



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 1008367-7 B1



(22) Data do Depósito: 28/01/2010

(45) Data de Concessão: 25/08/2020

(54) Título: PROCESSO PARA ATIVAÇÃO COM MODULAÇÃO DE LARGURA DE PULSO DE UM MOTOR PROPULSOR ELÉTRICO DE UM CONJUNTO DE REGULAGEM E DISPOSITIVO PARA ATIVAÇÃO PWM DE UM MOTOR PROPULSOR ELÉTRICO DE UM CONJUNTO DE REGULAGEM

(51) Int.Cl.: G05B 19/416.

(30) Prioridade Unionista: 11/02/2009 DE 102009008369.3.

(73) Titular(es): CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH.

(72) Inventor(es): STEFAN HOLZINGER; ROMAN MORAWEK; DANIEL ZUFFER.

(86) Pedido PCT: PCT EP2010051006 de 28/01/2010

(87) Publicação PCT: WO 2010/091962 de 19/08/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/08/2011

(57) Resumo: PROCESSO E DISPOSITIVO PARA ATIVAÇÃO COM MODULAÇÃO DE LARGURA DE PULSO DE UM MOTOR PROPULSOR ELÉTRICO DE UM CONJUNTO DE REGULAGEM. A presente invenção refere-se a um processo e dispositivo para comando com modulação de amplitude de pulso (PWM) de um motor propulsor (2) elétrico de um conjunto de regulagem na base de um referencial do sistema mecânico do conjunto de regulagem memorizado em uma memória (9), que corresponde a uma relação entre a força (F) no motor propulsor (2) e o percurso de regulagem (s), ou seja, o tempo de regulagem (t) do conjunto de regulagem, sendo que na base do referencial do sistema mecânico é determinado um valor energético futuro previsto (F (t + to)) a fim de, desde logo, regular de tal maneira o comando PWM mediante a utilização deste valor energético futuro para que nas oscilações no sincronismo da marcha do motor.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO PARA ATIVAÇÃO COM MODULAÇÃO DE LARGURA DE PULSO DE UM MOTOR PROPULSOR ELÉTRICO DE UM CONJUNTO DE REGULAGEM E DISPOSITIVO PARA ATIVAÇÃO PWM DE UM MOTOR PROPULSOR ELÉTRICO DE UM CONJUNTO DE REGULAGEM"**.

Descrição

[0001] A presente invenção refere-se a um processo bem como a um dispositivo para a ativação com modulação de largura de pulso de um motor propulsor elétrico de um conjunto de regulagem na base de uma referência do sistema mecânico do conjunto de regulagem, registrado em uma memória, que corresponde a uma relação entre a força no motor e o percurso de regulagem, ou seja, o tempo da regulagem do conjunto de regulagem.

[0002] Conjuntos de regulagem como os aqui designados são, por exemplo, empregados em veículos automotores para o acionamento de unidades de operação elétrica de janelas ou de tetos corrediços, sendo, todavia, também, possíveis outros empregos como tampas traseiras, portas corrediças, etc. Para aumentar o conforto do comando e a segurança, em conexão com estes conjuntos reguladores frequentemente é emprego um comando motorizado com modulação de largura de pulso que também deve assegurar um sincronismo da marcha do motor também quando se apresentarem oscilações na tensão da rede de bordo, geralmente na tensão de abastecimento. Um comando PWM desta natureza também é vantajoso em conexão com sistemas convencionais de proteção contra engate.

[0003] Detalhadamente, com esses comandos PWM, além de assegurar o sincronismo da marcha do motor no caso de oscilações da tensão de abastecimento, também é viabilizada uma regulagem da velocidade do reajuste, a fim de que por meio de velocidades de fe-

chamento mais lentas, por exemplo, poder prever um tempo reacional maior permitido e semelhantes vantagens para um sistema de proteção contra engate. Isto é relevante, especialmente na faixa de 25 mm da diretriz FMVSS 118 de acordo com a qual são testados sistemas protetores de compressão com uma taxa molar de 65 N/mm. Especialmente, também no fechamento eventualmente de um teto corrediço, a velocidade do fechamento antes de penetrar na vedação poderá ser reduzida, sendo que a partir do sistema mecânico movimentado é extraída a energia. Em caso ideal, desta maneira, poderá ser dispensado um elemento amortecedor mecânico.

[0004] Nas técnicas convencionais, são empregados para esta finalidade, regulares eletrônicos, os quais, pela medição da tensão da rede de bordo do veículo automotor, calculam a necessária relação de exploração para prover a tensão do motor desejada (por exemplo, 70% da tensão da rede de bordo em determinados intervalos de tempo). Eventualmente, a tensão do motor pode ainda ser testada, isto é, pode ser medida de forma retroativa, de maneira que resulta um laço regulador fechado. Desta maneira, podem ser compensadas as oscilações das tensões da rede de bordo. Todavia, sempre se apresentam ainda oscilações na marcha síncrona do respectivo conjunto de regulação, eventualmente de um conjunto de controle de janela ou de um teto corrediço, sendo que essas oscilações da marcha síncrona resultam por solicitações mecânicas variáveis, especialmente em virtude dos diferentes componentes que são ativados ou desativados no decorso do movimento de regulação de acordo com a sua posição (ou no tempo) dentro do sistema mecânico. Estas oscilações da marcha síncrona, em virtude de forças mecânicas variáveis, não são eliminadas por compensação nos sistemas conhecidos porque oscilações da marcha síncrona representam o sinal de entrada, ou seja, o sinal da medição do algoritmo de proteção de compressão. Desta maneira, o

conforto para o usuário será reduzido e as vantagens da ativação PWM para o sistema de proteção de compressão serão reduzidas.

[0005] Constitui-se objeto da presente invenção, remediar esta situação e eliminar da melhor forma possível oscilações na marcha síncrona baseado em solicitações mecânicas variáveis, a fim de aumentar desta maneira o conforto para o usuário e para assegurar desta maneira as vantagens do comando PWM no tocante a um sistema protetor de compressão, também para os casos de solicitações mecânicas variáveis.

[0006] No caso, a invenção está baseada em que comumente, especialmente em conexões com sistemas protetores de compressão, como são regularmente previstos nos controles de janelas, de teto correção etc., na memória da eletrônica de comando encontra-se memorizada uma referência do sistema mecânico (ver neste caso, por exemplo, documento DE 196 33 941 C2). Esta referência do sistema mecânico também poderá ser designada como a linha característica, campo referencial ou característica mecânica e comumente consiste em um campo de dados, sendo que estão previstos valores para a força no motor na dependência da posição do conjunto de regulação, ou seja, por exemplo, especialmente na janela ou teto correção, ou seja, do tempo durante a operação do conjunto de reajuste. Esta referência, em seguida, também brevemente designada linha característica, será empiricamente determinada para cada sistema mecânico individual no decurso da inicialização por ocasião da produção do veículo automotor sendo memorizado. A invenção possui como princípio subjacente que esta linha característica mecânica pode ser usada para inicialmente regular de tal maneira a respectiva regulação PWM, ou seja, o comando do motor PWM que eventuais oscilações mecânicas a serem previstas não resultem em oscilações na marcha síncrona do motor.

[0007] Por conseguinte, a presente invenção provê uma solução

da tarefa posta com um processo bem como um dispositivo conforme definido na invenção. Modalidades vantajosas e ampliações estão indicadas nas concretizações.

[0008] De acordo com a presente técnica, com base na linha característica mecânica, isto é, o referencial do sistema mecânico do conjunto de regulação, será determinado um valor de força futura prevista e o comando PWM, mediante utilização deste valor de força futuro, será então previamente ajustado de tal maneira que no caso de oscilações mecânicas esperadas do conjunto de regulação, pelo comando PWM modificado, são evitadas as oscilações no sincronismo da marcha do motor. Isto pode ser vantajosamente realizado simplesmente pelo fato de que em um momento t uma força F futura esperada ($t + t_0$) em um espaço de tempo t_0 , calculado na base da relação $U_{Mot} = k_1 * F + k_2 * \omega$, sendo que U_{Mot} representa tensão motor, ω representa a velocidade angular do motor e k_1 e k_2 são constantes sistêmicas determinadas de forma empírica, sendo determinadas – considerando-se a velocidade angular desejada do motor ω , a tensão do motor U_{Mot} a ser regulada com o comando PWM. O espaço de tempo t_0 corresponde no caso vantajosamente ao tempo morto do sistema de regulação sendo especialmente 1 a 5 ms, sendo que nos testes mostraram ser especialmente vantajosas distâncias temporais de cerca de 2,5 ms. (Detalhadamente o espaço de tempo t_0 naturalmente dependerá do sistema.). Depois poderá então a tensão do abastecimento, ou seja, especialmente – no caso de veículos automotores – a tensão da rede de bordo, ou seja, a tensão da bateria será medida e dependendo do valor medido desta tensão de abastecimento, bem como na tensão do motor determinado a ser regulada, será calculada a relação de cadência que constitui a base da ativação do sistema PWM.

[0009] Para viabilizar uma partida isenta de problemas, também é vantajoso que o comando PWM, mediante aproveitamento do futuro

valor de força, seja ativado somente após uma partida inicial suave do motor propulsor.

[00010] Uma alternativa menos vantajosa, correspondendo ao estado da técnica, seria medir a velocidade real do motor – que é disponível através dos sensores Hall – e com esta velocidade real realizar uma regulação para a velocidade teórica desejada. Isto, todavia, apresentaria a desvantagem de que a compressão de um objeto que resultaria em uma redução da velocidade ocasionaria um aumento da tensão do motor. Isto, todavia, aumentaria ainda adicionalmente a força de aperto no objeto, ou seja, a força de compressão, o que naturalmente constitui desvantagem. A solução técnica aqui proposta regula, todavia de modo vantajoso, ao invés de com a ajuda da velocidade real, com uma característica mecânica previamente indicada. Desta maneira, um objeto preso, ou seja, comprimido, não resulta em um aumento da tensão de aperto do motor com o que a força de aperto, ou seja, de compressão no objeto, também não será – desnecessariamente – aumentada.

[00011] Preferencialmente, portanto, o comando do motor PWM em conexão com um sistema protetor de compressão será usado, apresentando uma configuração convencional, sendo que pela presente técnica de evitar oscilações na marcha síncrona podem ser logradas seguranças adicionais no funcionamento do sistema protetor de compressão.

[00012] Em seguida, a invenção será explicitada com base em exemplos preferidos, aos quais, todavia, não deve ficar restrita e com referência ao desenho que apresentar explanações adicionais. As figuras mostram:

[00013] Figura 1 – Um diagrama de bloco de uma forma de realização do dispositivo de acordo com a invenção.

[00014] Figura 2 – Um diagrama apresentando o traçado da força F

do motor, da tensão de abastecimento U_{Bat} e da função PWM através do tempo t (ou seja, sobre a posição ou percurso de regulação s) e

[00015] Figura 3 – Um diagrama apresentando a função PWM, bem como uma curva de velocidade v pelo tempo t (ou seja, sobre o percurso de regulação s), para demonstrar uma transição de um modo de partida no modo de ativação PWM segundo a técnica de acordo com a invenção.

[00016] Na figura 1 está esquematicamente apresentado em um diagrama de bloco um dispositivo 1 para ativação do PWM de um motor elétrico 2 de um conjunto regulador não representado mais detalhadamente aqui, sendo que meios de cálculo centrais 3 (CPU 3) estão previstos como componentes essenciais do dispositivo 1, a fim de poder ser realizada uma ativação PWM do motor 2 sobre uma chave PWM 4; esta chave PWM 4 está apenas esquematicamente representada na figura 1 e na prática normalmente será concretizado, por exemplo, com o auxílio de um transistor de efeito de campo (FET). Em conformidade com uma relação exploratória, previamente indicada pelos meios de cálculo 3, a chave PWM 4 aplica uma tensão de abastecimento U_{Bat} , existente nos bornes 5, 6 do dispositivo 1, ao motor 2. A tensão U_{Mot} efetivamente aplicada no motor 2 será opcionalmente medida com o auxílio de meios de medição 7, sendo que os valores de medição correspondentes são integrados nos meios de cálculos 3. Além disso, no exemplo mostrado, está previsto um sensor 8 para medir o movimento giratório, ou seja, no tocante ao registro da posição velocidade, ou seja, a velocidade angular e/ou força do motor 2; este sensor 8 pode estar previsto adicionalmente ou no lugar dos meios de medição 7 para formação de um sistema regulador, podendo ser, por exemplo, um sensor Hall. O sinal de saída entre (sinal de medição) do sensor 8 será igualmente integrado nos meios de cálculo 3. Além disso, os meios de cálculo 3 estão ligados com uma memória 9 na qual

estão memorizados dados referentes à linha característica mecânica do respectivo conjunto de regulagem, ou seja, do sistema mecânico deste conjunto de regulagem. Uma possível linha característica $F(t)$ está exemplificada na figura 2 com a curva 10, podendo se verificar que a força $F(t)$ no motor se modifica na dependência do tempo t , ou seja, na posição eventual de um teto corrediço (ou seja, do percurso de regulagem s). Esta força F que se modifica de acordo com o percurso da regulagem é, portanto, conhecida do dispositivo 1.

[00017] A partir da figura 1 pode-se então ainda verificar que estão previstos meios de medição 11 para medir a tensão de abastecimento U_{Bat} , sendo que os valores da medição também são integrados nos meios de cálculo 3. Os meios de cálculo 3 concretizam agora, de modo convencional meios de ativação PWM para o motor 2 que são concretamente realizados por um módulo PWM na figura 1 em combinação com a chave PWM 4. Em conexão respectiva encontra-se um sistema protetor de compressão indicado por um módulo 3b nos meios de cálculos 3, no qual também faz parte os relês de comutação 12, 13, a fim de que após a redução da velocidade do motor, no caso do reconhecimento de uma compressão, como já é conhecido, poder também reverter o motor 2.

[00018] Os relês comutadores 12, 13 são mostrados na figura 1, em uma de suas disposições de serviços normais, sendo que na reversão do motor 2 ambas as unidades mudam a posição de comutação. Na posição inativa (não mostrada), os dois relês comutadores 12, 13 ocupam a sua posição superior de acordo com a figura 1, isto é, encontram-se ambos deitados no borne 5, conforme indicado com a linha tracejada na figura 1 junto ao relê comutador 12. A chave PWM 4 está aberta na posição inativa.

[00019] Em alteração da forma de realização mostrada, também pode se imaginar, por exemplo, de prover ao invés dos relês comuta-

dores 12, 13 e da chave PWM (FET 4) uma ponte integral com 4 FETs que são operados pelos meios de cálculos 3 através dos módulos 3a, 3b (então combinados), a fim de que, por um lado, concretizará ativação do PWM e, por outro lado, a reversão do motor.

[00020] A partir da representação na figura 1 resulta que como grandezas predeterminadas, a tensão de abastecimento U_{Bat} opcionalmente a tensão do motor U_{Mot} e as rotações do motor ω podem ser consideradas, isto é, essas grandezas são medidas sendo produzida uma reação. Esta reação se refere à ativação PWM, sendo que com o módulo PWM 3a e com a chave PWM 4 será regulada a tensão do motor U_{Mot} .

[00021] Detalhadamente, dados físicos definem a conexão entre a tensão U_{Mot} no motor, da força F no motor e da velocidade angular ω do motor da seguinte maneira:

[00022] A equação estática do motor

$$U_{Mot} = k_{\omega} \cdot \omega + R \cdot I$$

[00023] A primeira equação resulta em:

$$I = \frac{U_{Mot} - k_{\omega} \cdot \omega}{R}$$

em que significa:

I corrente do motor (corrente do induzido) do motor 2

k_{ω} fator de proporcionalidade (constante do motor)

R resistência do induzido

[00024] Quando uma outra constante do motor k_m for previamente indicada como fator de proporcionalidade, então o torque M do motor será através desta constante k_m proporcional a corrente de induzido I :

$$M = k_m \cdot I = \frac{k_m}{R} (U_{Mot} - k_{\omega} \cdot \omega)$$

[00025] Com o raio r do enrolamento de cabo do motor e da respectiva relação de multiplicação $\ddot{u}$, resulta a força F na talha e, portanto, no teto correção etc., como segue:

$$F = \frac{\ddot{u}}{r} M = \frac{\ddot{u} \cdot k_m}{r \cdot R} (U_{Mot} - k_\omega \cdot \omega)$$

[00026] Resulta-se, portanto, a seguinte conexão entre a tensão no motor U_{Mot} , a força F e a velocidade angular ω

$$U_{Mot} = F \frac{r \cdot R}{\ddot{u} \cdot k_m} + k_\omega \cdot \omega = k_1 \cdot F + k_2 \cdot \omega,$$

[00027] Sendo que nesta equação, ao lado das grandezas mencionadas, ocorrem somente constantes de sistemas k_1 , k_2 conhecidas.

[00028] Com o auxílio da linha característica mecânica $F(t)$, conforme figura 2, será agora calculada futura força esperada $F(t + t_0)$ juntamente com as rotações desejadas ω resultará então a tensão do motor U_{Mot} a ser regulada, portanto, de acordo com a equação acima. A distância espacial t_0 corresponde no caso vantajosamente ao tempo morto do sistema regulador.

[00029] Com o auxílio da tensão da rede de bordo U_{Bat} medida poderá então imediatamente ser calculada relação de cadência x com a qual terá de ser ajustado o comando PWM:

$$x = 100 \cdot U_{Mot} / U_{Bat} \text{ \%}.$$

[00030] A partir da conexão acima indicada, também se infere que a regulação da velocidade, de modo efetivo, não mais é uma regulação, porém, que a velocidade v somente é ajustada. Mas que somente é ajustada à velocidade v . O laço regulador será somente fechado pelo cálculo correto da força futura prevista $F(t + t_0)$, na qual também penetra o cálculo da força atual que novamente se baseia nas rotações atuais, já que as linhas características mecânicas memorizadas somente descrevem as forças diferenciais.

[00031] A partir desta realidade, se segue outra vantagem do pre-

sente conceito: no caso de uma compressão, as rotações do motor cairão, o que com a regulação imediata resultaria em um aumento da tensão $U_{Mot.}$. Isto, todavia, no caso de compressão, é muito indesejado já que com isto a compressão seria ainda mais reforçada. No conceito apresentado, isto será evitado já que para o cálculo da força $F(t + t_0)$ futura esperada o processo de aperto potencial atualmente existente não se integra, por não ser configurado na linha característica.

[00032] O presente dispositivo com a ativação PWM específica, pode, portanto, de uma forma especialmente vantajosa, ser vinculado com sistemas de proteção de compressão convencionais.

[00033] Para a apresentação exemplificada, no diagrama da figura 2, em aditamento à linha característica de força $F(t)$ também é mostrada uma curva 14 para a tensão de abastecimento $U_{Bat}(t)$, bem como uma curva 15 para a função PWM. Além disso, é mostrado que em um momento t , com previsão para o momento $t + t_0$, a força $F(t + t_0)$ será determinada, e já que neste momento futuro $t + t_0$ a força F ainda estará nitidamente diferente daquela no momento t seguindo-se também uma PWM nitidamente modificada.

[00034] A distância temporal t_0 é, por exemplo, de 1 a 5 ms, especialmente cerca de 2,5 ms.

[00035] A figura 3 apresenta esquematicamente também um exemplo para a fase da inicialização do presente comando, sendo que após a partida até o momento t_1 de modo convencional, será operado um conjunto de regulação, sendo que rampas convencionais 16, 17 para a curva da velocidade v (ou seja, a velocidade angular do motor ω) e para a curva PWM resultam. Nesta fase, a regulação PWM, que resultaria em virtude da presente técnica, e aquela na Figura 3 mostrada em um segmento de curva 18 é "vazia". A partir do ponto de transferência t_1 , a técnica prescrita para a ativação PWM será empregada, sendo que, por exemplo, a curva PWM 19 resultante, bem como a cur-

va da velocidade 20, resultam. A velocidade v está no caso em conexão direta com a velocidade angular do motor ω , ou seja, com as rotações do motor o que é indicado na figura 3, pela indicação adicional para " ω ".

[00036] Conforme mencionado, a presente técnica poderá ser empregada com especiais vantagens no acionamento de tetos corrediços, nos controles para janelas, mas também de portas corrediças de tampas traseiras operadas eletricamente etc., sendo que são obtidas especialmente vantagens quando esses conjuntos conhecidos também estiverem equipados com um sistema protetor de compressão.

[00037] As diferentes constantes do sistema serão convenientemente determinadas de modo empírico simples na primeira inicialização, no decurso de uma ativação incipiente do sistema, e depois – da mesma maneira como a linha característica mecânica – em meios de memórias, eventualmente a memória 9 onde são memorizados. Mas também se pode partir de uma linha característica geral que se adequa sucessivamente ao sistema.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para ativação com modulação de largura de pulso de um motor propulsor elétrico (2) de um conjunto de regulação na base de uma referência memorizada em uma memória (9) de um sistema mecânico do conjunto de regulação, que corresponde a uma relação entre a força (F) no motor propulsor (2) e um percurso de reajuste (s), ou seja, o tempo de reajuste (t) do conjunto de regulação, caracterizado pelo fato de que na base do referencial do sistema mecânico é determinado um valor de força futura prevista ($F(t + t_0)$) a fim de desde logo regular de tal maneira o comando PWM, mediante aproveitamento deste valor de força futuro, que no caso de oscilações mecânicas previstas do conjunto de regulação, sejam evitadas oscilações na marcha síncrona do motor.

2. Processo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que em um momento (t) uma força futura esperada ($F(t + t_0)$) é calculada em uma distância temporal (t_0) calculada na base da relação $U_{Mot} = k_1 * F + k_2 * \omega$, sendo que

U_{Mot} é a tensão do motor medida,

ω é a velocidade angular do motor medida bem como

k_1 e k_2 são constantes de sistema empiricamente determináveis,

considerando-se a velocidade angular desejada do motor (ω) que é determinada com auxílio da tensão no motor (U_{Mot}) a ser regulado com a ativação PWM.

3. Processo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a distância temporal (t_0) está situada na ordem de grandeza do tempo inativo do sistema regulador formado com a ativação PWM.

4. Processo de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a distância temporal (t_0) é selecionada entre 1

e 5 ms, preferencialmente igual à cerca de 2,5 ms.

5. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a tensão de abastecimento (U_{Bat}) do motor propulsor (2) é medida e independentemente do mesmo, bem como na base da tensão de motor (U_{Mot}) a ser regulada, é calculada a relação da cadência baseada na ativação PWM.

6. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que o comando PWM é usado em conexão com um sistema protetor de compressão (3B, 12, 13).

7. Processo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que o comando PWM, utilizando o valor de força futura, é ativado após uma partida suave (16, 17) do motor propulsor (2).

8. Dispositivo (1) para ativação PWM de um motor propulsor (2) elétrico de um conjunto de regulação na base de um referencial memorizado em uma memória (9) do sistema mecânico do conjunto regulador que corresponde a uma relação entre a força (F) no motor propulsor (2) e o percurso de regulação (s), ou seja, o tempo de regulação (t) do conjunto de reajuste, caracterizado por meios de cálculo (3) que estão preparados para que na base do referencial do sistema mecânico determinar um valor de força futura esperada ($F(t + t_0)$) e mediante utilização deste valor regular desde logo o uso do comando PWM (3A, 4), que no caso de oscilações mecânicas esperadas do conjunto de regulação sejam evitadas oscilações na marcha síncrona do motor.

9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que estão previstos meios de cálculo (3) para calcular em um determinado momento temporal (t) uma força futura prevista ($F(t + t_0)$) em um espaço temporal (t_0) e na base na relação $U_{\text{Mot}} = k_1 * F + k_2 * \omega$, sendo que

U_{Mot} é a tensão de motor medida,

ω é a velocidade angular do motor medida bem como

k_1 e k_2 são constantes de sistema determináveis de forma empírica, mediante consideração da velocidade angular desejada do motor ω , sendo determinada com auxílio dos meios de ativação PWM (3A, 4), a tensão do motor a ser regulado (U_{Mot}).

10. Dispositivo de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o espaço temporal (t_0) se encontra na ordem de grandeza do tempo inativo do sistema regulador formado com os meios de ativação PWM (3A, 4).

11. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 10, caracterizado por meios de medição (11) para medir a tensão de abastecimento (U_{Bat}) do motor propulsor (2) e sendo que os meios de cálculo (3) também são preparados para que na base da tensão do motor a ser regulada (U_{Mot}) bem como da tensão de abastecimento medida (U_{Bat}) da relação de cadência subjacente ao comando PWM (3A, 4), efetuando os respectivos cálculos.

12. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, caracterizado pelo fato de que os meios de comando PWM (3A, 4) estão unidos com um sistema protetor contra compressão (3B, 12, 13).

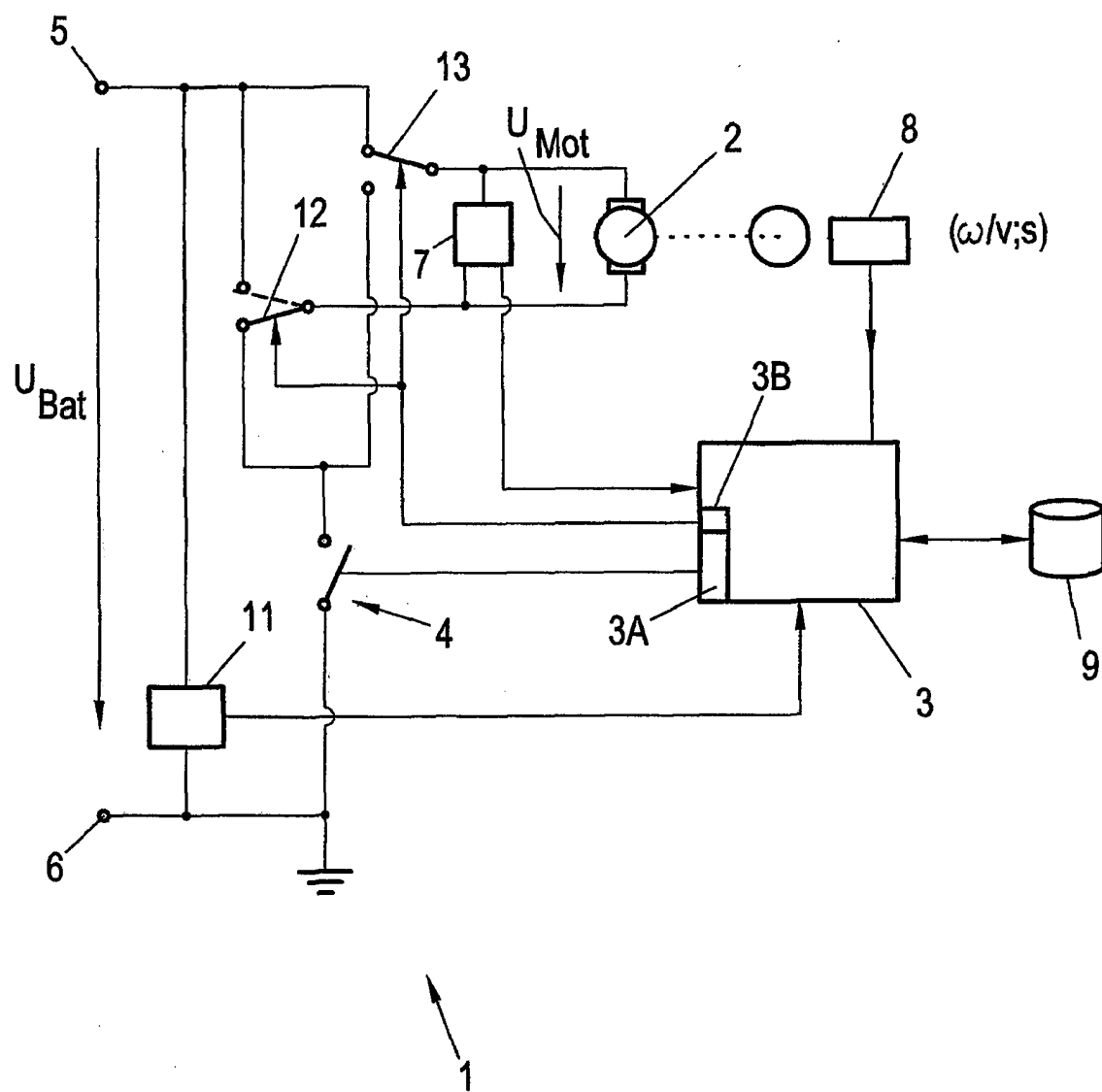


Fig. 1

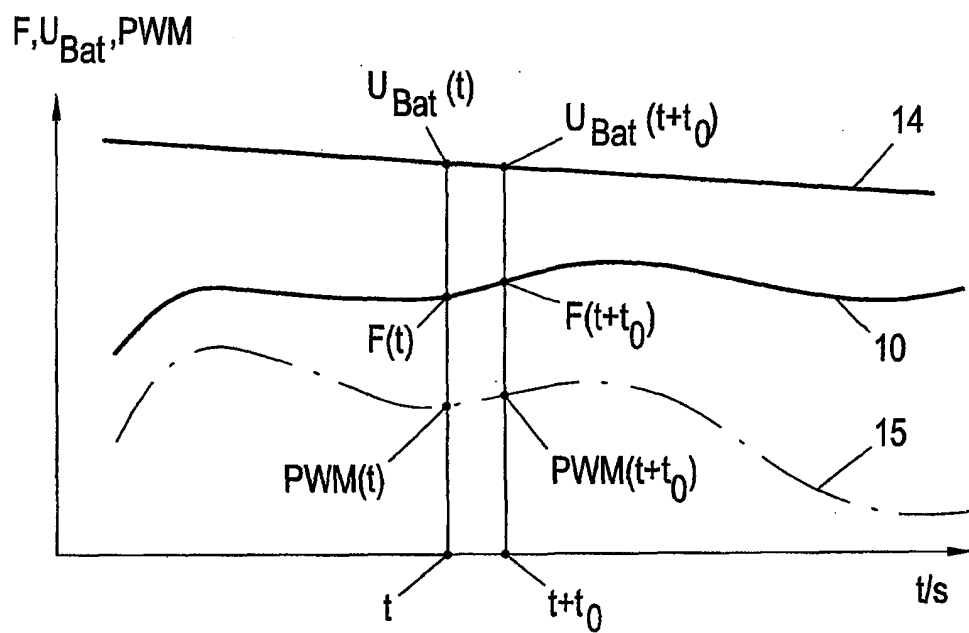


Fig. 2

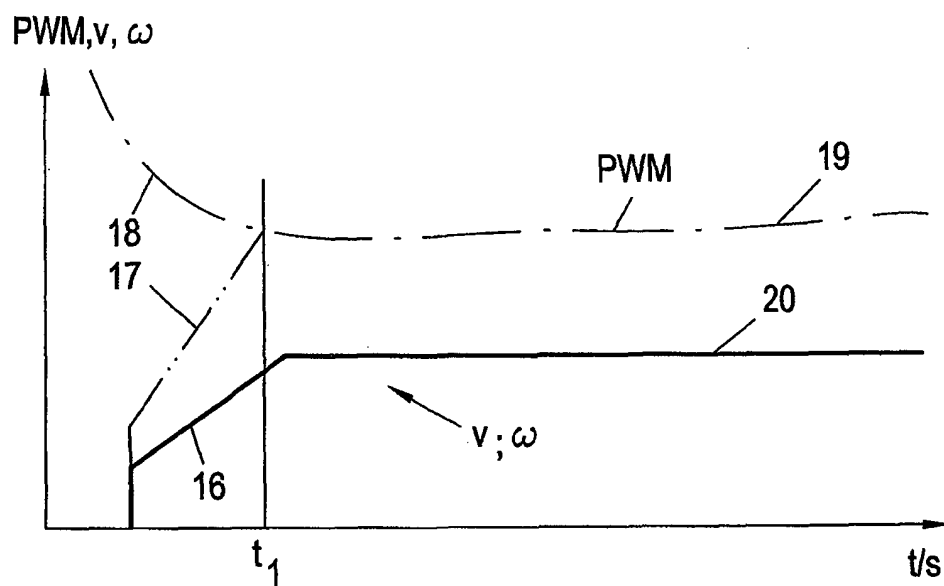


Fig. 3