



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 352 097**

51 Int. Cl.:
F02D 31/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08774056 .9**

96 Fecha de presentación : **09.06.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2165062**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.03.2010**

54 Título: **Método y dispositivo para el control del funcionamiento de un regulador de velocidad angular.**

30 Prioridad: **11.07.2007 DE 10 2007 032 214**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.02.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.02.2011

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

72 Inventor/es: **Kettenacker, Guenter;**
Myronov, Sergiy;
Schwarze, Klaus;
Kettenacker, Guenter;
Myronov, Sergiy y
Schwarze, Klaus

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

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 Y DISPOSITIVO PARA EL CONTROL DEL
FUNCIONAMIENTO DE UN REGULADOR DE VELOCIDAD ANGULAR**

5 Área técnica

La presente invención hace referencia a un método y a un dispositivo para el control del funcionamiento de un regulador de velocidad angular, particularmente en el funcionamiento del control de par de una regulación de motor diesel.

Estado del arte

- 10 En la regulación de motor diesel, se puede activar un control de par como una función de control de errores si la velocidad angular real se encuentra por encima de la velocidad angular nominal en más de un valor umbral predeterminado. En el caso de una activación del control de par, resulta necesario que el regulador de velocidad angular lleve su magnitud de ajuste correspondiente a cero de una forma tan rápida
- 15 que permita que después de un intervalo de tiempo predeterminado, de un segundo aproximadamente, la inyección se desconecte de, inclusive, todas las otras funciones de retardo, es decir, que la duración del control de los inyectores se haya llevado a cero.

- Los reguladores de velocidad angular, provistos en la regulación de motor,
- 20 trabajan de acuerdo al campo de aplicación, es decir, en función de la clase de vehículo diseñado por el fabricante del vehículo a motor o bien, dependiendo del vehículo a motor, con diferentes grupos de parámetros que llevan a diferentes tiempos de respuesta del regulador de velocidad angular. Sin embargo, en la intervención del control de par, para cada grupo de parámetros se debe admitir que la
- 25 inyección se desconecte dentro del intervalo de tiempo predeterminado, para evitar una reacción suplementaria de control de par injustificada. Se debe realizar nuevamente una comprobación de cada grupo de parámetros para cada tipo de vehículo a motor o bien, campo de aplicación del motor de combustión interna. La comprobación se efectúa con la ayuda de simulaciones adecuadas, donde se
- 30 comprueba particularmente que la magnitud de ajuste conduzca a una detención de la inyección, dentro del intervalo de tiempo predeterminado, es decir, un segundo. Esto resulta costoso.

Por lo tanto, es objeto de la presente invención, poner a disposición un método y un dispositivo en los que se pueda asegurar que, ante una diferencia de velocidad angular demasiado elevada, la magnitud de ajuste del regulador de velocidad angular se reduzca a cero dentro del tiempo a cumplir, sin la necesidad de
5 comprobar individualmente los parámetros de regulación que se han determinado para la aplicación final.

Dicho objeto se resuelve mediante el método de acuerdo con la reivindicación 1, así como mediante el dispositivo conforme a la reivindicación relacionada.

Otros acondicionamientos ventajosos de la presente invención se indican en
10 las reivindicaciones relacionadas.

De acuerdo con un primer aspecto, se provee un método para el control del funcionamiento de un regulador de velocidad angular de un motor de combustión interna. El método comprende una detección de una velocidad excesiva, cuando una velocidad angular real del motor de combustión interna exceda una velocidad angular
15 nominal en más de un valor umbral predeterminado, y cuando se detecta un exceso de velocidad angular, una limitación de una magnitud de ajuste del sistema de regulación de velocidad angular, a una magnitud de ajuste máxima decreciente en el tiempo.

Además, la magnitud de ajuste máxima puede depender de un intervalo de
20 tiempo predeterminado, a partir del cual la magnitud de ajuste se debe fijar en 0.

Conforme a una forma de ejecución, el gradiente con el que la magnitud de ajuste máxima decrece en el tiempo, es constante. Además, se puede determinar el gradiente de una magnitud de ajuste máxima, que indica una magnitud de ajuste máxima admisible en el funcionamiento normal, dividido por el intervalo de tiempo
25 predeterminado. Alternativamente, el gradiente de la magnitud de ajuste máxima instantánea se determina dividido por el intervalo de tiempo predeterminado.

Alternativamente, la magnitud de ajuste máxima puede decrecer en el tiempo, de acuerdo con un perfil de gradiente.

Además, cuando la velocidad angular real del motor de combustión interna
30 exceda la velocidad angular nominal en menos del valor umbral predeterminado, se puede limitar la magnitud de ajuste del sistema de regulación de velocidad angular a una magnitud de ajuste máxima incremental en el tiempo, donde la magnitud de

- 3 -

ajuste máxima se incrementa hasta una magnitud de ajuste máxima que indica una magnitud de ajuste máxima admisible en el funcionamiento normal.

Conforme a una forma de ejecución, en el caso de exceso de la velocidad angular nominal se puede regular la magnitud de ajuste máxima directamente en la magnitud de ajuste máxima, mediante la velocidad angular real, donde la magnitud de ajuste máxima indica una magnitud de ajuste máxima admisible en el funcionamiento normal.

Conforme a un aspecto de la presente invención, se provee una regulación de motor para el accionamiento de un motor de combustión interna, provista de una unidad de regulación para la provisión de una magnitud de ajuste dependiendo de la velocidad angular nominal y la velocidad angular real; y de una unidad limitadora para la detección de una velocidad excesiva, cuando una velocidad angular real del motor de combustión interna exceda una velocidad angular nominal en más de un valor umbral predeterminado, y para una limitación de una magnitud de ajuste del sistema de regulación de velocidad angular, a una magnitud de ajuste máxima decreciente en el tiempo, cuando se detecta un exceso de velocidad angular.

Además, la unidad de regulación puede comprender un componente del regulador P y un componente del regulador I, donde la unidad limitadora limita una magnitud de ajuste en común provista por el componente del regulador P y el componente del regulador I. Alternativamente, la unidad de regulación puede comprender un componente del regulador P y un componente del regulador I, donde la unidad limitadora se encuentra acoplada al componente del regulador I de manera que la unidad limitadora actualiza, en cada ciclo de regulación, un valor de inicio de integración de un integrador del componente del regulador I en la limitación con un valor integrador límite.

Las formas de ejecución preferidas de la presente invención, se explican a continuación en detalle de acuerdo con los dibujos incluidos. Muestran:

Fig. 1 un esquema de bloques de un regulador de velocidad angular para una regulación de motor, de acuerdo con una primera forma de ejecución de la presente invención.

Fig. 2 un esquema de bloques de un regulador de velocidad angular para una regulación de motor, de acuerdo con otra forma de ejecución de la presente invención; y

Fig. 3 diagrama de tiempo para la representación de la progresión en el tiempo del par motor máximo, dependiendo de la velocidad angular real del motor.

En la fig. 1 se representa esquemáticamente un sistema de motor 1 representado con un motor de combustión interna 2 y un sistema de regulación de velocidad angular. El sistema de regulación de velocidad angular se ejecuta, por ejemplo, como un regulador PI y produce una magnitud de ajuste S , dependiendo de una velocidad angular diferencial $\Delta\omega$, por ejemplo, en forma de un par motor de ajuste o bien, una cantidad de combustible para la inyección. El sistema de regulación de velocidad angular comprende un elemento diferencial 5 para el cálculo de una diferencia de velocidad angular entre una velocidad angular nominal ω_{nominal} provista externamente (por ejemplo, conforme a un instante deseado por el conductor en un vehículo a motor), y una velocidad angular real ω_{real} detectada en el motor de combustión interna 2. La velocidad angular diferencial $\Delta\omega$ se lleva a un elemento de control proporcional 6 (componente del regulador P) y a un elemento de integración 7 (componente de regulador I) del regulador. El elemento de control proporcional 6, así como el elemento de integración 7, proveen respectivamente magnitudes parciales de ajuste S_1 o S_2 que se adicionan en un elemento sumatorio 8, para producir la magnitud de ajuste S .

Además, se provee un elemento limitador 10 al que se suministra la información de la diferencia de velocidad angular $\Delta\omega$, y que se activa, tan pronto como la diferencia de velocidad angular $\Delta\omega$ sea más elevada que un valor umbral SW , que está predeterminado. En el caso que no se exceda el valor umbral SW , se pone a disposición del motor de combustión interna 2 la magnitud de ajuste S sin modificaciones. Sin embargo, en el caso de que la velocidad angular diferencial $\Delta\omega$ se encuentre por encima del valor umbral SW , la magnitud de ajuste S del sistema de regulación de la velocidad angular se limita a un par motor máximo $M_{\text{máx}}$.

El modo de funcionamiento del elemento limitador 10, se describe en relación con la figura 3. Para garantizar que la magnitud de ajuste S , con la que el motor de

combustión interna 2 se controla, en un caso de activación de esta clase, es decir, cuando la velocidad angular diferencial $\Delta\omega$ se encuentre por encima del valor umbral, dentro de un intervalo de tiempo predeterminado que es indicado mediante T_A , se lleva a 0, y el par motor máximo se reduce linealmente en el tiempo o de acuerdo con un perfil de gradiente predeterminado (ver instante T1). Una magnitud de ajuste S, que corresponda a un par motor por encima del par motor máximo $M_{m\acute{a}x}$, se limita a $M_{m\acute{a}x}$. La reducción del par motor máximo $M_{m\acute{a}x}$ en el tiempo continúa hasta que $M_{m\acute{a}x}$ indique que ya es 0 Nm, o que la velocidad angular diferencial $\Delta\omega$ pase a un nivel inferior del valor umbral (ver instante T2).

Si $\Delta\omega$ pasa a un nivel inferior del valor umbral (ver instante T2) antes de que se alcance la magnitud de ajuste 0, el par motor máximo $M_{m\acute{a}x}$, partiendo del par motor máximo alcanzado instantáneamente, se vuelve a elevar continuamente en el tiempo t en dirección a un valor máximo predeterminado, que, sin embargo, no se excederá. Si durante la elevación del par motor máximo $M_{m\acute{a}x}$ la $\Delta\omega$ excede nuevamente el valor umbral (ver instante T3), se reduce nuevamente el par motor máximo $M_{m\acute{a}x}$, de forma lineal o de acuerdo a un perfil de gradiente, partiendo del par motor máximo ahora alcanzado, hasta alcanzar 0 Nm o hasta que $\Delta\omega$ pase nuevamente a un nivel inferior del valor umbral. Si $\Delta\omega$ se encuentra por encima del valor umbral SW y el par motor máximo $M_{m\acute{a}x}$ ya vale 0Nm (ver espacio de tiempo entre T3 y T4), $M_{m\acute{a}x}$ se mantiene en 0 Nm y, de esta manera, la magnitud de ajuste S se limita en 0 Nm. Es decir, la magnitud de ajuste suministrada al motor de combustión interna 2 corresponde a cero, es decir, que no se inyecta combustible en el motor de combustión interna 2. En cuanto la velocidad angular diferencial $\Delta\omega$ pase nuevamente a un paso inferior del valor umbral SW (ver instante T4), se vuelve a elevar el par motor máximo admisible $M_{m\acute{a}x}$, conforme a un gradiente.

En una progresión lineal del par motor máximo, el gradiente con el que se reduce el par motor máximo $M_{m\acute{a}x}$, en el instante en que el valor umbral SW es excedido por la velocidad angular diferencial $\Delta\omega$, se determina mediante el intervalo de tiempo en el que se debe llevar la magnitud de ajuste a cero, si la velocidad angular diferencial $\Delta\omega$ excede el valor umbral SW. Dicho intervalo de tiempo T_A puede ascender, por ejemplo, a un segundo. El gradiente del decremento del par motor máximo $M_{m\acute{a}x}$ resulta de, por ejemplo, un par motor máximo predeterminado

- 6 -

(corresponde a un par motor máximo admisible en funcionamiento normal, representado como una línea horizontal fina que progresa por el diagrama en la parte superior de la fig. 3) dividido por un intervalo de tiempo predeterminado, de manera que, en un par motor máximo predominante, el valor límite se encuentre, como más
 5 tarde, después del intervalo de tiempo predeterminado T_A en 0 Nm. Alternativamente, en lugar de un par motor máximo también se puede recurrir al par motor máximo $M_{\text{máx}}$ para el cálculo del gradiente. El valor del gradiente en el caso de una elevación del par motor máximo $M_{\text{máx}}$, en cuanto el valor umbral es pasado nuevamente a un nivel inferior por la velocidad angular diferencial, se selecciona
 10 preferentemente con el mismo valor que el gradiente de la pendiente decreciente de la progresión del par motor máximo $M_{\text{máx}}$, en el caso anteriormente mencionado.

En cuanto la velocidad angular real ω_{real} sea menor que la velocidad angular nominal ω_{nominal} , el par motor máximo $M_{\text{máx}}$ se fija en el par motor máximo. Además, no surge un salto de par motor porque la fracción de magnitud de ajuste S_1 y S_2 se
 15 encuentran claramente por debajo del valor máximo.

Para poder tener disponible una información sobre una respuesta requerida de la unidad limitadora 10, por ejemplo, para una evaluación, el valor de limitación se almacena, en la intervención de la limitación, en una memoria de datos estática, generalmente en una EEPROM existente. De esta manera, en una prueba se puede
 20 establecer si debió intervenir la limitación o si los parámetros de regulación permiten una regulación de la velocidad angular lo suficientemente rápida para cumplir con la exigencia en el tiempo de reducción de la magnitud de ajuste.

La fig. 2 muestra otra forma de ejecución de un sistema de motor conforme a la presente invención. Los mismos elementos o bien, los elementos con la misma
 25 función se indican con los mismos símbolos de referencia. La forma de ejecución de la fig. 2 se diferencia de la forma de ejecución de la fig. 1 en que la unidad limitadora no se provee en la senda de ajuste entre el elemento sumatorio 8 y el motor de combustión interna 2, sino que se provee en el elemento de integración 7. La unidad de limitación 11 de la forma de ejecución de la fig. 2 conserva, asimismo, como la
 30 unidad de limitación 10 de la forma de ejecución de la fig. 1, la velocidad angular diferencial $\Delta\omega$ el valor umbral SW, así como el intervalo de tiempo predeterminado T_A y reconoce, de acuerdo con un exceso del valor umbral SW mediante la velocidad

- 7 -

angular diferencial $\Delta\omega$, que el par motor máximo $M_{\text{máx}}$ se debe limitar. El valor del par motor máximo $M_{\text{máx}}$, que determina el valor de limitación, se detecta como se ha descrito anteriormente en el ejemplo de la forma de ejecución de la fig. 1.

Desde el par motor máximo $M_{\text{máx}}$, la magnitud de ajuste S_1 , que es provista por el elemento de control proporcional 6, se substrahe en la unidad de limitación 11, y se determina, de esta manera, un valor de integración límite mediante el cual se actualiza antes de cada ciclo de integración del valor de inicio de integración (valor de integración del cual se parte en la integración en un ciclo) del elemento de integración 7. Es decir, que si de esta manera, el valor integrador instantáneo (valor integrador después de la integración) es mayor que el valor de integración límite provisto por la unidad limitadora 11, el valor de inicio de integración se actualiza en el valor de integración límite que es provisto por la unidad limitadora 11. Si el valor de integración 7 en el elemento de integración 7 es menor que el valor de integración límite provisto por la unidad limitadora 11, no se ejecuta ninguna actualización.

El método conforme a la presente invención presenta la ventaja de que se puede asegurar que la magnitud de ajuste del sistema de regulación de la velocidad angular alcance cero, en todos los casos, después del intervalo de tiempo predeterminado. Para ello, se predetermina sólo un intervalo de tiempo T_A dentro del cual el par motor máximo de inicio de regulación (magnitud de ajuste) en el caso de una velocidad angular demasiado elevada del par motor máximo lineal, se lleva al valor neutral (magnitud de ajuste 0). Asimismo, de esta manera se asegura, en el caso de que se apliquen parámetros de regulación de una manera extremadamente lenta o incorrectamente, que el control de par interno, que chequea el par en una inyección injustificada después de un intervalo de tiempo determinado, como por ejemplo, un segundo, responda sin errores. De esta manera, no puede iniciarse un error de esta clase por parte de un usuario, de forma que la aplicación de la regulación se pueda ceder completamente al usuario y que no se deba probar adicionalmente en relación con el control de par.

Se puede proveer naturalmente como regulador de velocidad angular también un regulador PID, donde, sin embargo, la fracción diferencial de la magnitud de ajuste no se debe admitir mediante el componente de limitación y, por lo tanto, se

- 8 -

debe adicionar la magnitud de ajuste eventualmente ya limitada de la porción P e I de la magnitud de ajuste.

5

10

15

20

REIVINDICACIONES

1. Método para el control del funcionamiento de un regulador de velocidad angular de un motor de combustión interna (2), con los siguientes pasos:

- 5 - Detección de una velocidad angular excesiva, cuando una velocidad angular real (ω_{real}) del motor de combustión interna exceda una velocidad angular nominal (ω_{nominal}) en más de un valor umbral (SW) predeterminado,

caracterizado porque

- 10 - cuando se detecta un exceso de velocidad angular, se limita una magnitud de ajuste (S) del sistema de regulación de velocidad angular, a una magnitud de ajuste máxima ($M_{\text{máx}}$) con un decremento en el tiempo.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, donde la magnitud de ajuste máxima ($M_{\text{máx}}$) depende del intervalo de tiempo predeterminado, a partir del que la magnitud de ajuste (S) se deba fijar en 0.

15 3. Método de acuerdo con la reivindicación 2, donde el gradiente con el que la magnitud de ajuste máxima ($M_{\text{máx}}$) decrece en el tiempo, es constante.

4. Método de acuerdo con la reivindicación 3, donde el gradiente de una magnitud de ajuste máxima, que indica una magnitud de ajuste máxima admisible en el funcionamiento normal, se determina dividido por el intervalo de tiempo predeterminado.

20 5. Método de acuerdo con la reivindicación 3, donde el gradiente de la magnitud de ajuste máxima ($M_{\text{máx}}$) instantánea se determina dividido por el intervalo de tiempo predeterminado.

6. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, donde la magnitud de ajuste máxima ($M_{\text{máx}}$) decrece en el tiempo de acuerdo con un perfil de gradiente.

25 7. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, cuando la velocidad angular real (ω_{real}) del motor de combustión interna exceda la velocidad angular nominal (ω_{nominal}) en menos del valor umbral (SW) predeterminado, se limita la magnitud de ajuste del sistema de regulación de velocidad angular a una magnitud de ajuste máxima ($M_{\text{máx}}$) incremental en el tiempo, donde la magnitud de ajuste máxima ($M_{\text{máx}}$) se incrementa hasta una magnitud de ajuste máxima que indica una magnitud de ajuste máxima admisible en el funcionamiento normal.

30

8. Método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, donde en el caso de exceso de la velocidad angular nominal (ω_{nominal}) se regula la magnitud de ajuste máxima ($M_{\text{máx}}$) directamente en la magnitud de ajuste máxima, mediante la velocidad angular real (ω_{real}), donde la magnitud de ajuste máxima indica una magnitud de ajuste máxima admisible en el funcionamiento normal.

9. Unidad de regulación de motor para el accionamiento de un motor de combustión interna (2) que comprende:

- una unidad de regulación (5, 6, 7) para la disponibilidad de una magnitud de ajuste (S) regulable dependiente de una velocidad angular nominal (ω_{nominal}) y de una velocidad angular real (ω_{real}) y
- una unidad limitadora (10, 11) para la detección de una velocidad angular excesiva, cuando la velocidad angular real (ω_{real}) del motor de combustión interna (2) exceda la velocidad angular nominal (ω_{nominal}) en más de un valor umbral (SW) predeterminado; y para la limitación de una magnitud de ajuste (S) del sistema de regulación de velocidad angular en una magnitud de ajuste máxima decreciente en el tiempo, cuando se detecta un exceso de velocidad angular.

10. Unidad de regulación de motor de acuerdo con la reivindicación 9, donde la unidad de regulación comprende un componente del regulador P y un componente del regulador I, donde la unidad limitadora (10) limita una magnitud de ajuste en común provista por el componente del regulador P (6) y el componente del regulador I (7).

11. Unidad de regulación de motor de acuerdo con la reivindicación 9, donde la unidad de regulación comprende un componente del regulador P (6) y un componente del regulador I (7), donde la unidad limitadora (11) se encuentra acoplada al componente del regulador I (7) de manera que la unidad limitadora (11) actualiza, en cada ciclo de regulación, un valor de inicio de integración de un integrador del componente del regulador I (7) en la limitación con un valor integrador límite.

30

“Siguen 2 páginas de dibujos”

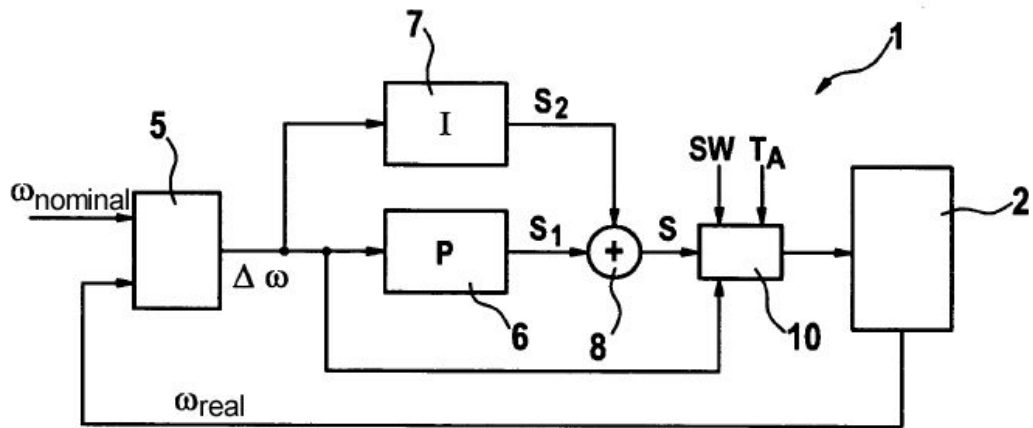


Fig. 1

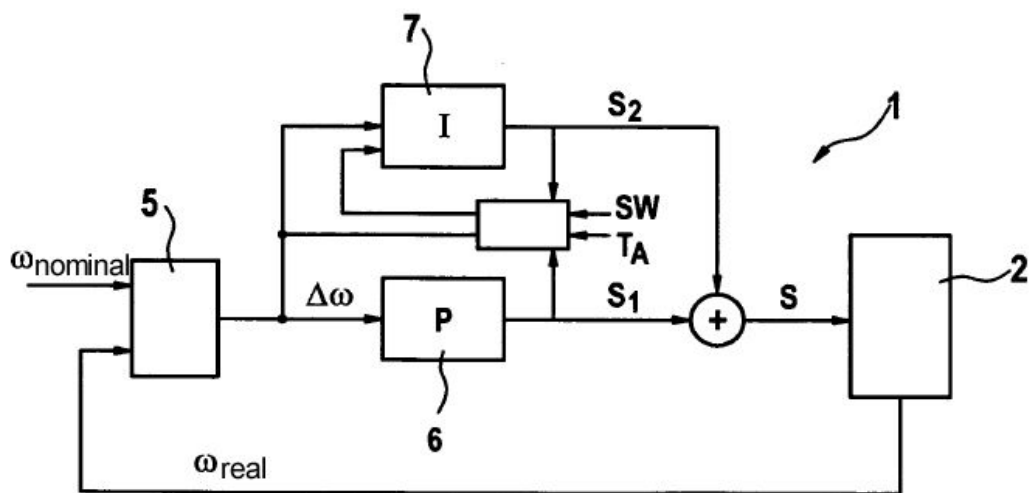


Fig. 2

5

10

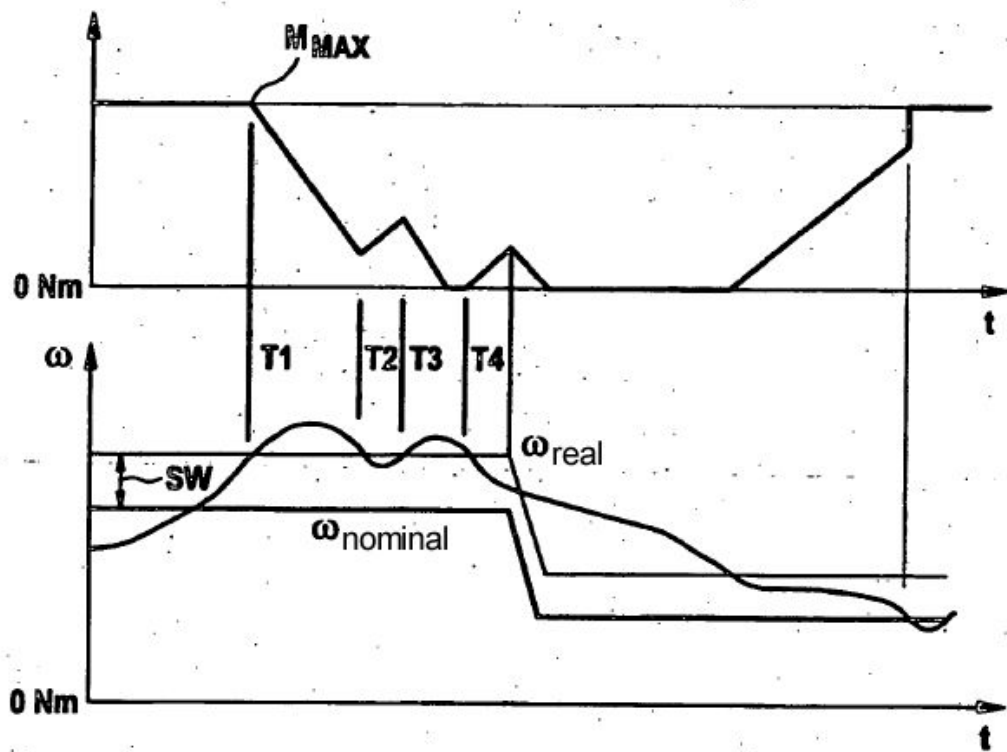


Fig. 3