



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0614567-1 B1

(22) Data do Depósito: 28/07/2006

(45) Data de Concessão: 27/02/2018



(54) Título: MÉTODO E APARELHO PARA DETERMINAR UMA POTÊNCIA DISSIPADA INSTANTÂNEA DE UM COMUTADOR ELETRÔNICO

(51) Int.Cl.: G01R 21/133

(30) Prioridade Unionista: 29/07/2005 DE 10 2005 036 317.2

(73) Titular(es): ALOYS WOB BEN

(72) Inventor(es): ALOYS WOB BEN

“MÉTODO E APARELHO PARA DETERMINAR UMA POTÊNCIA DISSIPADA INSTANTÂNEA DE UM COMUTADOR ELETRÔNICO”

[001] A presente invenção refere-se a um método e um aparelho para determinar potência dissipada de um comutador eletrônico. A invenção ainda se refere a um inversor e método para controlar um inversor e uma instalação de energia eólica.

[002] Os seguintes documentos são conhecidos do estado da técnica: US2004/0196678A1, US2004/0125523A1, US5841262A, US2004/0085117A1, DE10141125A1, DE10319354A1, DE3526836A1, DE3905701A1, EP0397514-A2, WO02/080343A1, WO2004/012326A1, WO03/065567A1 e WO02/07315A1.

[003] Inversores atuais, frequentemente, usam comutadores na forma como são referenciados como IGBTs a fim de produzir uma corrente alternada a partir de uma corrente, a estrutura de tais inversores sendo conhecida por si. Os comutadores muito inevitavelmente têm perdas produzidas por comutação, que podem ser calculadas com base em fórmulas conhecidas. É para se notar a este respeito que diodos de via livre associados com IGBT devem ser também abrangidos pelo termo “comutador”.

[004] No projeto de um inversor, por conseguinte, os parâmetros de operação podem ser definidos e usados como a base para cálculo. Para que o cálculo e a realidade estejam em conformidade, aqueles parâmetros têm que ser mantidos durante a operação do inversor.

[005] Na prática, o controle do inversor é frequentemente executado com a temperatura de comutador sendo monitorada. Este controle é baseado no fato de que os comutadores aumentam em temperatura devido às perdas, e, assim, o aumento em temperatura é uma medida daquelas perdas. Se agora a monitoração de temperatura detectar que um valor limite predeterminado foi excedido, o inversor é então desligado a fim de evitar dano. Em adição a isto, é o fato de que tais comutadores que são construídos à base de semicondutores reagem sensitivamente a sobrecarga térmica. Quanto mais alta a carga térmica

de um tal comutador, tanto correspondentemente maior é seu envelhecimento térmico e tanto conseqüentemente mais cedo ele deve ser correspondentemente substituído.

[006] Se um inversor como esse é usado numa instalação de energia eólica, uma consequência de o inversor ser desligado é que a instalação de energia eólica também tem que ser desligada.

[007] A fim de se poder medir a dissipação de potência, é necessária, por exemplo, medir a tensão de coletor-emissor quando IGBT estiver no estado direto. Esta é de um valor na faixa inferior a um dígito e tem que ser detectada tão acuradamente quanto possível para atingir um resultado suficientemente acurado quando da operação com correntes muito elevadas (diversas centenas de Ampères). No estado desligado, todavia, a tensão de circuito intermediário total (várias centenas de Volts) é aplicada àqueles terminais.

[008] Por conseguinte, o objetivo da presente invenção é a capacidade de determinar a potência dissipada que realmente ocorre em um comutador.

[009] De acordo com a invenção, tal objetivo é atingido pelo método para determinar a potência dissipada de um comutador eletrônico, método este que se caracteriza pelo fato de que o valor instantâneo de uma grandeza física é detectado, um valor correlacionado com o valor instantâneo é interrogado de uma primeira memória, os dois valores são processados conjuntamente em uma forma predeterminada e o resultado da operação de processamento é fornecido.

[0010] A este respeito, a presente invenção baseia-se na compreensão de que valores que são associados com um valor de medição determinado por medida podem ser tomados a partir dos dados conhecidos do comutador, que são publicados em folhas de dados. No presente exemplo, se uma corrente for conhecida através do comutador, é possível verificar, por exemplo, a tensão de coletor-emissor (V_{ce}) da folha de dados. Multiplicação da corrente que flui, por tal tensão de coletor-emissor dá a potência de dissipação para a corrente, que está instantaneamente fluindo através do comutador. Isto também envolve

as perdas de comutação quando o comutador é ligado e desligado.

[0011] De modo a ser capaz de determinar a potência dissipada não só de um comutador, mas também de um inversor completo, um desenvolvimento da presente invenção fornece que as grandezas físicas de uma pluralidade de comutadores sejam detectadas e uma pluralidade correspondente de valores correlacionados sejam lidos da memória.

[0012] De forma particularmente preferível, os resultados de medição e os valores intermediários de processamento são armazenados. Em virtude de tal característica, é ainda possível posteriormente se ter acesso àqueles valores, por exemplo, para avaliações estatísticas e similares.

[0013] Para executar a presente invenção, é provido um aparelho para determinar a potência dissipada de um comutador eletrônico que se caracteriza por uma entrada de dados para a detecção do valor instantâneo de pelo menos uma grandeza física do comutador eletrônico, uma primeira memória em que dados correlacionados com as grandezas físicas são armazenados, uma unidade de processamento para processar aquela grandeza física e um valor chamado a partir da memória em predeterminada forma um com relação ao outro, e um dispositivo para fornecer o resultado da operação de processamento.

[0014] Aquela solução de acordo com a presente invenção desfruta da vantagem de que é possível determinar a potência dissipada real ou efetiva de um comutador. Isto não é somente dependente da corrente que flui e daqueles valores característicos do comutador. Em contraposição, influências ambientais, tais como, por exemplo, temperaturas ambientes, também desempenham um papel. Por conseguinte, o aparelho de acordo com a invenção torna possível detectar aquela potência dissipada real ou efetiva num momento desejado no tempo. Desta maneira, por conseguinte, é possível determinar o carregamento real ou efetivo do comutador muito mais acuradamente do que com emprego de todos aqueles procedimentos de prognóstico computacional conhecidos no estado da técnica.

[0015] Num desenvolvimento preferido, aparelho inclui uma pluralidade de entradas para a detecção daqueles valores instantâneos das grandezas físicas de uma pluralidade de comutadores. Desta maneira, é possível usar o aparelho para detectar a potência dissipada, por exemplo, de um inversor inteiro.

[0016] Para ser possível avaliar a variação na potência dissipada por um período de tempo prolongado, uma característica particularmente preferida provê uma segunda memória para armazenar valores de medição e resultados intermediários. Essa memória, no entanto, pode também ser estruturalmente combinada com a primeira memória.

[0017] Como os comutadores eletrônicos têm predeterminados valores limites para a sua operação, além dos usuais, eles não devem ser operados, o aparelho é preferivelmente caracterizado por um dispositivo para comparar o resultado da operação de processamento com um predeterminado valor limite e fornecer um sinal quando o valor limite é atingido ou excedido. Neste caso, o aparelho pode vantajosamente ser na forma de uma unidade autônoma que, se requerido, pode ser facilmente transportado para o respectivo local de uso. Alternativamente, o aparelho pode também ser integrado no controle de um inversor ou de uma instalação de energia eólica.

[0018] Ademais, saída do sinal que pode ser usado para notificar, por exemplo, um operador ou uma organização de operação de uma tal unidade, o sinal também pode particularmente ser provido, de preferência, para o controle do inversor ou da instalação de energia eólica para influenciar o controle numa forma predeterminada.

[0019] No caso de um inversor que opera de acordo com o processo de banda de tolerância, esta influência pode vantajosamente prover que a largura de banda de tolerância seja aumentada se o aparelho prover um sinal que indica que o valor limite foi excedido. Se, por conseguinte, a potência dissipada de um comutador for excessivamente alta, a largura de banda de tolerância pode ser aumentada. Isto significa que a frequência de comutação, e, com a mesma,

também as perdas de ligação e desligamento, e, conseqüentemente, sobretudo, a potência dissipada do comutador (incluindo os diodos de via livre) caia.

[0020] Numa característica particularmente preferida, a instalação de energia eólica é equipada com ao menos um inversor deste tipo. A este respeito, um método para controlar a instalação de energia eólica se caracteriza pelo fato de que a potência gerada pela instalação de potência é reduzida pelo sinal que especifica que um predeterminado valor limite foi excedido. Isto provê que a potência a ser processada pelo inversor também se torne menor e a potência dissipada em comutadores seja correspondentemente reduzida.

[0021] Neste contexto, um aparelho de acordo com a invenção pode ser conectado com o controle da instalação de energia eólica a fim de ser capaz de influenciar controle da instalação de energia eólica diretamente e não por meio de um inversor.

[0022] A invenção será descrita em maior detalhe daqui para a frente com referência às figuras, em que:

a figura 1 mostra uma vista simplificada de um aparelho de acordo com a invenção,

a figura 2 mostra um exemplo de um uso do aparelho em relação a uma instalação de energia eólica,

a figura 3 mostra um segundo exemplo de uso da invenção em relação a uma instalação de energia eólica,

a figura 4 mostra uma vista simplificada do método de acordo com a invenção,

a figura 5 mostra uma vista simplificada de uma ponte de comutador para uma fase de um inversor, e

a figura 6 mostra uma vista daquele método de acordo com a invenção.

[0023] Na vista simplificada de um aparelho de acordo com a presente invenção, como mostrado na figura 1, a referência 10 denota um condutor que

é conectado com um comutador 12 (tal como, por exemplo, um IGBT) e que fornece a corrente alternada gerada. O comutador é atuado por um controle 14. A corrente medida no condutor 10 é detectada com um transdutor de medição 16 e alimentada em uma unidade de processamento 18. A unidade de processamento 18 também recebe informação de atuação a partir do controle 14 como um evento disparo a fim de se poder precisamente determinar os respectivos momentos de comutação. De acordo com a corrente verificada por meio do transdutor de medição 16 no condutor 10, é chamado a partir da uma tabela 20, - um correspondente valor de tensão - para a tensão de coletor-emissor, e então a potência dissipada real ou efetiva do comutador 12 pode ser determinada a partir destes valores. O resultado pode ser exibido, por exemplo, num visor 22. Será apreciado que, além de serem exibidos naquele visor 22, tais valores também podem ser armazenados numa memória (não ilustrada na figura) ao mesmo tempo que ou antes de serem mostrados no visor 22. Usando uma memória então torna possível coletar dados que podem ser transferidos a um computador para fins de avaliação adicional, por exemplo, por meio de uma interface ou por uma unidade de processamento 18.

[0024] A vista representada na figura 2 substancialmente corresponde àquela da figura 1. Adicionalmente, esta figura mostra uma gôndola de uma instalação de energia eólica 24 com um controle 26 provido nela. Deste modo, dependendo do resultado da operação de computação na mencionada unidade de processamento 18, não só o resultado de computação pode ser exibido no visor 22, mas também, simultaneamente ou alternativamente, o controle 26 da instalação de energia eólica 24 pode ser influenciado para, por exemplo, ser possível de reagir a um valor limite sendo excedido. Correspondentemente, a instalação de energia eólica pode ser feita com que reduza a potência gerada para reduzir o aquecimento do comutador 12. No caso daquelas instalações de energia eólica com passo regulável, isto é possível por meio da alteração do ângulo de passo das lâminas de rotor, de maneira conhecida.

[0025] A figura 3 é suplementada em comparação com a figura 2 por transdutores de medição e por arranjos de atuação. Esta figura mostra uma pluralidade de condutores 100, 101, 102 em que a corrente que flui é detectada com transdutores de medição 161, 162, 163. Os comutadores adicionais não são mostrados, para melhor clareza da figura. Uma linha 169 indica que aqui naturalmente uma pluralidade de transdutores de medição podem também ser conectados à unidade de processamento 16, como um exemplo de detecção de uma grandeza física.

[0026] De acordo com o número de linhas, são também proporcionados arranjos de atuação 141, 142, 143 correspondentes. Uma linha vai de cada um daqueles arranjos de atuação para a unidade de processamento 18 de tal modo que um respectivo pulso de disparo possa ser fornecido para cada comutador que alimenta uma das linhas 100, 101, 102. Como descrito anteriormente, um valor correspondente para a tensão de coletor-emissor do comutador pode ser chamado a partir da tabela 20 em relação a cada valor de corrente detectado, e a potência dissipada instantânea pode ser determinada a partir da mesma. Os resultados podem então, novamente, ser emitidos a um visor 22 ou ao controle 26 da instalação de energia eólica 24. Será apreciado que também é possível que sinais correspondentes destes valores sejam emitidos e entregues a outros dispositivos, tais como telefones móveis, estações centrais de monitoramento remota e assim por diante, a fim de disparar correspondentes notificações.

[0027] A vista da figura 4 mostra um fluxograma para o método de acordo com a presente invenção. Após a partida, o valor de medição para um comutador é primeiramente determinado. Com base neste valor de medição, a próxima etapa envolve a leitura do valor de dados associados da tabela e, em seguida, os dois valores são processados, nesse caso, portanto, multiplicados conjuntamente para averiguar a potência dissipada instantânea do comutador. Em seguida, uma operação de verificação pode ser efetuada para averiguar se o valor determinado está dentro de um limite predeterminado. Se não estiver,

um sinal pode ser emitido. Será apreciado, alternativamente ou adicionalmente, que também é possível implementar um visor. A medição então pode ser, ou não, repetida. A este respeito, a repetição pode ser efetuada para o mesmo comutador ou também para um outro comutador.

[0028] A figura 5 é uma vista simplificada que exhibe o arranjo de dois comutadores 12a e 12b, com os quais a corrente para uma fase pode ser gerada. Diodos de via livre 12c e 12d também pertencem aos comutadores. A tomada para a fase é disposta no centro entre os dois comutadores 12a e 12b e a linha 10 corresponde à linha 10 ilustrada nas figuras 1-3. Um transdutor de medição 16 detecta a corrente que flui na linha 10 e é alimentada em uma unidade de processamento 18.

[0029] Uma unidade de controle 14 controla os comutadores 12a e 12b. Ao mesmo tempo, ela emite correspondentes sinais de disparo para a unidade de processamento 18. Aqueles sinais de disparo podem envolver o bloco *clock* ou relógio de atuação dos comutadores 12a e 12b.

[0030] A unidade de processamento 18 lê os valores associados com os valores de corrente, para a tensão de coletor-emissor, da tabela 20 e fornece o resultado em uma saída 19. Esta saída pode ser, por exemplo, um visor, um sinal para um meio de monitoração e/ou um sinal que influencia o inversor ou a instalação de energia eólica.

[0031] Para a compreensão da descrição que segue é útil considerar a cooperação do comutador 12a e do diodo de via livre 12c ou do comutador 12b e do diodo de via livre 12d, respectivamente. Isto está demonstrado na parte à esquerda da figura, a título de exemplo, para o comutador 12a e o diodo de via livre 12c. Três padrões de comutação ilustrados um acima do outro são exibidos ali. O padrão de comutação inferior, que é identificado na borda esquerda por um retângulo, é considerado ser o relógio de comutação para o IGBT 12a, que é emitido pelo controle 14. A este respeito, uma borda em queda conduz para aquele IGBT que está ligado e uma borda em ascensão conduz para o IGBT

que está desligado e o diodo de via livre estando ligado. Embora o relógio do controle fique num alto nível no início, IGBT é correspondentemente desligado e aquele diodo de via livre está conduzindo. Por conseguinte, perdas de fluxo ocorrem ali. No momento em tempo t_1 , o sinal de controle tem uma borda em queda. O IGBT é ligado e o diodo desligado. Consequentemente, as perdas de fluxo agora ocorrem no comutador, como também pode ser visto no centro de uma das ilustrações. A guisa de plenitude, deve ser também mencionado que perdas por fuga correspondentes também ocorrem devido a correntes de fuga no diodo no estado desligado.

[0032] No momento em tempo t_2 , o sinal de relógio possui uma borda em ascensão. Consequentemente, o IGBT 12a é desligado e o diodo de via livre 12c está num estado de condução. No momento em tempo t_3 , o sinal de relógio cai, o IGBT 12a é ligado e o diodo é desligado. Isto também é mostrado ainda até o momento em tempo t_8 .

[0033] A figura 6 mostra a relação entre os pulsos de relógio que são mais uma vez aqui mostrados como pulsos de ondas quadradas, e a corrente no condutor 10. No momento em tempo t_a , o sinal de relógio tem uma borda em queda. Consequentemente, o comutador é ligado e a corrente começa a se elevar dentro da banda de tolerância até o comutador se desligar no momento em tempo t_b . Este desligamento do comutador 12a conduz ao comutador 12b se ligar e a corrente cai novamente um pouco até que um valor inferior seja atingido. O comutador 12a então se liga novamente, com a borda em queda. Será apreciado que o comutador 12b é então desligado e a corrente se eleva novamente. Aquelas operações de comutação continuam até que, sobretudo, uma configuração de corrente senoidal seja produzida.

[0034] Como os tempos de comutação dependem do atingimento dos valores de tolerância correspondentes, a situação não envolve um padrão fixo. Em contraste, aqueles tempos de comutação aparecem precisamente fora do atingimento dos respectivos valores limites.

[0035] Enquanto o comutador esteja ligado, em um intervalo de 25 μ s (este valor, a título de exemplo, pode também ser mais longo ou mais curto), a corrente no condutor é medida e valor correspondente para a tensão de coletor-emissor é chamada a partir da tabela. Conseqüentemente, é possível determinar precisamente a perda para o fluxo de corrente instantâneo.

[0036] Sobretudo uma distinção é para ser extraída entre os três tipos de perdas com respeito ao IGBT. No momento de ligação, perdas de ligação ocorrem. Elas são detectadas. De maneira igual, no momento de desligamento ocorrem perdas de desligamento que também são detectadas. Enquanto aquele transistor está na condição ligada, perdas de fluxo ocorrem. Elas são também detectadas, e todos aqueles valores podem ser acumulados a fim de se chegar nas perdas para o IGBT.

[0037] Alternativamente, com o fluxo de corrente através do IGBT, um fluxo de corrente através do diodo ocorre. Isto também envolve perdas de fluxo como também perdas por fuga quando o diodo estiver na condição bloqueada. Aqueles valores são também detectados, acumulados e combinados com aqueles valores obtidos para o IGBT total para fornecer aquelas perdas produzidas por comutação.

[0038] Aquelas perdas produzidas por comutação, ou, simplesmente, perdas de comutação podem ser determinadas, por exemplo, para um período da frequência principal ou também para um outro pré-determinável período de tempo, tal como, por exemplo, um segundo, a fim de ser capaz de determinar então as perdas produzidas por comutação por um período ou, por exemplo, para maior facilidade de capacidade de conversão para um segundo.

[0039] A este respeito, é possível, entretanto, levar em conta não só os comutadores de uma fase (ver a figura 5). Ao contrário, é possível detectar os comutadores para três fases e para o comutador, por exemplo, num conversor de amplificação ou num comutador rotativo no circuito intermediário.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para determinar uma potência dissipada instantânea de um comutador eletrônico (12) com um diodo de via livre (12c, 12d) associado com o comutador eletrônico, o método caracterizado por compreender as etapas:

detectar um valor instantâneo de uma corrente através daquele comutador eletrônico (12);

ler uma tensão de coletor-emissor (V_{ce}) associada com o valor instantâneo da corrente com base em dados de uma folha de dados do referido comutador eletrônico (12), tais dados sendo armazenados em uma memória;

multiplicar o valor instantâneo da corrente pela tensão de coletor-emissor (V_{ce}) para determinar a potência dissipada instantânea do comutador eletrônico (12); e

emitir a potência dissipada instantânea,

onde a potência dissipada instantânea determinada inclui perdas de comutação e perdas de fluxo do comutador eletrônico (12), e perdas de fluxo do diodo de via livre (12c, 12d).

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por correntes de uma pluralidade de comutadores eletrônicos (12) serem detectadas e uma pluralidade correspondente de tensões associadas com as correntes serem lidas da memória.

3. Método de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por um sinal ser emitido quando a potência dissipada instantânea exceder um valor limite.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por o diodo de via livre estar arranjado em paralelo com o comutador eletrônico.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender adicionalmente as etapas de:

emitir um sinal que indica que um valor limite daquela potência dissipada instantânea foi excedido; e

controlar um inversor que opera de acordo com um processo de banda de tolerância incluindo uma largura de banda de tolerância que, com base no sinal, é aumentada.

6. Aparelho para determinar uma potência dissipada instantânea de um comutador eletrônico (12) com um diodo de via livre (12c, 12d) associado com o comutador eletrônico, o aparelho caracterizado por compreender:

uma entrada de dados configurada para detectar uma corrente instantânea através do comutador eletrônico (12),

uma primeira memória (20) configurada para armazenar dados pertinentes ao comutador eletrônico (12), os dados incluindo valores de corrente e de tensão de coletor-emissor (V_{ce}),

uma unidade de processamento (18) configurada para multiplicar a corrente instantânea por aquele valor de tensão de coletor-emissor (V_{ce}) para determinar a potência dissipada instantânea do referido comutador eletrônico (12), e

uma unidade de saída configurada para emitir aquela potência dissipada instantânea,

onde a potência dissipada instantânea inclui perdas de comutação e perdas de fluxo do comutador eletrônico (12), e perdas de fluxo do diodo de via livre (12c, 12d).

7. Aparelho de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por o aparelho estar na forma de uma unidade autônoma.

8. Aparelho de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por correntes de uma pluralidade de comutadores eletrônicos (12) serem detectadas e os valores de tensão de coletor-emissor (V_{ce}) associados com tais correntes serem lidos da memória.

9. Aparelho de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por compreender ainda uma segunda memória para armazenar valores de medição e resultados intermediários.

10. Aparelho de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por ser integrado num controle de um inversor de uma instalação de energia eólica (24).

11. Aparelho de acordo com a reivindicação 10, caracterizado por uma saída de um sinal ser para o controle (26) do inversor ou da instalação de energia eólica (24) para influenciar o controle numa forma predeterminada.

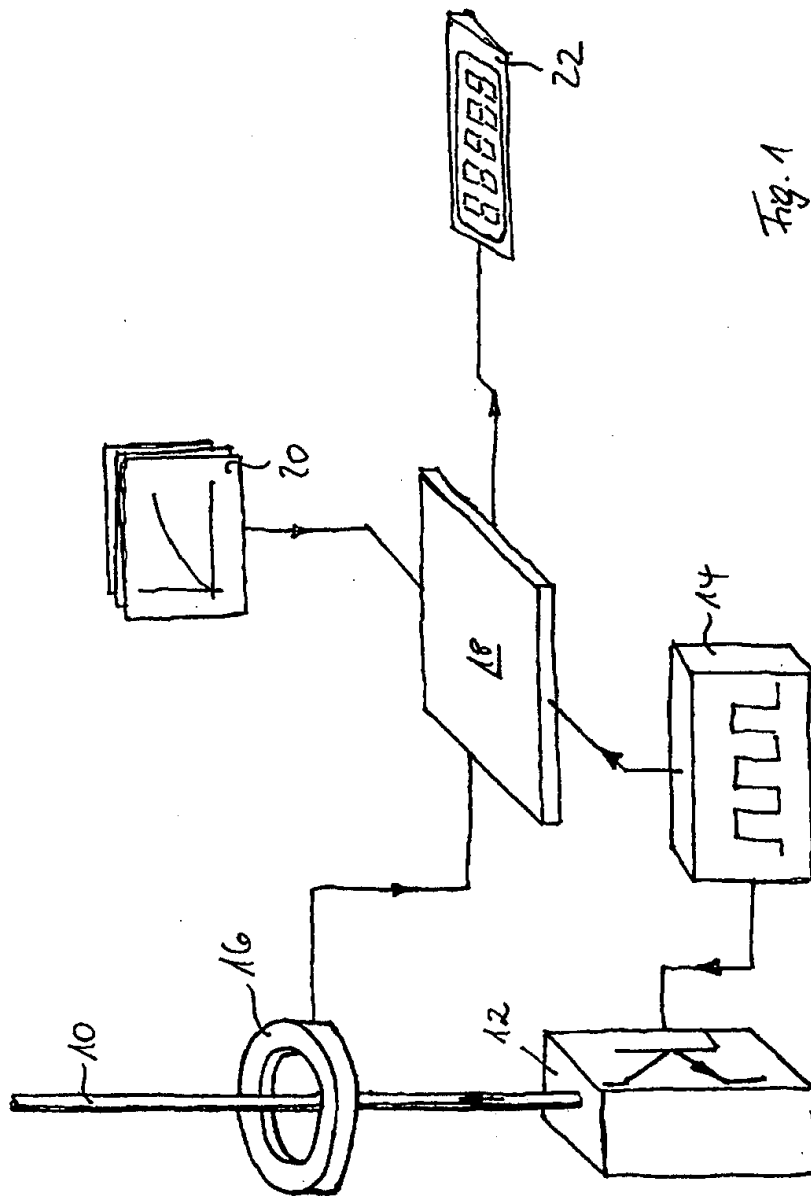
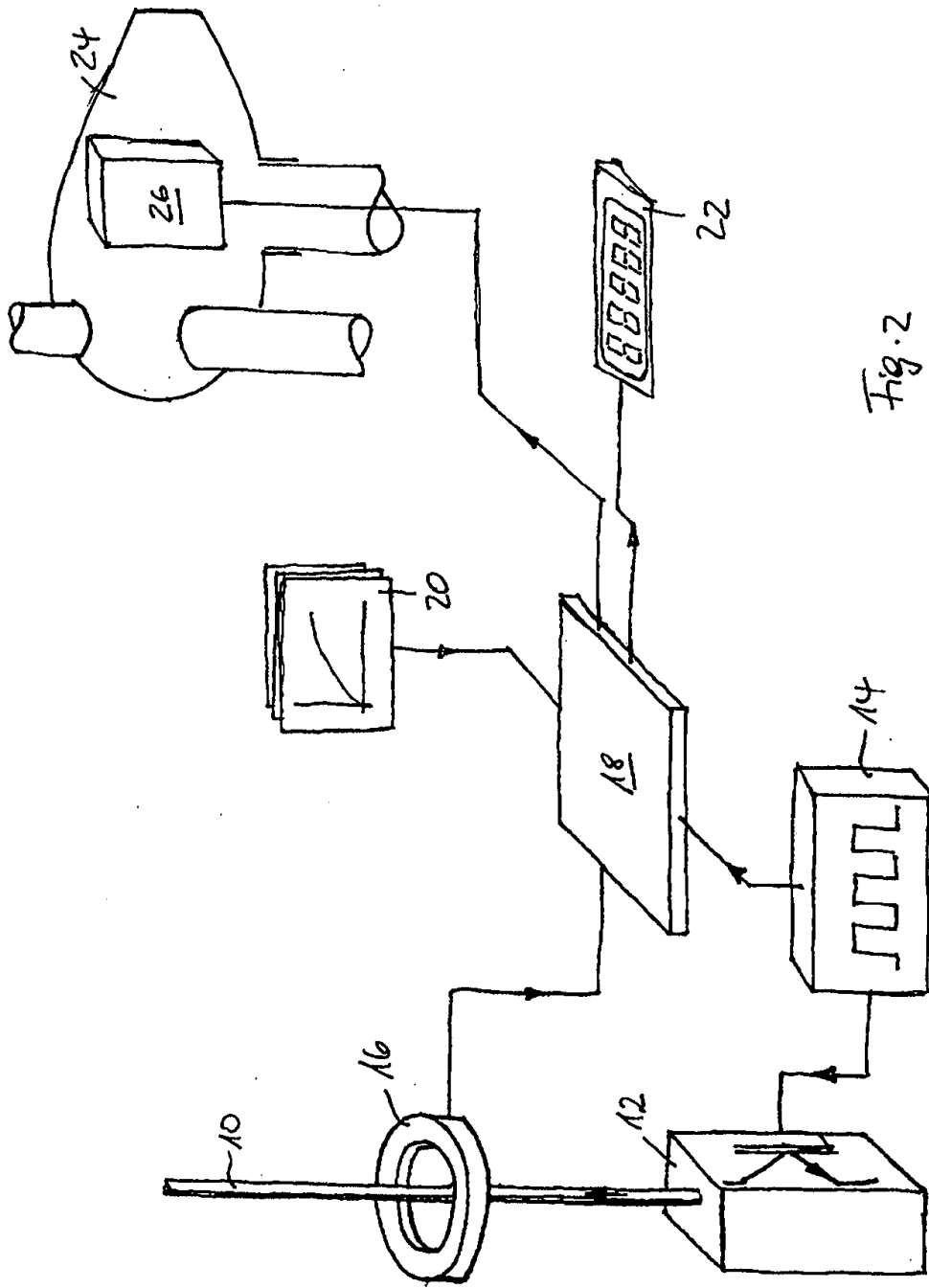


Fig. 1



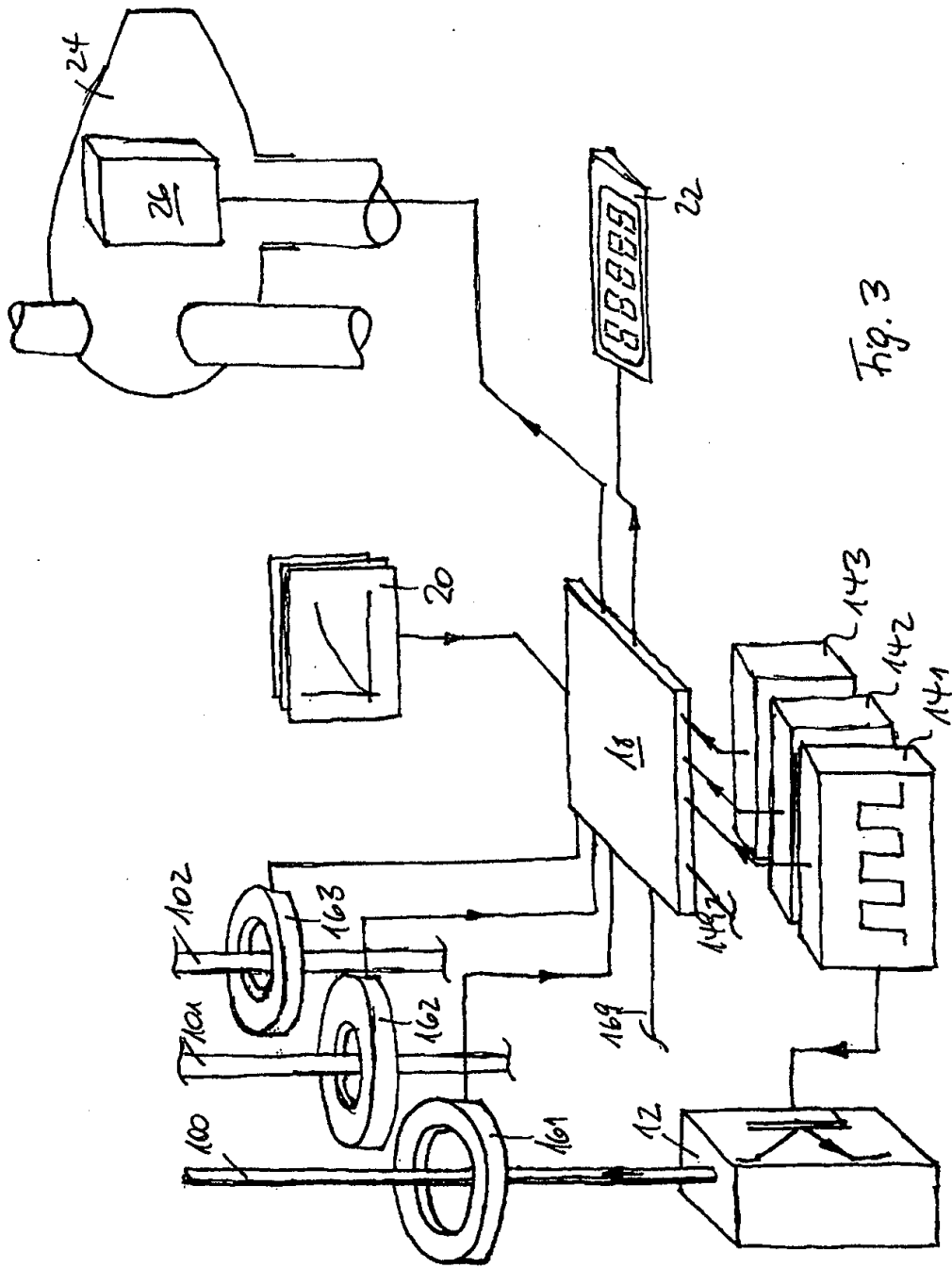


Fig. 3

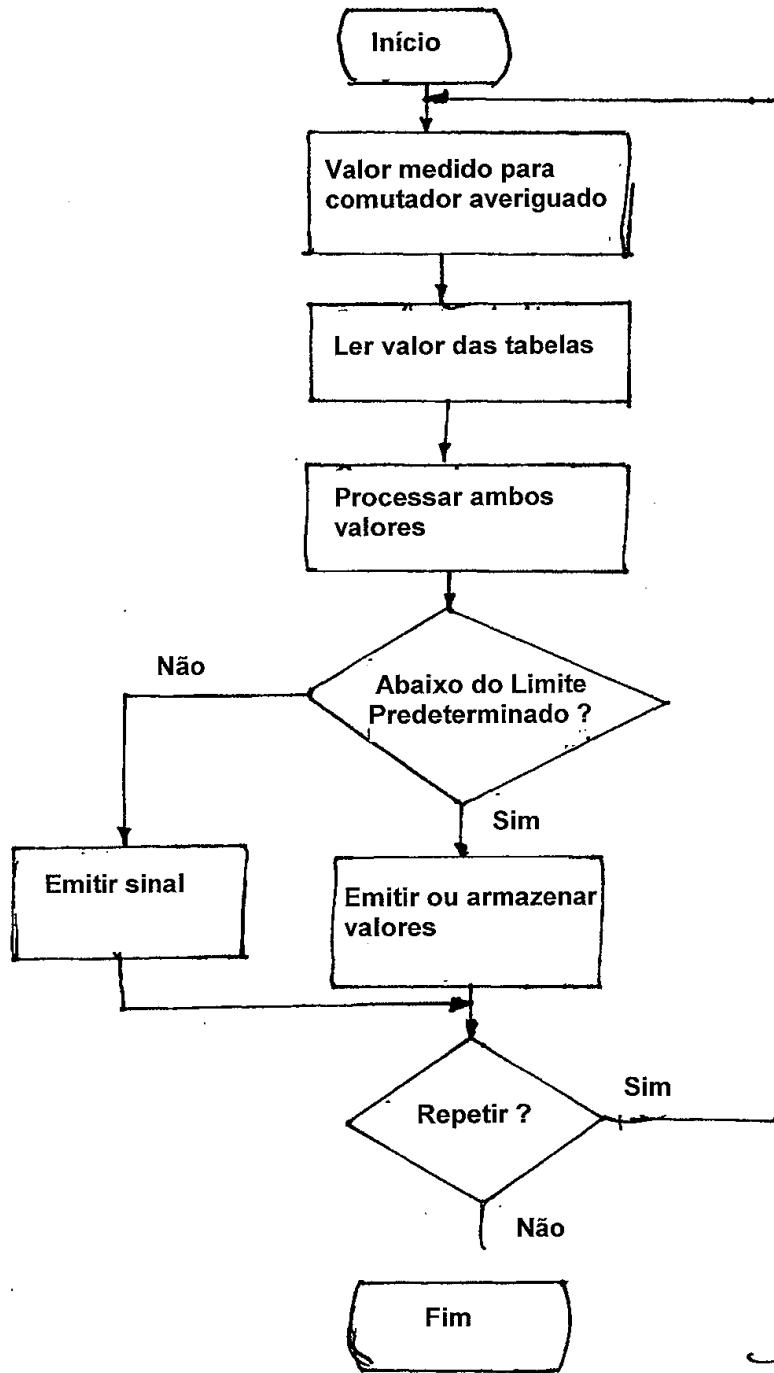


Fig. 4

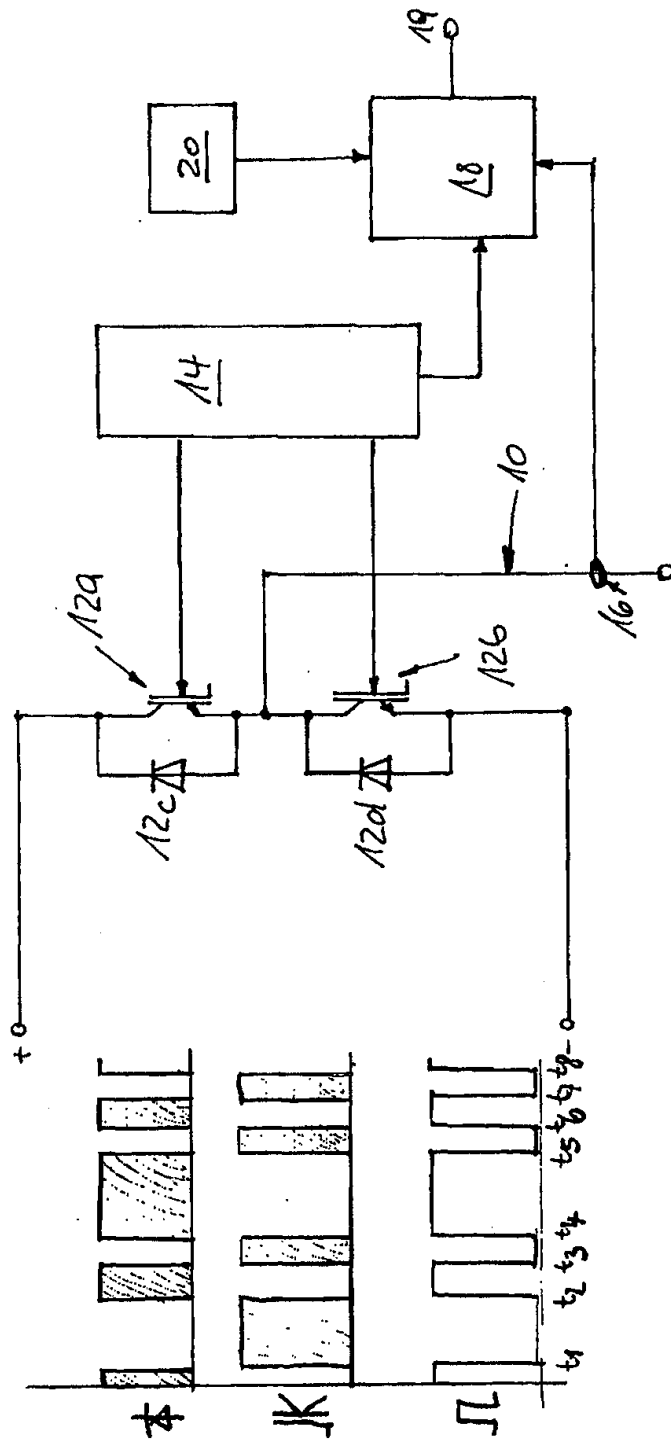


Fig. 5

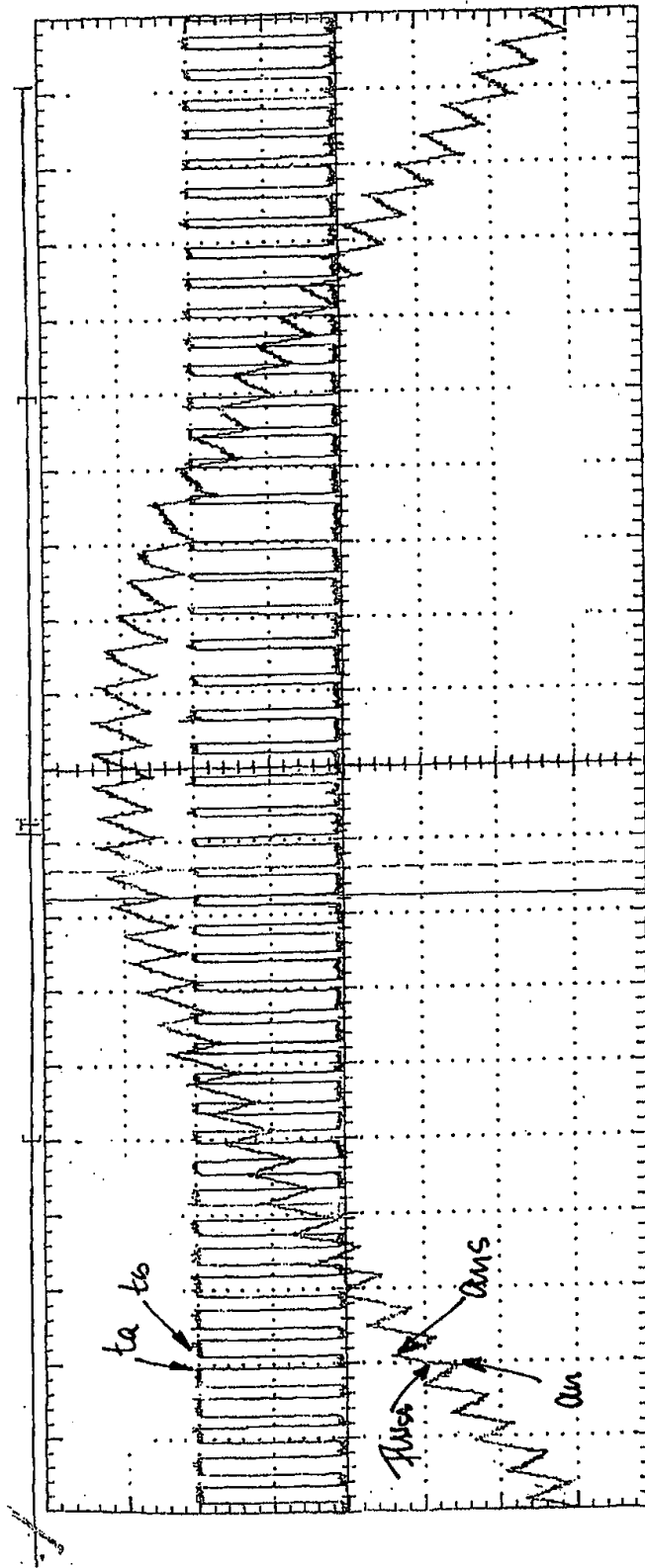


Fig. 6