

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 764**

51 Int. Cl.:
F16K 31/06 (2006.01)
F02D 41/20 (2006.01)
H01F 7/18 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08760716 .4**
96 Fecha de presentación: **09.06.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2174046**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **14.04.2010**

54 Título: **Método para la determinación de una posición de un inducido en una electroválvula, y dispositivo para el accionamiento de una electroválvula con un inducido**

30 Prioridad:
06.07.2007 DE 102007031552

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.10.2012

73 Titular/es:
**ROBERT BOSCH GMBH
POSTFACH 30 02 20
70442 STUTTGART, DE**

72 Inventor/es:
**RAPP, Holger y
GANN, Thomas**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 388 764 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

Método para la determinación de una posición de un inducido en una electroválvula, y dispositivo para el accionamiento de una electroválvula con un inducido

5 La presente invención hace referencia a un método para la determinación de una posición de un inducido en una electroválvula. Además, la presente invención hace referencia a un dispositivo para el accionamiento de una electroválvula con un inducido.

10 En el caso de un inyector de combustible moderno, accionado mediante una electroválvula, el periodo de tiempo de apertura de la electroválvula presenta un influencia decisiva en la cantidad de combustible inyectado. Dicho periodo de tiempo de apertura se ajusta indirectamente durante un periodo de excitación de una bobina magnética de la electroválvula.

15 En la figura 1 se muestran dos diagramas para representar un relación entre un flujo de corriente a través de una bobina magnética de una electroválvula, y una carrera AH de un inducido de la electroválvula. Además, ambas abscisas del diagrama representan el eje de tiempo t. Una de ambas ordenadas corresponde a la intensidad de la corriente I en relación con el tiempo, que circula a través de la bobina magnética. Los valores de la ordenada restante, representan una carrera AH en relación con el tiempo del inducido de la electroválvula.

20 Antes del instante en el tiempo T1, no circula corriente a través de la bobina magnética, y la intensidad de la corriente I se encuentra en cero. Por lo tanto, el inducido de la electroválvula se encuentra en su posición de cierre, y la carrera AH del inducido es igual a cero. En el instante en el tiempo T1, se activa un flujo de corriente a través de la bobina magnética. Además, la intensidad de la corriente I se incrementa dentro de una fase P1, desde el valor cero hasta alcanzar una intensidad de corriente máxima I_{max}. Mediante la corriente con una intensidad de corriente I en aumento durante la fase P1, que circula a través de la bobina magnética, se conforma un campo magnético que ejerce una fuerza de atracción sobre el inducido de la electroválvula.

25 A partir de un instante en el tiempo T2, el campo magnético de la bobina magnética presenta una magnitud suficiente como para desplazar el inducido desde su posición de cierre. Además, el inducido se desplaza desde su posición de cierre en dirección a su posición de apertura, y se incrementa la carrera del inducido AH. De esta manera, la diferencia entre ambos instantes en el tiempo T1 y T2 corresponde a un tiempo de retardo TV requerido por la electroválvula para reaccionar ante una solicitud para la apertura de la electroválvula.

30 En el instante en el tiempo T3, la carrera AH del inducido a alcanzado su valor máximo, y el inducido de la electroválvula se encuentra en su posición de apertura. En el instante en el tiempo posterior T4, la intensidad de la corriente I que circula a través de la bobina magnética, se reduce partiendo de la intensidad de corriente máxima I_{max} hasta alcanzar una intensidad de corriente de retención I_b. La intensidad de corriente de retención I_b se selecciona con una magnitud suficiente para garantizar que el inducido permanezca en su posición de apertura.

35 La electroválvula abierta se debe cerrar nuevamente en el instante en el tiempo T5. Además, se aplica una tensión de extinción en la bobina magnética. Esto conduce a que el flujo de corriente que circula a través de la bobina magnética finalice en el transcurso de una fase P2, y que la intensidad de la corriente I descienda hasta que adopte nuevamente el valor cero. A partir del instante en el tiempo T6, ya no circula corriente a través de la bobina magnética. Mediante dicho proceso se reduce el campo magnético de la bobina magnética. Esto reduce la fuerza de atracción que ejerce el campo magnético sobre el inducido. Por consiguiente, el inducido se desplaza desde su posición de apertura nuevamente hacia su posición de cierre, a partir de un instante en el tiempo no especificado, y la carrera del inducido AH alcanza el valor cero en el instante en el tiempo T7. La diferencia de tiempo entre el instante en el tiempo T5, en el que la tensión de extinción se aplica en la bobina magnética, y el instante en el tiempo T7 en el que el inducido adopta nuevamente su posición de cierre, corresponde de esta manera, a un tiempo de cierre TS que requiere la electroválvula para cumplir con una solicitud para el cierre de la electroválvula.

45 La figura 2 muestra una sección de ambos diagramas de la figura 1, para un periodo de tiempo desde el instante en el tiempo T5 hasta el instante en el tiempo T7. En el instante en el tiempo T5, se aplica una tensión de extinción en la bobina magnética de la electroválvula para reducir la intensidad de la corriente I que circula a través de la bobina magnética, desde la intensidad de corriente de retención I_b hasta alcanzar el valor cero. Dado que el instante en el tiempo T5 se define mediante la aplicación de la tensión de extinción, dicho instante se conoce con una alta precisión. La fase P2 durante la cual la tensión de la corriente I llega a alrededor de cero, sólo depende de pocos factores y, de esta manera, se puede calcular de una manera relativamente exacta. De esta manera, también se puede determinar con una precisión elevada, el instante en el tiempo T6 en el que la intensidad de corriente I adopta el valor cero. Después del instante en el tiempo T6, la intensidad de la corriente I se encuentra en cero de manera constante. El instante en el tiempo de cierre T7 se encuentra justo después del instante en el tiempo T6 y, de esta manera, en un intervalo de tiempo en el que la intensidad de corriente I se encuentra constantemente en cero.

5 Durante un periodo de excitación TI, que comienza en el instante en el tiempo T1 y que finaliza en el instante en el tiempo T5, se soporta de manera activa un flujo de corriente a través de la bobina magnética. Dicho periodo de excitación TI es predeterminado con una alta precisión mediante una unidad de control. De esta manera, el periodo de apertura completo TO de la electroválvula se obtiene a partir del periodo de excitación TI, del tiempo de retardo TV y del tiempo de cierre TS. Por consiguiente, resulta válido:

$$TO = TI - TV + TS$$

10 Para garantizar que una electroválvula se encuentre abierta durante un periodo de tiempo de apertura TO deseado, se debe determinar un periodo de excitación TI. Para ello, se deben conocer el tiempo de retardo TV y el tiempo de cierre TS de la electroválvula bajo las condiciones actuales de funcionamiento. El tiempo de retardo TV generalmente sólo depende de pocos factores, como por ejemplo, la presión de rail, y por lo tanto se puede predetermina con una precisión óptima. Sin embargo, el tiempo de cierre TS depende relativamente de una pluralidad de factores. Por ejemplo, la presión de rail, la contrapresión de retroceso, la carrera del inducido o la temperatura del combustible, así como una de las geometrías precisas de las piezas individuales de la electroválvula, generan fluctuaciones considerables durante el tiempo de cierre TS. Dichas fluctuaciones sólo se pueden preveer de manera insuficiente y, de esta manera, conducen a una imprecisión relativamente elevada en el periodo de tiempo de apertura TO de la electroválvula. Las divergencias d que resultan de ello en el periodo de inyección, son responsables de las divergencias de la cantidad inyectada de un combustible en un motor de combustión interna, de un valor teórico realmente deseado.

20 La patente DE 38 43 138 A1 recomienda para el cierre de una electroválvula, en primer lugar, la aplicación de una tensión de extinción elevada en la bobina magnética de la electroválvula, de manera tal que la corriente de la bobina presente un gradiente negativo elevado en una fase de reducción de la corriente a continuación, relativamente corta, y la reducción del campo magnético de la bobina magnética se genera rápidamente. Sin embargo, para detectar el desplazamiento del inducido en el interior de la electroválvula mediante una corriente inducida adicionalmente o una tensión inducida adicionalmente, se recomienda activar nuevamente un flujo de corriente con una intensidad de corriente relativamente reducida, después de transcurrido un tiempo de espera.

30 Además, en la patente DE 36 09 599 A1 se describe un método en el cual para el cierre de una electroválvula, se reduce una corriente a través de una bobina magnética de la electroválvula, partiendo de una intensidad de corriente relativamente considerable, para la retención de un inducido de la electroválvulas en su posición de apertura, hasta alcanzar una intensidad de corriente relativamente reducida. Además, la intensidad de corriente relativamente reducida se selecciona de manera tal que el desplazamiento del inducido se pueda determinar aún mediante una corriente inducida adicionalmente o una tensión inducida adicionalmente. Para la reducción de la intensidad de la corriente hasta alcanzar la intensidad de corriente relativamente reducida, se aplican en la bobina magnética durante un periodo de tiempo reducido, una tensión de extinción relativamente elevada y, a continuación, una tensión constante.

35 El método descrito en las patentes DE 38 43 138 A1 y DE 36 09 599 A1, para su ejecución implica costes relativamente elevados en relación con los circuitos y la unidad de control. Sin embargo, resultaría conveniente la posibilidad de determinar un desplazamiento del inducido, cuya ejecución se pueda realizar con costes reducidos en relación con los circuitos.

40 La presente invención crea un método con las características de la reivindicación 1, y un dispositivo con las características de la reivindicación 8.

45 La presente invención se basa en el conocimiento de que en el caso de los métodos convencionales, para la determinación del desplazamiento de un inducido, se pueden reducir los costes para los circuitos, en tanto que para el cierre de la electroválvula se aplique en la bobina magnética, una tensión de extinción relativamente reducida, que se mantiene constante durante todo el proceso de cierre. La tensión de extinción que se mantiene constante, se dimensiona de manera tal que en un instante en el tiempo en el que el inducido se traslada partiendo de una posición inicial, hacia una posición predeterminada, la corriente que circula a través de la bobina magnética presente aún una intensidad de corriente mínima que permita determinar el desplazamiento del inducido mediante el desarrollo de la corriente. Esto se puede realizar, en tanto que se predetermina un periodo de tiempo durante el cual el inducido se traslada desde la posición inicial hacia la posición, ante una reducción y/o interrupción de la corriente que circula a través de la bobina magnética, con una probabilidad elevada. La ocupación de la posición predeterminada por parte del inducido se entiende, al menos, como la pasada del inducido por dicha posición. A continuación, el inducido se puede mantener en la posición, o puede continuar su desplazamiento. El valor de la tensión de extinción constante en el tiempo, se establece de manera que la intensidad de la corriente durante el periodo de tiempo completo, después de una aplicación de la tensión de extinción en la bobina magnética, no permanezca por debajo de una intensidad de corriente mínima.

En una forma de ejecución preferida del método se calcula una derivada en el tiempo de la intensidad de corriente medida de la corriente, para la determinación del instante en el tiempo. Además, el método presenta la ventaja de que ante un flujo de corriente, la velocidad de variación de la corriente es influenciada por la velocidad del inducido.

5 Preferentemente, la posición predeterminada del inducido es una posición final de un desplazamiento del inducido en una dirección. En particular, la posición final puede ser una posición de tope del inducido, sobre la cual ya no se puede realizar un desplazamiento del inducido en dicha dirección. Por ejemplo, como posición final se determina una posición de cierre del inducido. De esta manera, se puede determinar con una precisión elevada el tiempo de cierre de la electroválvula correspondiente. En este caso, el periodo de tiempo se puede seleccionar de manera que corresponda a un tiempo de cierre máximo del inducido, ante factores desfavorables para el proceso de cierre.

10 En un perfeccionamiento ventajoso del método, como instante en el tiempo en el que el inducido se traslada hacia la posición final, se determina el instante en el tiempo de una discontinuidad de la derivada en el tiempo calculada, de la intensidad de corriente medida. De esta manera, se puede determinar de una manera simple y fiable, el instante en el tiempo en el que el inducido se traslada hacia la posición final predeterminada.

15 En un perfeccionamiento del método, mediante el instante en el tiempo determinado en el que el inducido se traslada hacia su posición de cierre, se determina un periodo de excitación durante el cual el flujo de corriente es soportado activamente mediante la bobina, para abrir la electroválvula durante un periodo de tiempo de apertura deseado. La corriente que circula a través de la bobina magnética de la electroválvula puede presentar, al menos, la intensidad de corriente de salida predeterminada. Esto garantiza una precisión considerablemente elevada para el cumplimiento de una cantidad de inyección deseada. Además, como tensión de extinción constante en el tiempo, se puede determinar y se aplica una tensión igual a cero.

Otras opciones de aplicación y otras ventajas de la presente invención, se deducen de la descripción a continuación de un ejemplo de ejecución. Muestran:

25 Fig. 1 dos diagramas para la representación de una relación entre un flujo de corriente a través de una bobina magnética de una electroválvula, y una carrera de un inducido de la electroválvula, ante una excitación convencional de la electroválvula;

Fig. 2 una sección de ambos diagramas de la figura 1; y

30 Fig. 3 tres diagramas para la representación de una relación entre un flujo de corriente a través de una bobina magnética de una electroválvula, de una derivada en el tiempo de la intensidad de la corriente, y una carrera de un inducido de la electroválvula, en una forma de ejecución del método para la determinación de una posición del inducido en la electroválvula.

35 La figura 3 muestra tres diagramas para la representación de una relación entre un flujo de corriente a través de una bobina magnética de una electroválvula, de una derivada en el tiempo de la intensidad de la corriente, y una carrera de un inducido de la electroválvula, en una forma de ejecución del método para la determinación de una posición del inducido en la electroválvula. Además, la abscisa de los tres diagramas siempre es un eje de tiempo t . Las ordenadas del primer diagrama representan la intensidad de corriente I que se obtiene con la ayuda del método, de la corriente que circula a través de la bobina magnética. En la ordenada del segundo diagrama se registra la carrera AH del inducido de la electroválvula. La derivada en el tiempo de la intensidad de la corriente I , se registra en la ordenada del tercer diagrama.

40 Antes de un instante en el tiempo $T5'$, a través de la bobina magnética de la electroválvula circula una corriente con una intensidad de corriente de retención constante I_b . La intensidad de corriente de retención I_b se selecciona de manera que el inducido se mantenga en su posición de apertura, debido al campo magnético generado por dicha corriente, y que la carrera AH del inducido presente su valor máximo. De esta manera, la electroválvula se encuentra abierta antes del instante en el tiempo $T5'$, y mediante el inyector de combustible accionado con la electroválvula, se puede inyectar combustible en un motor de combustión interna.

45 En el instante en el tiempo $T5'$, se debe iniciar el proceso de cierre de la electroválvula. Además, a partir del instante en el tiempo $T5'$ se aplica en la bobina magnética una tensión de extinción constante en el tiempo. Dicha tensión de extinción se selecciona de manera que en el instante en el tiempo $T5'+T_m$, la intensidad de la corriente I sea mayor que una intensidad de corriente mínima predeterminada I_{min} . Además, el periodo de tiempo T_m se selecciona de manera que el inducido alcance su posición de cierre antes del instante en el tiempo $T5'+T_m$, con una probabilidad elevada después de comenzar con una aplicación de la tensión de extinción constante en el tiempo. Preferentemente, el periodo de tiempo T_m es mayor que un tiempo de cierre T_S de la electroválvula, ante factores desfavorables para el desplazamiento de cierre del inducido.

Además, la intensidad de corriente mínima predeterminada I_{min} corresponde a un valor límite, por encima del cual la intensidad de la corriente I presenta una magnitud suficiente como para poder establecer un desplazamiento del inducido, mediante una derivada en el tiempo de la intensidad de la corriente I . Durante el periodo de tiempo T_m , la tensión de extinción negativa presenta un valor constante. De esta manera, se reducen los costes para los circuitos, para la excitación de la electroválvula durante un cierre de la electroválvula.

Debido a la tensión de extinción aplicada en la bobina magnética, la intensidad de la corriente I disminuye de manera constante, inicialmente con el instante en el tiempo $T5'$. Mientras que la derivada en el tiempo de la intensidad de la corriente I antes del instante en el tiempo $T5'$ es igual a cero, a partir del instante en el tiempo $T5'$ dicha derivada adopta valores negativos. Debido a la reducción de la corriente que circula a través de la bobina magnética, se reduce el campo magnético de la bobina magnética. Por debajo de una intensidad mínima determinada del campo magnético, la fuerza que se ejerce mediante el campo magnético sobre el inducido, ya no resulta suficiente para mantener el inducido en su posición de apertura. Por consiguiente, el inducido se desplaza en dirección hacia su posición de cierre, y se reduce de manera continua la carrera AH del inducido. Además, el desplazamiento del inducido que consiste en el alejamiento de la bobina magnética, conduce a una disminución de la velocidad de la reducción de la corriente, que se puede determinar mediante la derivada en el tiempo de la intensidad de la corriente I .

En el instante en el tiempo $T7'$ el inducido ha alcanzado su posición de cierre, y la carrera AH del inducido presenta el valor cero. El inducido choca contra un componente de contacto, y su desplazamiento se frena muy rápidamente, y se detiene completamente. Dado que a partir del instante en el tiempo $T7'$ el inducido ya no se desplaza, después del instante en el tiempo $T7'$ ya no se genera ninguna disminución de la velocidad en la reducción de la corriente.

Dado que la corriente que circula a través de la bobina magnética, en el instante en el tiempo $T7'$ presenta una intensidad de la corriente I que resulta mayor a la intensidad de corriente mínima I_{min} , se puede determinar de manera fiable el desarrollo discontinuo de la derivada en el tiempo de la intensidad de la corriente I . De esta manera, en el instante en el tiempo $T7'$ se puede determinar el frenado del inducido mediante la discontinuidad M de la derivada en el tiempo de la intensidad de la corriente I . Dado que se conoce el instante en el tiempo $T5'$, en el que la tensión de extinción negativa se ha aplicado en la bobina magnética, se puede calcular el tiempo de cierre T_S de la electroválvula, a partir de la diferencia de los instantes en el tiempo $T7'$ y $T5'$. El tiempo de cierre calculado T_S de la electroválvula, se puede utilizar a continuación para determinar un periodo de excitación T_I , que garantiza un periodo de tiempo de apertura T_O deseado para el cumplimiento exacto de una cantidad de inyección predeterminada.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Método para la determinación de una posición predeterminada de un inducido en una electroválvula, en donde el inducido se puede trasladar de una posición inicial predeterminada hacia la posición, mediante la reducción de una corriente (I) a través de una bobina magnética de la electroválvula con una intensidad de corriente de salida (I_b), que presenta las siguientes etapas:
- Predeterminación de un periodo de tiempo (T_m), durante el cual el inducido se debe trasladar desde la posición inicial hacia la posición, ante una reducción de la corriente (I) que circula a través de la bobina magnética de la electroválvula, con la intensidad de la corriente de salida (I_b);
 - 10 - Determinación de una tensión de extinción constante en el tiempo, que se dimensiona de manera tal que la corriente (I) que circula a través de la bobina magnética de la electroválvula, se reduzca mediante la aplicación de la tensión de extinción constante en el tiempo en la bobina magnética, durante el periodo de tiempo (T_m) partiendo de la intensidad de la corriente de salida (I_b) hasta alcanzar una intensidad de corriente final mayor a una intensidad de corriente mínima predeterminada (I_{min}), y ante la aplicación de la tensión de extinción constante en el tiempo en la bobina magnética durante el periodo de tiempo (T_m), el inducido se traslada desde la posición inicial hacia la posición;
 - 15 - Aplicación de la tensión de extinción constante en el tiempo, en la bobina magnética de la electroválvula por, al menos, el periodo de tiempo predeterminado (T_m), y medición de una intensidad de la corriente (I) que circula a través de la bobina magnética; y
 - 20 - Identificación del instante en el tiempo (T_{7'}) en el que el inducido se traslada a la posición, mediante el desarrollo en el tiempo de la intensidad de corriente medida de la corriente (I) que circula a través de la bobina magnética durante el periodo de tiempo predeterminado (T_m).
2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde una derivada en el tiempo de la intensidad de corriente medida de la corriente (I) se calcula para la determinación del instante en el tiempo (T_{7'}).
- 25 3. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en donde la posición predeterminada del inducido, es una posición final de un desplazamiento del inducido en una dirección.
4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, en donde como instante en el tiempo (T_{7'}) en el que el inducido se traslada hacia la posición final, se identifica el instante en el tiempo de una discontinuidad (M) de la derivada en el tiempo calculada, de la intensidad de corriente medida de la corriente (I).
- 30 5. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones 3 ó 4, en donde como posición final se determina una posición de cierre del inducido.
6. Método de acuerdo con la reivindicación 5, en donde mediante el instante en el tiempo determinado (T_{7'}) en el que el inducido se traslada hacia su posición de cierre, se determina un periodo de excitación (T_I) durante el cual el flujo de corriente es soportado activamente mediante la bobina, para abrir la electroválvula durante un periodo de tiempo de apertura deseado (T_O).
- 35 7. Método de acuerdo con una de las reivindicaciones precedentes, en donde como tensión de extinción constante en el tiempo, se determina y se aplica una tensión igual a cero.
8. Dispositivo para el accionamiento de una electroválvula con un inducido:
- con un dispositivo de control que está diseñado para mantener una corriente (I) a través de una bobina magnética de la electroválvula, con una intensidad de corriente inicial predeterminada (I_b) por un periodo de excitación predeterminado (T_I), con el fin de mantener el inducido de la electroválvula en una posición inicial predeterminada, y que está diseñado para aplicar una tensión de extinción predeterminada, constante en el tiempo, en la bobina magnética por un periodo de tiempo predeterminado (T_m) con el fin de trasladar el inducido desde la posición inicial predeterminada hacia una posición predeterminada;
 - 40 - con un dispositivo de almacenamiento en el cual se almacena la tensión de extinción constante en el tiempo, en donde la tensión de extinción constante en el tiempo se dimensiona de manera tal que ante la aplicación de la tensión de extinción constante en el tiempo en la bobina magnética, la corriente (I) que circula a través de la bobina magnética se reduce partiendo de la intensidad de la corriente de salida (I_b) hasta alcanzar una intensidad de corriente final mayor a una intensidad de corriente mínima predeterminada (I_{min}), después de transcurrido el periodo de tiempo (T_m), y durante el periodo de tiempo (T_m), el inducido de la electroválvula se traslada desde la posición inicial hacia la posición;
 - 45
 - 50

- con un dispositivo sensor para la medición de una intensidad de la corriente (I) que circula a través de la bobina magnética, durante el periodo de tiempo (T_m); y

5 - con un dispositivo de evaluación para la determinación del instante en el tiempo (T_7') en el que el inducido se traslada a la posición, mediante el desarrollo en el tiempo de la intensidad de corriente medida de la corriente (I) que circula a través de la bobina magnética durante el periodo de tiempo predeterminado (T_m).

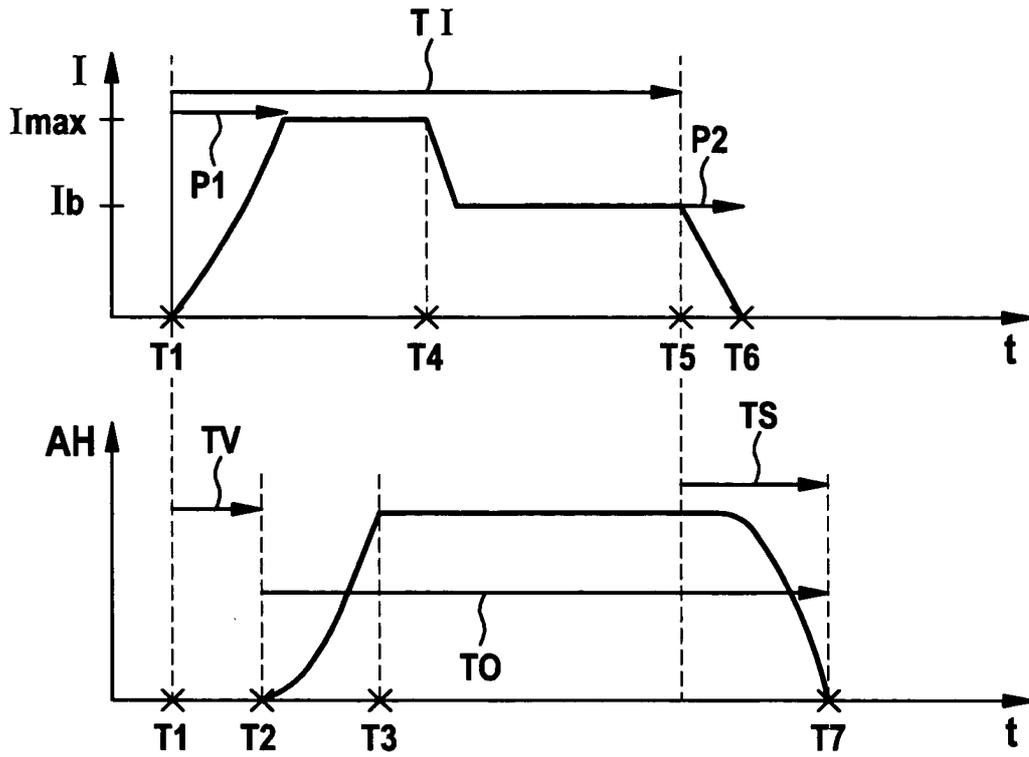


Fig. 1
(SdT)

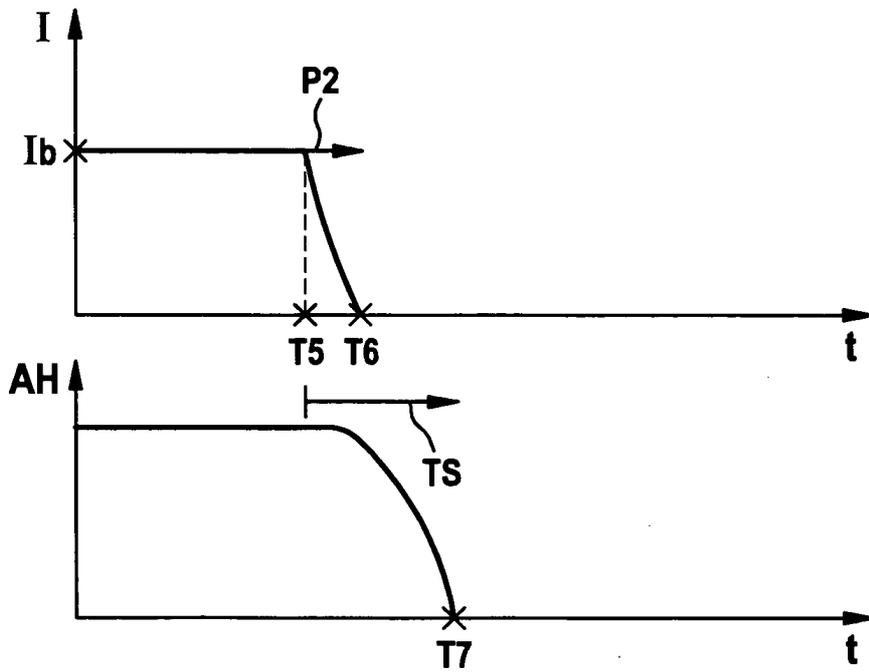


Fig. 2
(SdT)

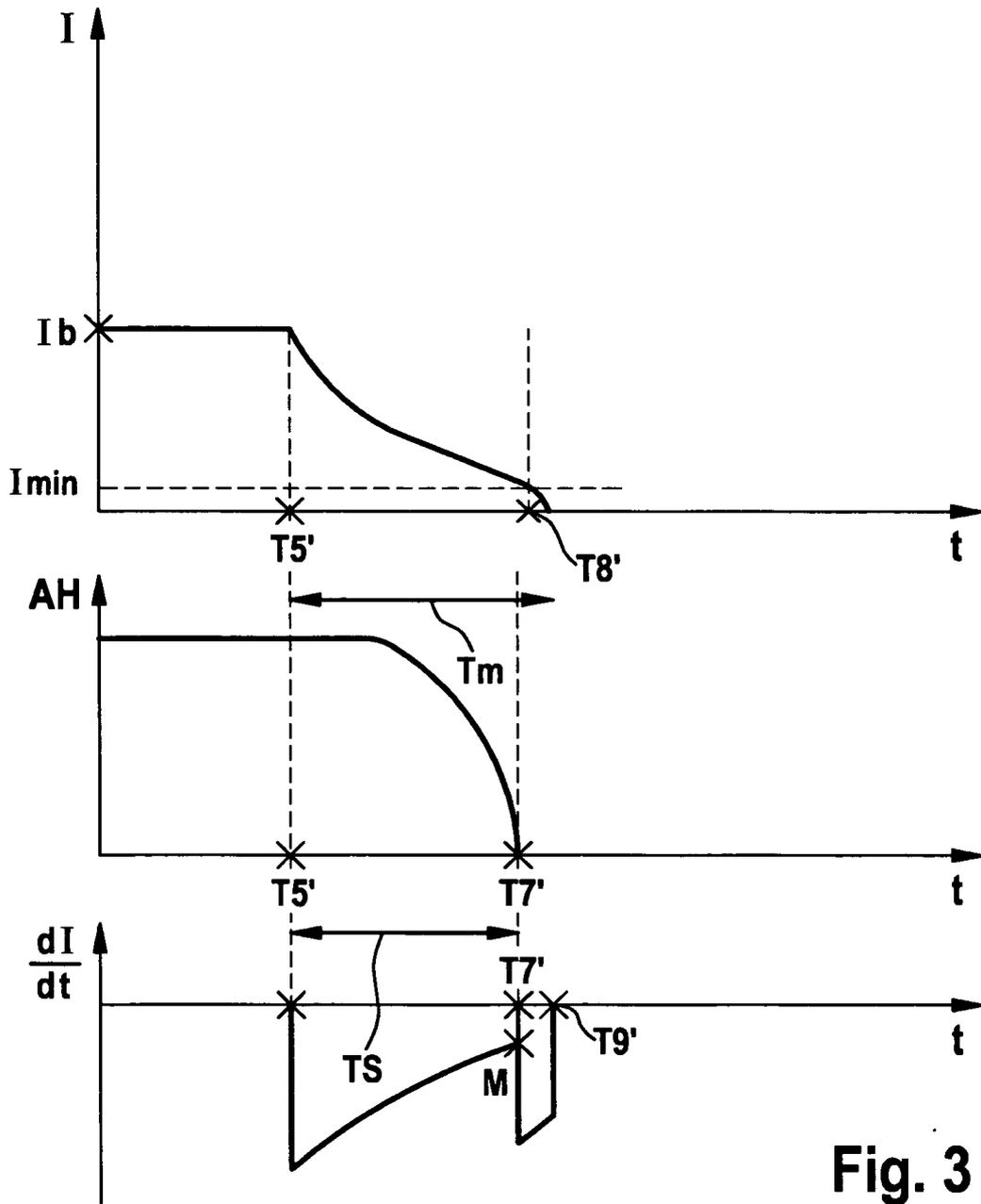


Fig. 3