



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

(11) PI 0413021-9 B1

(22) Data do Depósito: 05/07/2004

(45) Data de Concessão: 08/11/2016



(54) Título: PROCESSO DE CONEXÃO E UNIDADE DE CONTROLE PARA UM COMPENSADOR DE POTÊNCIA REATIVA E COMPENSADOR DE POTÊNCIA REATIVA

(51) Int.Cl.: H02J 3/18

(30) Prioridade Unionista: 30/07/2003 EP 03 017299.3

(73) Titular(es): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

(72) Inventor(es): WOLFGANG HÖRGER, WOLFGANG MEUSEL

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"PROCESSO DE CONEXÃO E UNIDADE DE CONTROLE PARA UM COMPENSADOR DE POTÊNCIA REATIVA E COMPENSADOR DE POTÊNCIA REATIVA"**.

[001] A presente invenção refere-se a um processo de conexão para um compensador de potência reativa, com vários componentes de compensação dispostos em paralelo um ao outro, a uma tensão de serviço, sendo que os componentes de compensação são conectados à tensão de serviço por uma unidade de controle inicialmente sucessivamente através de uma resistência em série e, depois, sem resistência em série.

[002] Ela refere-se, também, a um programa de controle armazenado em um portador de dados, uma unidade de controle para um compensador de potência reativa e um compensador de potência reativa, que são projetados para a execução de um processo de conexão desse tipo.

[003] Os compensadores de potência reativa – assim chamados unidades SVC (SVC = static VAR compensator) – geralmente são constituídos por um TCR (TCR = thyristor controlled reactance) e por no mínimo um circuito de filtro. Eles são empregados por grandes unidades consumidoras, que são alimentadas com corrente alternada a partir de uma rede de tensão alternada, e servem para compensar componentes de potência reativa da corrente alternada.

[004] Em geral, o compensador de potência reativa pode ser conectado à rede de tensão alternada (respectivamente em geral à tensão de serviço) e também pode ser desconectado da mesma. Ao se conectar o compensador de potência reativa, podem ocorrer perturbações transientes na tensão de serviço e/ou nas correntes que estão passando. Em caso extremo, isso pode fazer com que uma outra instalação, que também seja alimentada com tensão de serviço, seja

desconectada em caráter de emergência. As consequências disso são interrupções da produção ou outras perturbações na operação.

[005] Para evitar essas perturbações de operação, o compensador de potência reativa do estado da técnica só é conectado à tensão de serviço quando outras instalações ou partes de instalações, também alimentadas pela tensão de serviço e cujas operações têm que ser garantidas sem perturbações, não forem conectadas naquele momento. No entanto, isso não limita apenas a flexibilidade ao se conectar o compensador de potência reativa à tensão de serviço. Além disso, na prática, esse procedimento só pode ser assegurado com grande esforço.

[006] Também é conhecido, em redes de tensão alternada de várias fases, o procedimento de conectar sucessivamente as fases individuais da rede de tensão de serviço, com uma defasagem temporal definida em relação à passagem zero de voltagem da respectiva fase, ao compensador de potência reativa. No entanto, isso requer dispositivos de conexão especiais, de custos intensivos.

[007] O objetivo da presente invenção consiste em criar um processo de conexão para um compensador de potência reativa, no qual sejam evitadas reações inadmissivelmente altas sobre a tensão de serviço e possa ser concretizado de modo mais fácil do que o processo de conexão do estado da técnica mencionado acima.

[008] Para o processo de conexão, sendo que os componentes de compensação são conectados por uma unidade de controle à tensão de serviço em primeiro lugar sucessivamente através de uma resistência em série e, depois, sem resistência em série, esse objetivo é alcançado devido ao fato de que como componente de compensação que é conectado à tensão de serviço em primeiro lugar através da resistência em série, emprega-se um componente ativo com no mínimo um elemento controlável de potência reativa, com, por exemplo, um

TCR.

[0009] Para o programa de controle, para a unidade de controle e para o compensador de potência reativa, esse objetivo é alcançado devido ao fato de que eles são projetados para a execução do processo de conexão de acordo com a invenção.

[0010] Isso porque desse modo o compensador de potência reativa não é conectado como um todo de uma só vez à tensão de serviço. Em vez disso, ocorre uma conexão dos componentes de compensação à tensão de serviço, conexão esta que é escalonada temporalmente e atenuada devido à resistência em série. Somente quando essa conexão estiver concluída, é que ocorre uma conexão, sem resistência em série, do compensador de potência reativa à tensão de serviço.

[0011] Na medida em que o componente de compensação que é conectado, de acordo com a invenção, à tensão de serviço em primeiro lugar através da resistência em série, seja um componente ativo com no mínimo um elemento controlável de potência reativa, apresentando, por exemplo, um TCR, então desde o início será possível um controle ativo da corrente que corre pela resistência em série. Isso pode ser aproveitado particularmente para que uma corrente, que corre pela resistência em série, da frequência básica da tensão alternada seja compensada no essencial.

[0012] Geralmente, os circuitos de compensação conectados à tensão de serviço depois do primeiro componente de compensação, através da resistência em série, são circuitos de filtro meramente passivos.

[0013] Quando a resistência em série for separada da tensão de serviço pela unidade de controle, depois da conexão, sem resistência em série, dos componentes de compensação à tensão de serviço, então ficará excluído aquele fluxo duradouro de corrente através da re-

sistência em série. Isso é vantajoso particularmente porque então, no caso de uma ulterior separação do compensador de potência reativa em relação à tensão de serviço, essa separação pode ocorrer sem se preocupar com a resistência em série.

[0014] Quando a conexão, sem resistência em série, dos componentes de compensação à tensão de serviço ocorrer ao mesmo tempo para todos os componentes de compensação, então a conexão sem resistência em série poderá ser concretizada de modo particularmente fácil.

[0015] O processo de conexão de acordo com a invenção funciona particularmente bem quando uma defasagem temporal entre a conexão de dois componentes de compensação, conectados diretamente sucessivamente à tensão de serviço através da resistência em série, se situar entre 50 e 300 ms. Isso porque então torna-se possível um bom compromisso entre uma conexão, com pouca reação, de todo o compensador de potência reativa e uma rápida possibilidade de reação a um acontecimento que requeira uma conexão do compensador de potência reativa. A defasagem temporal deve se situar, de preferência, entre 80 e 200 ms, por exemplo em 100 a 150 ms.

[0016] Para a concretização do processo de conexão de acordo com a invenção é possível, por exemplo, que para a conexão dos componentes de compensação à tensão de serviço, um trilho de distribuição disposto antes dos componentes de compensação seja conectado, através da resistência em série, à tensão de serviço e que os componentes de compensação sejam conectados ao trilho de distribuição. Nesse caso, é particularmente possível que para a conexão seguinte, sem resistência em série, dos componentes de compensação à tensão de serviço, apenas o trilho de distribuição seja conectado à tensão de serviço sem resistência em série.

[0017] De preferência, a conexão do primeiro componente de

compensação ao trilho de distribuição só ocorre depois de um retardamento de tempo depois da conexão do trilho de distribuição à tensão de serviço através da resistência em série.

[0018] O retardamento de tempo pode apresentar os mesmos valores que a defasagem temporal.

[0019] Um caso de aplicação frequente consiste em que a tensão de serviço é uma alta tensão, particularmente uma tensão média entre 6 e 36 kV.

[0020] Se a tensão de serviço apresentar várias fases e as fases forem conectadas, pela unidade de controle, ao mesmo tempo aos componentes de compensação, então o processo de conexão de acordo com a invenção poderá ser concretizado de modo particularmente fácil.

[0021] Outras vantagens e detalhes resultam da descrição que se segue de um exemplo de execução, em ligação com os desenhos correspondentes. Nesse caso, em uma representação em princípio, as figuras mostram:

Figura 1: um esquema de ligações de um compensador de potência reativa;

Figura 2: uma diagrama de tempo;

Figura 3: uma evolução de tensão;

Figura 4: uma evolução de corrente;

Figura 5: uma evolução de tensão;

Figura 6: uma evolução de corrente.

[0022] Segundo a figura 1, um compensador de potência reativa apresenta vários componentes de compensação K1 a K3. Os componentes de compensação K1 a K3 estão dispostos em paralelo um ao outro em relação a um trilho de distribuição DL. Segundo a figura 1, estão presentes três componentes de compensação K1 a K3. No entanto, também poderiam estar presentes mais ou menos componentes

de compensação K1 a K3. No entanto, não se deve cair abaixo de uma quantidade de dois componentes de compensação K1 a K3.

[0023] O componente de compensação K1 é um componente ativo com no mínimo um elemento controlável de potência reativa. Nesse caso, o elemento controlável de potência reativa acha-se projetado como TCR, segundo a figura 1. Esta apresenta, portanto, uma unidade de tiristor T, por meio da qual a reatância do componente de compensação K1 pode ser controlada. Segundo a figura 1, o componente de compensação K1 apresenta adicionalmente também um circuito de filtro meramente passivo. No entanto, isso não é necessariamente obrigatório. Os demais componentes de compensação K2 e K3 são circuitos de filtro meramente passivos.

[0024] Os componentes de compensação K1 a K3 são conectáveis a uma tensão de serviço U através de comutadores S1 a S5 e de uma resistência em série R. Geralmente, a tensão de serviço U é uma alta tensão, como, por exemplo, uma tensão média entre 6 e 36 kV. Usualmente, ela é um sistema de corrente trifásica com três fases. No entanto, em caso individual, ela também pode ser um sistema de corrente trifásica com mais do que três fases, como, por exemplo, um sistema de corrente trifásica com quatro ou cinco fases. No entanto, ela também pode ser um sistema de voltagem de uma fase.

[0025] O compensador de potência reativa apresenta ainda uma unidade de controle CU, a qual comanda os comutadores S1 a S5 e a unidade de tiristor T. Nesse caso, a unidade de controle CU é uma unidade de controle programável CU, que executa um programa de controle CP. O programa de controle CP é fornecido à unidade de controle CU, nesse caso, através de um portador de dados DC, no qual o programa de controle CP está armazenado de forma (exclusivamente) legível mecanicamente.

[0026] Com base na programação com o programa de controle

CP, a unidade de controle CU conecta os componentes de compensação K1 a K3 do compensador de potência reativa à tensão de serviço U, que será explicada detalhadamente a seguir em ligação com a figura 2.

[0027] Quando um comando de conexão ON for fornecido à unidade de controle CU, a unidade de controle CU fechará, em primeiro lugar, o comutador S1 sem retardamento. Portanto, em primeiro lugar o trilho de distribuição DL será conectado à tensão de serviço U.

[0028] É possível fechar também, ao mesmo tempo, o comutador S2. Eventualmente, o comutador S2 poderá inclusive ser suprimido. Segundo a figura 2, no entanto, a unidade de controle CU fecha o comutador S2 somente depois de um retardo de tempo δt_1 . Depois de decorrida uma defasagem temporal δt_2 , a unidade de controle CU fecha, então, os comutadores S3 e S4. Desse modo, todos os componentes de compensação K1 a K3 ficam conectados à tensão de serviço U através da resistência em série R.

[0029] Depois de decorrida novamente a defasagem temporal δt_2 , a unidade de controle CU fecha o comutador S5. Depois do fechamento do comutador S5, a unidade de controle CU espera de novo a defasagem temporal δt_2 e abre, então, o comutador S1.

[0030] O retardo de tempo δt_1 situa-se, de preferência, entre 50 e 300 ms, especialmente entre 80 e 200 ms. Segundo a figura 2, ele se situa, por exemplo, entre 100 e 150 ms. De preferência, a defasagem temporal δt_2 situa-se entre 50 e 300 ms, especialmente entre 80 e 200 ms. Segundo a figura 2, ele também se situa entre 100 e 150 ms. Particularmente, o retardo de tempo δt_1 e a defasagem temporal δt_2 podem apresentar o mesmo valor.

[0031] Como fica evidente na figura 3 em relação a uma das fases da tensão de serviço U, a tensão de serviço U apresenta uma frequência básica f. Segundo a figura 1, a unidade de controle CU controla

não apenas os comutadores S1 a S5, mas também a unidade de tiristor T. Nesse caso, a unidade de tiristor T e, conseqüentemente, o componente ativo K1 são controlados pela unidade de controle CU de um modo tal que uma corrente I que flui através da resistência em série R seja compensada no essencial, na medida em que ela apresente a frequência básica f. O controle da unidade de tiristor T ocorre, portanto, em função dos comandos de controle emitidos aos comutadores S1 a S5. Isso é nitidamente evidente na figura 4.

[0032] Por meio do processo de conexão de acordo com a invenção podem ser obtidas reações de rede consideravelmente menores do que com o processo de conexão usual do estado da técnica. Isso é fato, apesar de que na solução de acordo com a invenção todas as fases sejam conectadas ao mesmo tempo pelos comutadores S1 a S5. As vantagens do processo de conexão de acordo com a invenção em relação ao processo de conexão usual do estado da técnica revelam-se particularmente em uma comparação da figura 3 com a figura 5 e uma comparação da figura 4 com a figura 6. Isso porque as figuras 5 e 6 mostram uma evolução de tensão e uma evolução de corrente que ocorrem em um processo de conexão usual do estado da técnica. Nitidamente, no caso do estado da técnica usual ocorrem reações de rede consideravelmente maiores do que no processo de conexão de acordo com a invenção.

REIVINDICAÇÕES

1. Processo de conexão para um compensador de potência reativa, com vários componentes de compensação (K1-K3) dispostos em paralelo um ao outro, a uma tensão de serviço (U), sendo que os componentes de compensação (K1-K3) são conectados à tensão de serviço (U) por uma unidade de controle (CU) primeiro através de uma resistência em série (R) e, depois, livre de resistência em série, caracterizado pelo fato de que como componente de compensação (K1) conectado em primeiro lugar através da resistência em série (R) à tensão de serviço (U) é empregado um componente ativo (K1) com pelo menos um elemento controlável de potência reativa, por exemplo, um TCR.

2. Processo de conexão de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a tensão de serviço (U) é uma tensão alternada com uma frequência básica (f) e pelo fato de que o componente ativo (K1) é controlado pela unidade de controle (CU) de um modo tal que uma corrente (I), que flui através da resistência em série (R), da frequência básica (f) seja compensada.

3. Processo de conexão de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que os componentes de compensação (K2, K3), conectados à tensão de serviço (U) depois do primeiro componente de compensação (K1) através da resistência em série (R), são circuitos de filtro (K2, K3).

4. Processo de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a resistência em série (R) é desconectada da tensão de serviço (U) pela unidade de controle (CU) depois da conexão, sem resistência em série, dos componentes de compensação (K1 – K3) à tensão de serviço (U).

5. Processo de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a conexão,

sem resistência em série, dos componentes de compensação ($K1 - K3$) à tensão de serviço (U) ocorre ao mesmo tempo para todos os componentes de compensação ($K1 - K3$).

6. Processo de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que uma defasagem temporal (δt_2) entre a conexão de dois componentes de compensação ($K1 - K3$), conectados diretamente sucessivamente à tensão de serviço (U) através da resistência em série (R), situa-se entre 50 e 300 ms, preferencialmente entre 80 e 200 ms, como por exemplo entre 100 a 150 ms.

7. Processo de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que para a conexão dos componentes de compensação ($K1 - K3$) à tensão de serviço (U), um trilho de distribuição (DL) disposto antes dos componentes de compensação ($K1 - K3$) é conectado à tensão de serviço (U) através da resistência em série (R), e os componentes de compensação ($K1 - K3$) são conectados ao trilho de distribuição (DL).

8. Processo de conexão de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que para a conexão dos componentes de compensação ($K1 - K3$), sem resistência em série, à tensão de serviço (U), o trilho de distribuição (DL) é conectado à tensão de serviço (U) sem resistência em série.

9. Processo de conexão de acordo com a reivindicação 7 ou 8, caracterizado pelo fato de que a conexão do primeiro componente de compensação ($K1$) ao trilho de distribuição (DL) só ocorre depois de um retardo de tempo (δt_1) depois da conexão do trilho de distribuição (DL), através da resistência em série (R), à tensão de serviço (U).

10. Processo de conexão de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o retardo de tempo (δt_1) situa-se entre 50 e 300 ms, preferencialmente entre 80 e 200 ms, como, por exem-

plo, entre 100 e 150 ms.

11. Processo de conexão de acordo com a reivindicação 6, 9 ou 10, caracterizado pelo fato de que o retardo de tempo (δt_1) é igual à defasagem temporal (δt_2).

12. Processo de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a tensão de serviço (U) é uma alta-tensão, particularmente uma tensão média entre 6 e 36 kV.

13. Processo de conexão de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que se acha conectada uma tensão de serviço (U) com várias fases e que as fases são conectadas pela unidade de controle (CU) ao mesmo tempo aos componentes de compensação (K1 – K3).

14. Unidade de controle para um compensador de potência reativa, caracterizado pelo fato de que pode executar um processo de conexão como definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 13.

15. Compensador de potência reativa, caracterizado pelo fato de que se destina a execução de um processo de conexão como definido em qualquer uma das reivindicações de 1 a 13.

FIG 1

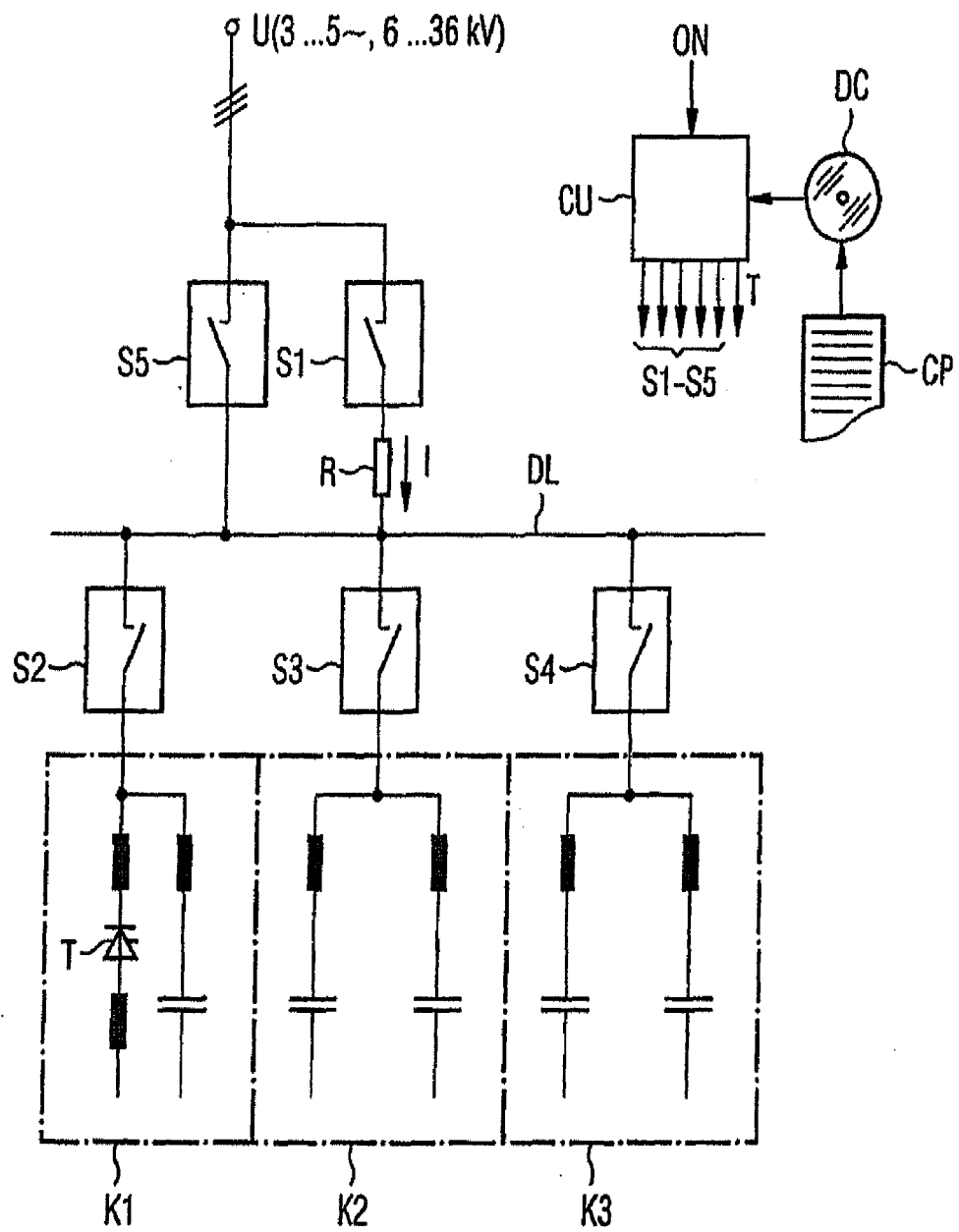
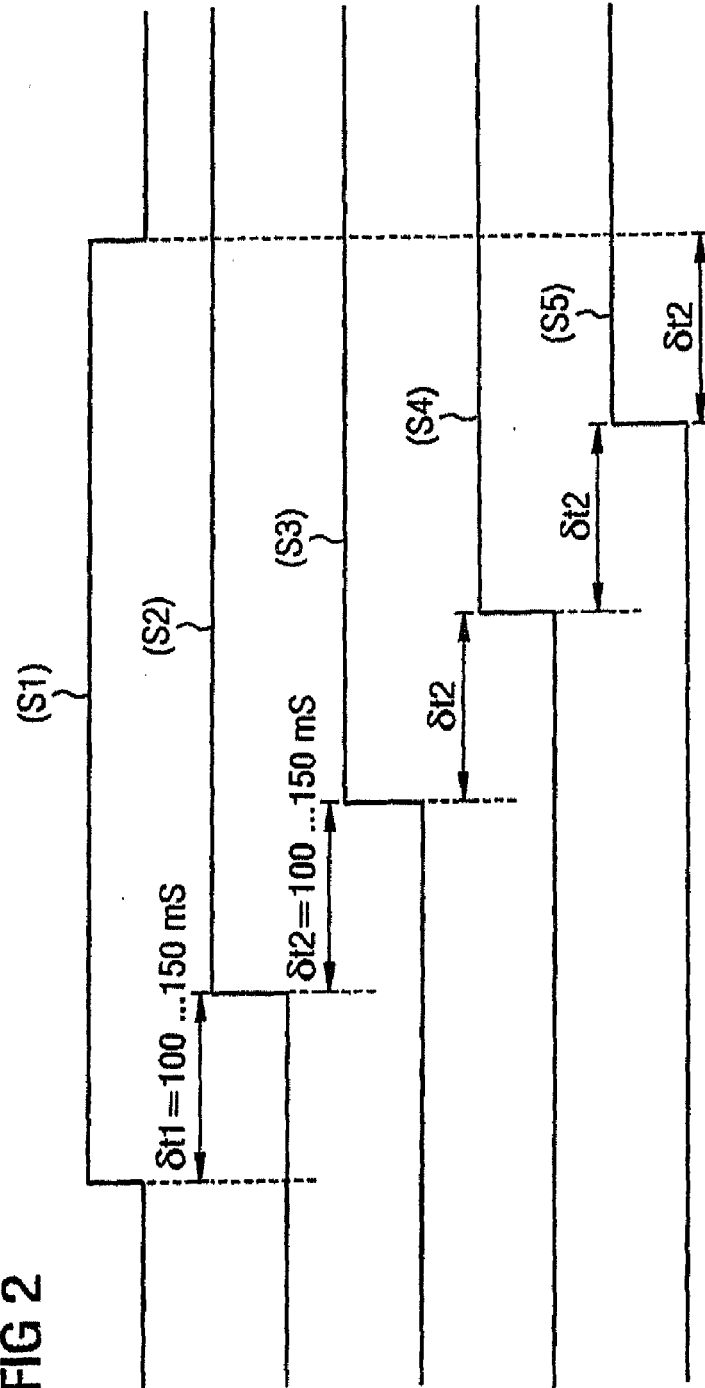
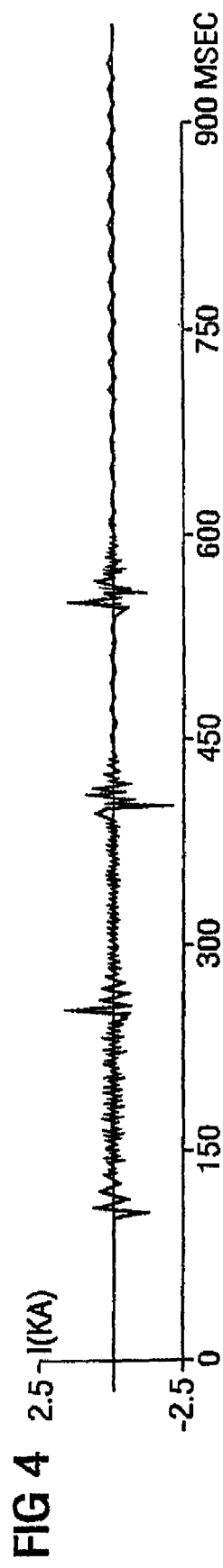
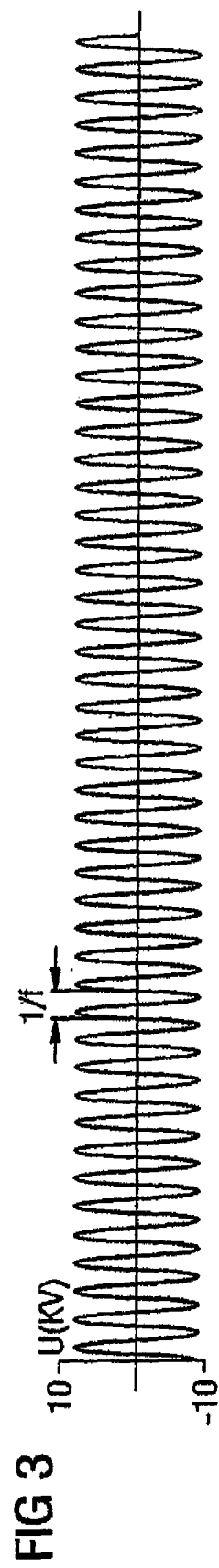
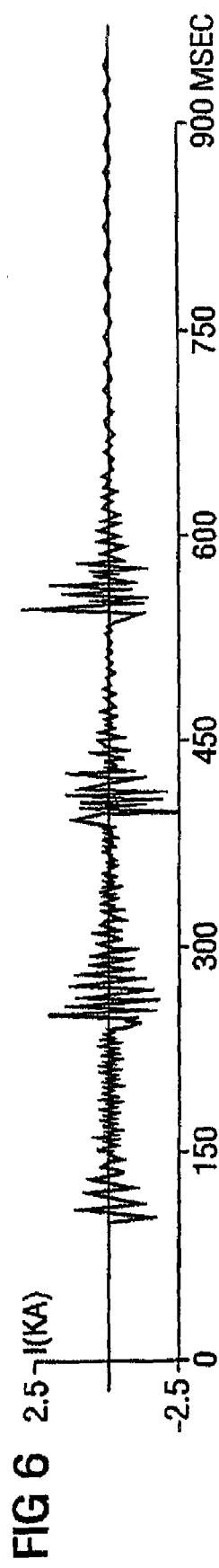
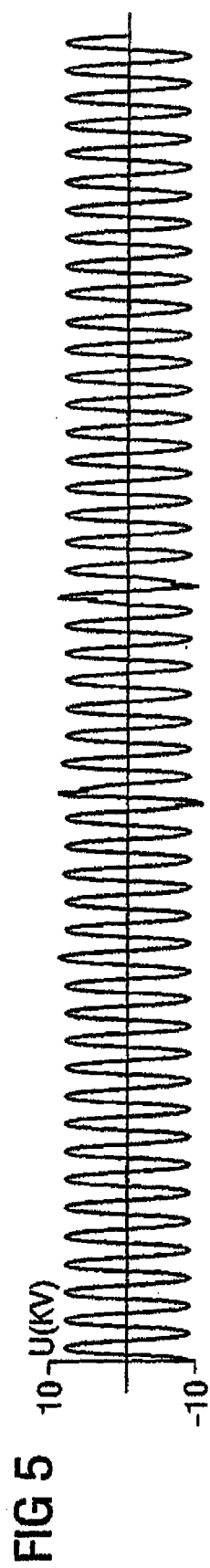


FIG 2







RESUMO

Patente de Invenção: **"PROCESSO DE CONEXÃO E UNIDADE DE CONTROLE PARA UM COMPENSADOR DE POTÊNCIA REATIVA E COMPENSADOR DE POTÊNCIA REATIVA".**

A presente invenção refere-se a um compensador de potência reativa que apresenta vários componentes de compensação (K1 – K3) dispostos em paralelo um ao outro. Para a conexão do compensador de potência reativa a uma tensão de serviço (U), em primeiro lugar os componentes de compensação (K1 – K3) são conectados por uma unidade de controle (CU) sucessivamente, através de uma resistência em série (R), à tensão de serviço (U). Somente depois disso é que os componentes de compensação (K1 – K3) são conectados à tensão de serviço (U) sem resistência em série.