente a través de una evaluación de la corriente del lado primario ( $I_{pri}$ ).
- 30 18. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 17, caracterizada porque el valor máximo es un valor máximo predeterminado de la corriente y la instalación de regulación (12) lo compara con la magnitud de la corriente del lado primario ( $I_{pri}$ ).
- 35 19. Instalación de encendido de acuerdo con una de las reivindicaciones 12 a 18, caracterizada porque la instalación de regulación (12), a continuación de una interrupción o una reducción de la tensión aplicada en el lado primario (15) de la bobina de encendido (12), solamente permite o inicia una reconexión o bien una elevación de la tensión de nuevo cuando la magnitud de la inducción magnética (B) en el lado primario (15) de la bobina de encendido (12) no alcanza el valor máximo ( $B_{max}$ ) predeterminado o un valor teórico de reconexión predeterminado.
20. Instalación de encendido de acuerdo con la reivindicación 19, caracterizada porque a continuación de una interrupción o reducción de la tensión aplicada en el lado primario (15) de la bobina de encendido, la instalación de regulación (12) solamente permite una reconexión o bien una elevación de la tensión del lado primario cuando cambia una polaridad de la corriente del lado secundario ( $I_{sec}$ ).
21. Instalación de encendido de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 20, caracterizada porque la fuente de tensión presenta un convertidor DC/DC.

Fig. 1

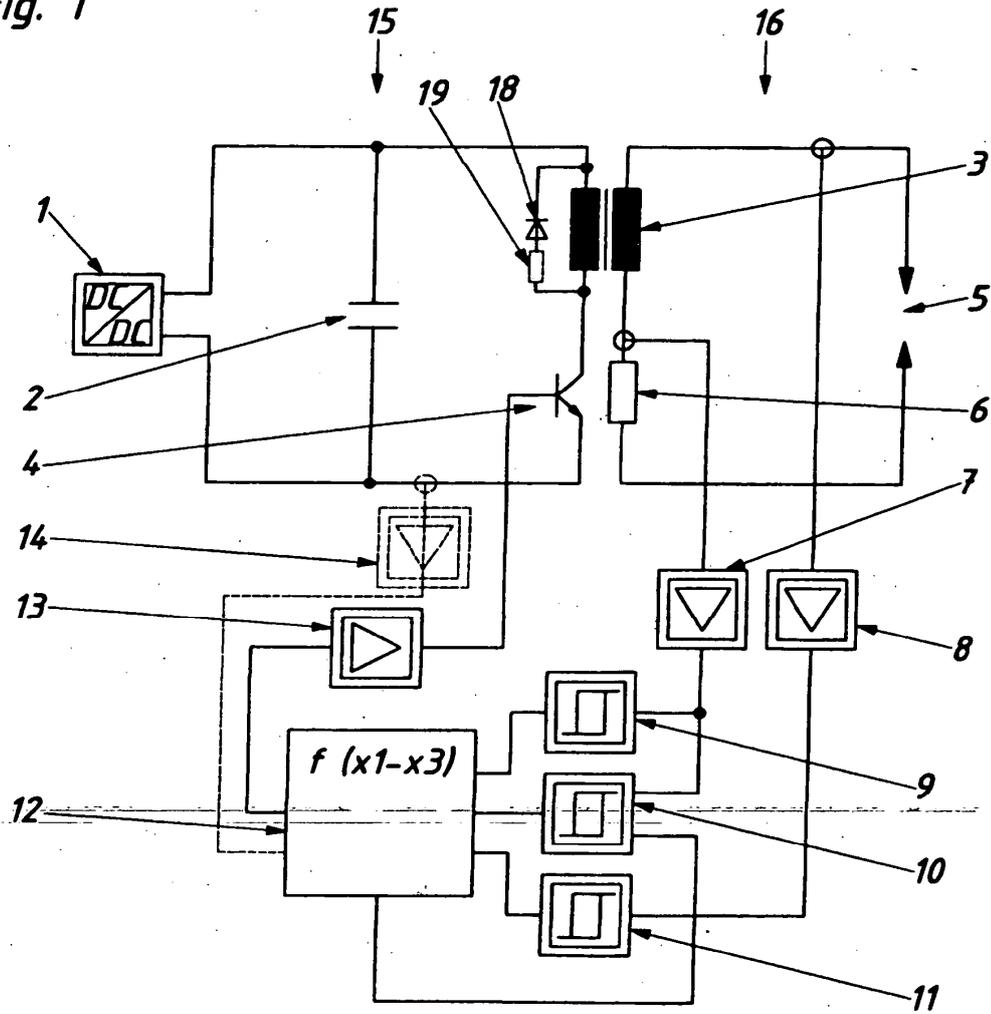


Fig. 2

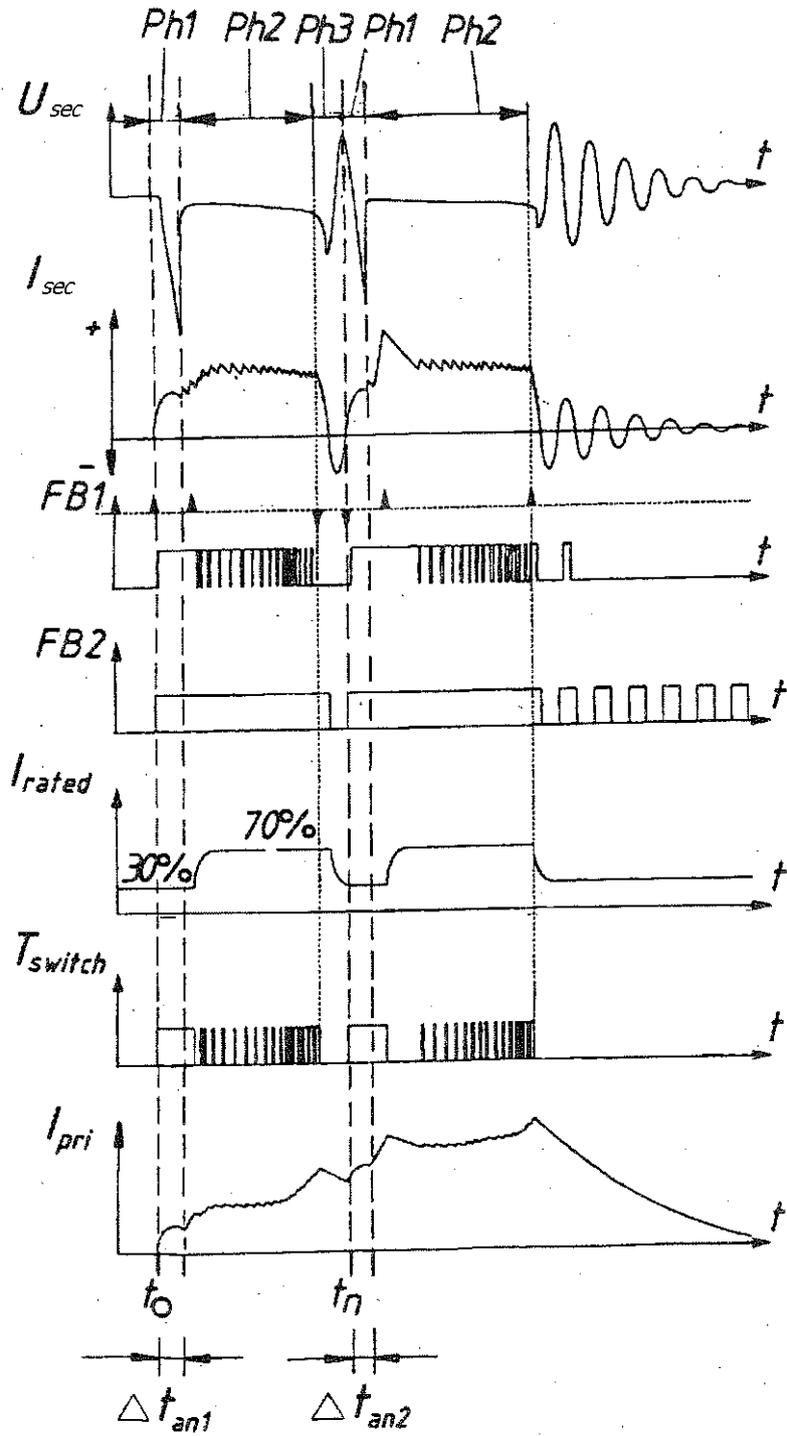


Fig. 3

