



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

(21) BR 102019019929-6 A2



(22) Data do Depósito: 24/09/2019

(43) Data da Publicação Nacional: 07/04/2020

(54) Título: SISTEMA DE CONVERSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

(51) Int. Cl.: F16B 2/02; F16B 11/00; H02G 7/02.

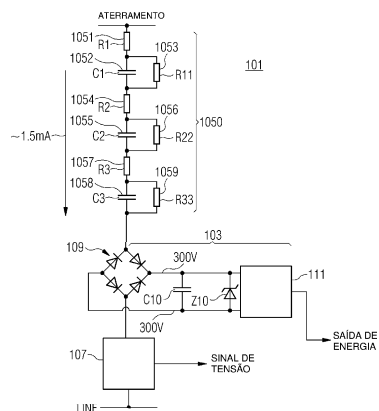
(52) CPC: F16B 2/02; F16B 11/002; H02G 7/02.

(30) Prioridade Unionista: 26/09/2018 EP 18196756.3.

(71) Depositante(es): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT.

(72) Inventor(es): MATTHEW HARBER; DAVID RUSSELL MURRAY.

(57) **Resumo:** SISTEMA DE CONVERSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA É descrito um sistema melhorado de conversão de energia elétrica para converter uma alta tensão (HV) de um suprimento de energia elétrica de HV em baixa tensão, em que o sistema de conversão de energia elétrica compreende: pelo menos um conversor de energia e pelo menos uma rede de RC compreendendo uma pluralidade de componentes resistivos e uma pluralidade de componentes capacitivos conectados eletricamente em série, em que pelo menos uma rede de RC está em conexão em série com pelo menos um conversor de energia e pelo menos uma rede de RC e pelo menos um conversor de energia está arranjado para ser conectado através de um potencial de linha do suprimento de energia elétrica de HV.



SISTEMA DE CONVERSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

[001] A presente invenção refere-se geralmente a um sistema de conversão de energia elétrica melhorado.

[002] Em várias redes elétricas, há oportunidades crescentes de usar sistemas eletrônicos de carga para prover proteção melhorada, automação e produtos de comunicação para uso com essas redes elétricas. Torna-se, portanto, necessário prover um suprimento de energia adequado para o uso pelos sistemas eletrônicos de carga.

[003] Em locais onde um suprimento de energia de baixa tensão (LV) não está disponível, ou em aplicações onde os sistemas eletrônicos são preferencialmente oscilados na potencial linha de alta tensão (HV), pode haver um custo proibitivo ou barreiras espaciais ao prover um suprimento de energia que desenha sua energia a partir da própria linha de HV.

[004] Será entendido que o termo HV refere-se a tensões de CA entre 1 kV e 38 kV ou entre 1 kV e 52,5 kV. Como alternativa, a HV pode referir-se a tensões de CA entre 5kV e 38kV. Como uma alternativa adicional, a HV pode referir-se a tensões da CA entre 5 kV e 35 kV. Como uma alternativa adicional, a HV pode referir-se a tensões da CA entre 1 kV e 35 kV. Como uma alternativa ainda mais adicional, será entendido que o termo HV pode referir-se a tensões de CA acima de 35 kV. Como uma alternativa ainda mais adicional, HV pode referir-se a tensões de CA acima de 38 kV ou acima de 52,5 kV.

[005] O problema de prover energia para carregar sistemas eletrônicos está se tornando mais agudo à medida que as aplicações para sistemas eletrônicos de carga se expandem.

[006] Como as exigências de energia para sistemas eletrônicos da carga estão diminuindo a cada ano com a introdução de novas tecnologias semicondutoras e de comunicações, uma oportunidade é provida para a provisão de energia limitada da tensão de linha de suprimentos de energia de

HV a baixo custo.

[007] Suprimentos de energia de tensão que utilizam redes elétricas de HV têm que superar diversos problemas.

[008] Um desses problemas é que as redes elétricas de HV precisam suportar altos estresses elétricos devido à alta tensão de sistema sendo aplicada. Estas exigem, portanto, sistemas de isolamento apropriados com a devida consideração ao rastreamento de superfície, à quebra de material, à descarga parcial e assim por diante. Existem testes de produção padrão que podem ser usados para monitorar o estresse elétrico, como, por exemplo, os testes de frequência de energia (PF) e testes de descarga parcial.

[009] Adicionalmente, essas redes elétricas precisam suportar altos impulsos de sobretensão que podem ocorrer em redes elétricas. Estes são causados geralmente por relâmpago ou por dispositivos de comutação conectados e podem ter 100 kV ou mais em redes elétricas.

[0010] Há testes de projeto padrão que podem ser usados para monitorar para esta condição, como, por exemplo, ensaios de impulso atmosférico etc.

[0011] Além disso, as consequências da falha de isolamento são geralmente catastróficas e podem resultar em explosões por causa das altas tensões e das altas energias envolvidas. Isso pode levar a um esforço de projeto significativo, a fim de limitar as consequências da falha. Além disso, isso pode resultar em projeto excessivo, o que pode adicionalmente resultar em aumento do custo de produto.

[0012] Superar estes problemas pode, portanto, levar a soluções grandes, pesadas e caras com altos custos de instalação ao usuário.

[0013] Sabe-se que para derivar a energia da conexão de linha em uma rede de HV para operar o equipamento remoto, tal como um religador, por exemplo, onde a energia é obtida por meio de um transformador de tensão enrolado (VT). Isto foi considerado necessário para a alta exigência de

energia dos controladores (aproximadamente 20-50 W) que operam em potencial de aterramento.

[0014] Entretanto, o projeto e a construção de um VT enrolado são complexos e custosos. Além disso, reduzir as exigências de energia para o VT enrolado não reduz o custo em proporção. Por exemplo, um VT de 200 mW não é um milésimo do custo de um VT de 200 W.

[0015] Um VT enrolado é uma solução bem estabelecida que vem com alto custo de instalação e compra. Além do mais, para certos produtos, tais como o produto Fusesaver, oferecido pela Siemens, ou certamente outro equipamento que funciona em potencial linha, a exigência seria para VT múltiplo ou um projeto de finalidade especial com enrolamentos secundários isolados múltiplos a fim de suprir os eletrônicos que estão em potencial linha em cada fase. Isso, portanto, aumenta adicionalmente os custos.

[0016] Embora o VT enrolado pode ser uma boa solução para aplicações que exigem diversos watts de potência, não é considerada uma boa solução para uso com aplicações que exigem menos de um watt de potência. Estas podem incluir, por exemplo, aplicações tais como comutadores de banco de capacitor e religadores que operam em potencial linha, bem como indicadores de falha e monitores de qualidade de linha etc.

[0017] Capacitores de cerâmica de alta tensão têm sido usados anteriormente para controladores de baixa potência. De acordo com este método, a linha de HV é alimentada através do capacitor a um transformador de energia aterrado (VT) com uma tensão primária que é muito mais baixa do que a tensão de linha. Na teoria, o custo do transformador de baixa tensão é muito mais baixo do que aquele de um transformador de alta tensão.

[0018] Capacitores de finalidade especial também foram desenvolvidos para sistemas elétricos de alta tensão para este fim. Embora eles sejam mais baratos que um VT enrolado, eles ainda exigem sistemas de isolamento a serem engenheirados. Adicionalmente, estes capacitores de

finalidade especial podem sofrer de problemas significativos. Por exemplo, esses capacitores de finalidade especial podem não suportar tensões de impulso atmosférico da magnitude exigida. Adicionalmente, no impulso eles podem oferecer baixa impedância à parte dianteira da onda e, conseqüentemente, aplicar uma sobretensão alta ou muito alta ao transformador, o que significa que o projeto do transformador é complexo e/ou os componentes de proteção adicionais devem ser incorporados.

[0019] Estes problemas fundamentais fazem uso desses capacitores de finalidade especial em conjunto com um transformador muito problemático, e por isso não são considerados uma solução viável para o problema.

[0020] Também pode ser possível usar um indutor em série com um transformador para limitar a corrente em tensão de linha. Isto tem a vantagem de limitar a tensão aplicada ao transformador durante o impulso à medida que a tensão de impulso é suportada através do indutor. Entretanto, o projeto e a construção do indutor são quase tão complexos quanto o projeto para um VT, onde eles têm que resolver o problema de suportar a tensão de impulso total através de um indutor enrolado.

[0021] Portanto, os indutores em série não são considerados uma solução viável ao problema.

[0022] Outra solução possível seria usar um resistor em série com o transformador, pois isso é muito mais fácil de projetar a partir da perspectiva de suportar uma alta tensão de impulso. Entretanto, a dissipação de energia do resistor será geralmente alta em tensões de linha normais. Por exemplo, para uma linha de 22 kV com uma corrente de resistor de 1 mA, uma dissipação de 13 W é exigida, o que pode resultar em aquecimento significativo.

[0023] Ao realizar uma dissipação de energia de teste de PF pode aumentar adicionalmente. Por exemplo, a dissipação de energia de 13 W pode tornar-se de 200 W durante um teste de PF de 50 kV, o que pode ser impossível de gerenciar. Além disso, se uma corrente primária mais alta é

exigida (por exemplo, de 2 mA) então estas dissipações de energia podem dobrar novamente.

[0024] Portanto, um resistor em série em conjunto com um transformador não é considerado uma solução viável para o problema.

[0025] Além disso, o documento US7304872 descreve o uso de uma cadeia de R-C para criar uma cadeia de dispersão adequada para atuar como um suprimento de energia de LV. Em caso de uma tensão suficiente ser aplicada e uma descarga parcial ocorrer, uma carga pode ser aprisionada nos capacitores. Se a descarga parcial persistir, esta carga aprisionada continua a acumular-se e aplica uma tensão de CC aos capacitores até que seu limite de tensão seja alcançado e os capacitores falhem.

[0026] Portanto, é uma tarefa da invenção atual prover um sistema de conversão de energia que evita as desvantagens acima mencionadas, que provê um baixo custo, a solução compacta que pode ser construída no equipamento com a consequência de pouco ou nenhum custo de instalação ao usuário.

[0027] A tarefa é resolvida pelo sistema de conversão de energia elétrica da reivindicação independente 1 e das reivindicações dependentes da reivindicação 1.

[0028] Uma modalidade é direcionada a um sistema de conversão de energia elétrica para converter uma alta tensão (HV) de um suprimento de energia elétrica de HV para uma baixa tensão, em que o sistema de conversão de energia elétrica compreende:

 pelo menos um conversor de energia, e pelo menos uma rede de RC compreendendo uma pluralidade de componentes resistivos e uma pluralidade de componentes capacitivos eletricamente conectados em série, em que pelo menos uma rede de RC está em conexão em série com pelo menos um conversor de energia, e pelo menos uma rede de RC e pelo menos um conversor de energia estão arrançados para serem conectados através de

uma potencial linha do suprimento de energia elétrica de HV, em que elementos de queda de alta resistência são conectados em paralelo aos componentes capacitivos da rede de RC. Tais elementos de queda de alta resistência evitam potenciais falhas de componentes capacitivos da rede de RC devido a cargas aprisionadas que se acumulam nos componentes capacitivos.

[0029] Especialmente para qualquer componente capacitivo da rede de RC um elemento de queda de alta resistência é conectado em paralelo.

[0030] Preferencialmente, os elementos de queda de alta resistência são resistores de alto valor.

[0031] Também é preferido que os resistores de alto valor sejam projetados para permitir uma carga aprisionada nos componentes capacitivos para queda dos componentes capacitivos. Isto evita especialmente que as cargas aprisionadas em componentes capacitivos continuem a acumular e aplicar uma tensão de CC aos componentes capacitivos, especialmente aos capacitores, até que seu limite de tensão seja alcançado e os componentes capacitivos, especialmente os capacitores, falhem.

[0032] É adicionalmente preferido que os elementos de queda de alta resistência sejam realizados por um revestimento condutor em uma placa de circuito impresso que contém pelo menos os componentes capacitivos. Tal configuração permite um circuito compacto altamente integrado.

[0033] Também é preferido que o conversor de energia compreenda um suprimento de energia de modo comutado.

[0034] É preferido que os componentes resistivos sejam componentes resistivos de montagem superficial e os componentes capacitivos sejam componentes capacitivos de montagem superficial, e os componentes resistivos de montagem superficial e os componentes capacitivos de montagem superficial sejam montados em uma ou mais placas de circuito eletrônico que formam a rede de RC em uma ou mais placas de circuito

eletrônico.

[0035] É adicionalmente preferido que os componentes resistivos de montagem superficial e os componentes capacitivos de montagem superficial sejam montados em uma pluralidade de placas de circuito eletrônico formando uma pluralidade de redes de RC com uma rede de RC em cada placa de circuito eletrônico, e a pluralidade de placas de circuito eletrônico sejam empilhadas e eletricamente interligadas formando uma rede de RC empilhada.

[0036] É adicionalmente preferido que o conversor de energia seja montado em uma placa de circuito eletrônico adicional, e a placa de circuito eletrônico adicional faça parte da pluralidade de placas de circuito eletrônico que são empilhadas.

[0037] Também é preferido que o sistema de conversão de energia adicionalmente compreenda um ou mais receptáculos de placa de circuito isolados arranjados para suportar um ou mais placas de circuito eletrônico.

[0038] É adicionalmente preferido que o sistema de conversão de energia compreenda adicionalmente uma pluralidade dos receptáculos de placa de circuito isolados, cada um arranjado para suportar uma de uma pluralidade das placas de circuito eletrônico eletricamente interligadas em uma configuração empilhada.

[0039] É adicionalmente preferido que o sistema de conversão de energia compreenda adicionalmente um módulo de sensoreação de tensão adaptado para medir uma corrente que flui através da rede de RC e converte a corrente para um valor de tensão do sensor.

[0040] Além disso, é preferido que o sistema de conversão de energia compreenda adicionalmente um módulo de correção de perda de tensão, em que o módulo de correção de perda de tensão é adaptado para corrigir o valor da tensão do sensor com base nas perdas de tensão causadas pelo conversor de energia.

[0041] Também é preferido que pelo menos uma rede de RC e pelo menos um conversor de energia estejam arranados para serem conectados entre uma conexão de linha do suprimento de energia elétrica de HV e uma conexão de aterramento do suprimento elétrico de HV.

[0042] É preferido que pelo menos uma rede de RC e pelo menos um conversor de energia estejam arranados para serem conectados entre uma primeira conexão de primeira do suprimento de energia elétrica de HV e uma segunda conexão de linha do suprimento elétrico de HV.

Breve descrição dos desenhos

[0043] A Fig. 1 é um diagrama esquemático de um sistema de conversão de energia elétrica de acordo com a presente descrição;

a Fig. 2A mostra uma vista lateral do componente de uma placa de circuito eletrônico de acordo com a presente descrição;

a Fig. 2B mostra uma vista lateral inferior de uma placa de circuito eletrônico de acordo com a presente descrição;

a Fig. 2C mostra uma vista de montagem superficial de um par de resistor e capacitor de acordo com a presente descrição;

a Fig. 3A é uma pilha de placas de circuito eletrônico eletricamente interligadas de acordo com a presente descrição;

a Fig. 3B é uma vista em seção transversal de uma pilha de rede de RC em um alojamento de acordo com a presente descrição;

a Fig. 4 é uma vista do dispositivo na Fig. 2B conectada a um dispositivo de proteção de fusível de acordo com a presente descrição;

a Fig. 5 mostra uma pilha de placas de circuito eletrônico eletricamente interligadas dentro de copos isolantes de acordo com a presente descrição;

a Fig. 6 mostra um diagrama esquemático de um conversor de energia de acordo com a presente descrição;

a Fig. 7 mostra um diagrama esquemático de um sensor de

tensão de acordo com a presente descrição.

Descrição Detalhada

[0044] Onde a referência é feita em qualquer um ou mais dos desenhos anexos às etapas e/ou características, que têm os mesmos numerais de referência, essas etapas e/ou características têm para efeitos desta descrição a(s) mesma(s) função(ões) ou operação(ões), a menos que a intenção contrária apareça.

[0045] Será entendido que o sistema de conversão de energia aqui descrito pode ser adequado para um número de diferentes tipos de aplicações e produtos, tais como qualquer situação que exija baixa energia elétrica em baixa tensão, onde não há um suprimento de energia de baixa tensão pré-existente, mas há um suprimento de energia de HV pré-existente. O sistema de conversão de energia pode ser usado com comutadores de banco de capacitor, indicadores de falha, disjuntores inteligentes, religadores etc. Ele também pode ser usado em sistemas de comutação de energia, tais como dispositivos de comutação de HV, que são particularmente adequados para receber energia do sistema de conversão de energia como aqui descrito. Outros exemplos de sistemas adequados incluem equipamentos de monitoramento remoto, ou de controle ou de proteção que se encaixam na situação acima.

[0046] A Fig. 1 é um diagrama esquemático de um sistema de conversão de energia elétrica 101 para converter uma alta tensão de um suprimento de energia elétrica de alta tensão (HV) para uma baixa tensão. Será entendido que o termo baixa tensão refere-se a uma fonte de alimentação na tensão adequada para a aplicação, de modo que a aplicação não tenha que resolver problemas de isolamento e conversão de energia. Tipicamente, a aplicação está operando sistemas eletrônicos em baixa tensão extra, geralmente a 3-30 VCC. Entretanto, outras aplicações podem exigir, por exemplo, 230 VAC, que exigirá um projeto diferente de conversor de energia.

Outros elementos do sistema de conversão de energia não mudariam necessariamente, incluindo a rede de RC, como aqui descrito.

[0047] Será entendido que o termo HV refere-se a tensões de CA entre 1 kV e 38 kV ou entre 1 kV e 52,5 kV. Como alternativa, a HV pode referir-se a tensões de CA entre 5 kV e 38 kV. Como uma alternativa adicional, a alta tensão pode referir-se a tensões da CA entre 5 kV e 35 kV. Como uma alternativa adicional, a alta tensão pode referir-se a tensões da CA entre 1 kV e 35 kV. Como uma alternativa ainda mais adicional, será entendido que o termo HV pode referir-se a tensões de CA acima de 35 kV. Como uma alternativa ainda mais adicional, a HV pode referir-se a tensões de CA acima de 38 kV ou acima de 52,5 kV.

[0048] O sistema de conversão de energia elétrica aqui descrito tem um conversor de energia 103 para converter a alta tensão do sistema de HV para prover um suprimento de energia elétrica de baixa tensão, e pelo menos uma rede de RC 1050 conectada em série com o conversor de energia para prover uma fonte de corrente.

[0049] A rede de RC 1050 tem uma pluralidade de (isto é, dois ou mais) componentes resistivos 1051, 1054, 1057 e uma pluralidade de (isto é, dois ou mais) componentes capacitivos 1052, 1055, 1058, onde os componentes resistivos 1051, 1054, 1057 e os componentes capacitivos 1052, 1055, 1058 são conectados eletricamente em série. Adicionalmente, os elementos de queda de alta resistência 1053, 1056, 1059 são conectados em paralelo a cada um dos dois ou mais componentes capacitivos 1052, 1055, 1058 da rede de RC 1050.

[0050] De acordo com o exemplo mostrado na Fig. 1, existem três componentes resistivos (resistores) 1051, 1054, 1057 e três componentes capacitivos (capacitores) 1052, 1055, 1058, onde os resistores 1051, 1054, 1057 e capacitores 1052, 1055, 1058 são conectados em uma cadeia em série e são alternados. Isto é, nenhum dos dois resistores 1051, 1054, 1057 são

conectados diretamente juntos e nenhum dos dois capacitores 1052, 1055, 1058 são conectados diretamente juntos. Este arranjo distribui o campo elétrico ao longo do comprimento da cadeia e assim permite que o sistema de isolamento seja gerenciado muito mais facilmente.

[0051] Será entendido que, como alternativa, dois ou mais capacitores 1052, 1055, 1058 podem ser diretamente conectados juntos e dois ou mais resistores 1051, 1054, 1057 podem ser diretamente conectados juntos. Por exemplo, todos os resistores 1051, 1054, 1057 podem ser conectados juntos em série em uma extremidade da rede de RC 1050 e todos os capacitores 1052, 1055, 1058 podem ser conectados em série na outra extremidade da rede de RC 1050.

[0052] Além disso, de acordo com este exemplo, o resistor R1 1051 é conectado entre uma conexão de aterramento e o capacitor C1 1052, o C1 1052 é conectado entre o R1 1051 e o resistor R2 1054, o R2 1054 é conectado entre o C1 1052 e o capacitor C2 1055, o C2 1055 é conectado entre o R2 1054 e o resistor R3 1057, o R3 1057 é conectado entre o C2 1055 e o capacitor C3 1058, e o C3 1058 é conectado entre o R3 1057 e o conversor de energia 103. O conversor de energia 103 é conectado entre a conexão de linha da rede de HV e a rede de RC 1050. Os capacitores 1052, 1055, 1058 estão em conexão paralela os elementos de queda de alta resistência 1053, 1056, 1059. Neste exemplo, os elementos de queda de alta resistência 1053, 1056, 1059 são projetados como resistores 1053, 1056, 1059, especialmente os resistores de alto valor 1053, 1056, 1059 com uma alta resistência. Estes resistores de alto valor 1053, 1056, 1059 são projetados para permitir uma carga aprisionada nos componentes capacitivos 1052, 1055, 1058, neste exemplo os capacitores 1052, 1055, 1058, para a queda dos componentes capacitivos 1052, 1055, 1058.

[0053] De acordo com este exemplo, um módulo de sensoreação de tensão 107 também é provido e está conectado entre a conexão de linha da

rede de HV e o conversor de energia 103. O módulo de sensoreação de tensão 107 é discutido com maior detalhe abaixo com referência à Fig. 7.

[0054] Portanto, a rede de RC 1050 é arranjada para a conexão entre o suprimento de energia elétrica de HV e o conversor de energia 103. Este arranjo pode limitar a corrente extraída do suprimento de energia elétrica de HV a fim gerar um suprimento de energia elétrica de baixa tensão para prover energia aos sistemas de comutação de energia.

[0055] Os capacitores 1052, 1055, 1058 na rede de RC 1050 limitam a corrente na frequência de energia (PF) e garantem que a dissipação de energia nos resistores 1051, 1054, 1057 seja baixa e que os resistores 1051, 1054, 1057 não sejam tensionados além de suas classificações de energia e tensão. Os resistores 1051, 1054, 1057 limitam a corrente durante condições de impulso e suportam a tensão de impulso de modo que os capacitores 1052, 1055, 1058 e o conversor de energia 103 não sejam tensionados além de suas classificações. Os valores da rede de RC 1050 são arranjados para prover a corrente e a tensão exigidas para o conversor de energia 103. Neste exemplo, a corrente extraída da linha de energia é limitada a aproximadamente 1,5 mA em tensão nominal. Embora seja possível extrair significativamente mais corrente do que isso, os custos do componente associado podem subir.

[0056] O conversor de energia 103 tem um retificador 109 para retificar a corrente. Esta corrente retificada é usada para carregar um capacitor C10 a uma tensão de aproximadamente 300 V, que é limitada por um diodo Zener Z10. Este arranjo provê 450 mW de energia disponível (300V x 1,5 mA) e é usado para suprir um módulo de conversor 111 de energia de CC-CC do comutador, que converte os 300 V abaixo do suprimento exigido para o eletrônico de carga. Um suprimento de tensão típico para o eletrônico de carga ficaria em torno de 6 V.

[0057] Alternativamente, um conversor de energia de comutação CC-CA pode ser provido se houver uma exigência para fazê-lo. Além disso, como

alternativa adicional, o retificador 109 pode ser omitido e um conversor de energia CA-CC ou CA-CA provido. Será entendido que qualquer outro suprimento de tensão adequado pode ser provido pelo módulo conversor de energia 111, dependendo das exigências do eletrônico de carga conectado ao conversor de energia 103.

[0058] A consideração da implementação física dos vários componentes do sistema de conversão de energia elétrica é importante do ponto de vista de custo e confiabilidade.

[0059] Por exemplo, o arranjo de múltiplos resistores e múltiplos capacitores para formar uma rede de RC 1050 em uma cadeia espalha o estresse elétrico e permite o projeto de um sistema de isolamento de estresse elétrico previsível e controlado.

[0060] De acordo com esta modalidade, os resistores 1051, 1054, 1057 e os capacitores 1052, 1055, 1058 são componentes de tecnologia de montagem superficial (SMT) que são máquinas montadas em pequenas placas de circuito impresso (PCBs), referidas como pastilhas. O mesmo pode ser verdadeiro para os resistores de alto valor 1053, 1056, 1059.

[0061] O uso de componentes de SMT, desta maneira, reduz o custo e permite que um número predeterminado de pastilhas múltiplas seja arranjado um em relação ao outro a fim de controlar estresses elétricos.

[0062] Depois que as pastilhas foram fabricadas para criar um arranjo de resistores de SMT 1051, 1054, 1057, resistores de alto valor 1053, 1056, 1059 e capacitores 1052, 1055, 1058 dos mesmos, as pastilhas são montadas em uma pilha, em que os resistores de alto valor 1053, 1056, 1059 são conectados em paralelo aos capacitores 1052, 1055, 1058. As pastilhas são então interligadas em forma de ziguezague para formar uma cadeia de rede de RC 1050. Ou seja, um lado esquerdo de uma primeira pastilha é conectado ao lado direito de uma segunda pastilha, onde a primeira e a segunda pastilhas estão em níveis diferentes na pilha. O arranjo de pastilhas empilhadas auxilia

no controle de estresses elétricos e também em manter o custo de montagem baixo. Outros arranjos de cadeia de RC 1050 na pastilha são possíveis e outros arranjos para a interconexão de pastilhas são possíveis.

[0063] De acordo com uma alternativa, o resistivo de SMT 1051, 1054, 1057 e os componentes capacitivos 1052, 1055, 1058 podem ser montados em uma placa de circuito impresso flexível em um arranjo ziguezague e as placas de circuito impresso podem ser laminadas em um tubo. Isso provê um fator de forma diferente que pode ser mais adequado a algumas aplicações.

[0064] O número de pastilhas na pilha pode ser ajustado para acomodar tensões de linha diferentes da rede de HV. Por exemplo, uma única pastilha pode ser usada, ou alternativamente uma pilha de pastilhas que inclui duas ou mais pastilhas pode ser usada. Portanto, um componente de pastilha padrão pode ser usado para acomodar as várias exigências da tensão e de energia de diferentes redes de HV.

[0065] A Fig. 2A mostra uma vista lateral do componente de uma placa de circuito eletrônico (pastilha) 201.

[0066] A Fig. 2B mostra uma vista lateral inferior da placa de circuito eletrônico.

[0067] A Fig. 2C mostra uma vista de montagem superficial de um par de resistor 215 e um capacitor 217.

[0068] De acordo com esta modalidade, a pastilha é de aproximadamente 40mm no diâmetro. Será entendido que outras pastilhas de diâmetro adequado podem ser usadas como uma alternativa.

[0069] Um primeiro furo 203 é formado em torno da periferia da pastilha 201. O primeiro furo passa de um primeiro lado da pastilha até um segundo lado oposto da pastilha. O primeiro lado da pastilha tem uma superfície superior sobre a qual os componentes de SMT são montados.

[0070] Um segundo furo diametralmente oposto 205 também é

formado em torno da periferia da pastilha 201. Um primeiro bloco eletricamente condutor 207 é posicionado em um primeiro lado da pastilha 201 em torno do segundo furo 205. O bloco eletricamente condutor 207 está para prover uma conexão elétrica adequada a uma pastilha adjacente em uma pilha de pastilhas, como explicado em maior detalhe com referência à Fig. 3 abaixo.

[0071] Um segundo bloco eletricamente condutor 209 é posicionado em um segundo lado da pastilha 201 em torno do primeiro furo 203 para prover uma conexão elétrica a outras pastilhas na pilha.

[0072] De acordo com esta modalidade, cada um do primeiro e segundo furos é de 4,1 mm em diâmetro. Será entendido que outros furos de diâmetro adequado podem ser formados através da pastilha como uma alternativa.

[0073] A rede de RC de resistores de montagem superficial 215 e capacitores 217 é arranjada na superfície da pastilha 201 como indicado pela linha 211 entre o bloco 209 e o bloco 207. De acordo com este exemplo, a cadeia de rede de RC 1050 em cada pastilha é de aproximadamente 132 mm de comprimento e tem múltiplas seções retas individuais 213A, 213B, 213C e 213D que estão conectadas juntas e que atravessam lado a lado através da superfície superior da pastilha para criar uma rede de RC 1050 com um comprimento adequado e com a tensão controlada entre cada travessia. Ou seja, cada seção reta 213A, 213B, 213C e 213D é feita de múltiplos pares de um resistor de SMT 215 e de um capacitor de SMT 217 conectado juntos por meio de um bloco elétrico 219 como mostrado na Fig. 2C. O resistor 215 e o capacitor 217 são separados um do outro por uma distância de aproximadamente 1 mm.

[0074] Na extremidade da cadeia de rede de RC, um furo passante metalizado (PTH) conecta eletricamente a rede de RC ao segundo bloco eletricamente condutor 209, localizado no lado reverso da pastilha.

[0075] Será entendido que diferentes configurações de redes de RC 1050 podem ser arranjadas na superfície da pastilha. Por exemplo, a rede de RC pode atravessar de um lado ao outro através da superfície superior da pastilha para criar uma rede de RC com um comprimento maior que duas, três, quatro ou cinco vezes o diâmetro da superfície superior. Isso dependerá do ângulo entre cada seção reta transversal individual da rede de RC.

[0076] O ângulo da cadeia escolhido 223 entre cada uma das seções retas 213A, 213B, 213C e 213D da rede de RC define o estresse elétrico colocado sobre a pastilha. De acordo com este exemplo, o ângulo da cadeia foi selecionado para ser de 20 graus. Será entendido que, como alternativa, o ângulo da cadeia pode estar entre 15 graus e 25 graus. Como uma alternativa adicional, o ângulo da cadeia pode estar entre 10 graus e 30 graus. Como alternativas adicionais, o ângulo da cadeia pode ser maior que 20 graus, maior que 25 graus, maior que 30 graus, maior que 35 graus, maior que 40 graus ou maior que 45 graus.

[0077] Portanto, o sistema de conversão de energia elétrica 101 como aqui descrito tem componentes resistivos 1051, 1054, 1057, que são componentes resistivos de montagem superficial 215 e componentes capacitivos 1052, 1055, 1058, que são componentes capacitivos de montagem superficial 217. Os componentes resistivos de montagem superficial 215 e os componentes capacitivos de montagem superficial 217 são montados em um único lado de uma ou mais placas de circuito eletrônico (pastilhas), formando a rede de RC. Alternativamente, os componentes resistivos e capacitivos podem ser montados em ambos os lados da pastilha.

[0078] Os elementos de queda de alta resistência de resistores de alto valor 1053, 1056, 1059 podem ser conectados em paralelo aos capacitores 1052, 1055, 1058. Em um exemplo adicional não mostrado os elementos de queda de alta resistência não são resistores dedicados, mas são formados por um revestimento condutor com uma resistência de alto valor, que reveste os

componentes capacitivos 1052, 1055, 1058 e atua como um resistor de alto valor.

[0079] A Fig. 3A mostra uma pilha 301 de placas de circuito eletrônico eletricamente interligadas ou pastilhas 201A, 201B, 201C, 201D. Cada uma das pastilhas 201A, 201B, 201C, 201D é como descrita acima com referência à Fig. 2A, Fig. 2B e Fig. 2C. É provida uma pastilha adicional 303 que tem o conversor de energia 103 e um módulo de sensoreação de tensão (se exigido) localizada na mesma.

[0080] Um único interconector de pastilha 305A, 305B, 305C, 305D é provido entre cada pastilha para prover uma conexão elétrica entre as pastilhas. Na pastilha adicional 303 um interconector de pastilha adicional 305E conecta a pastilha adicional à conexão de linha da rede de HV. Portanto, o PTH da pastilha adicional conecta a conexão de linha da rede de HV ao módulo de sensoreação de tensão (se exigido) e o sistema de conversão de energia 101. A saída do sistema de conversão de energia 101 (por meio do conversor de energia 103) para o eletrônico de carga é provida por meio de uma conexão elétrica adicional 307. A saída do módulo de sensoreação de tensão para o eletrônico de carga é provida por meio de uma segunda conexão elétrica adicional 309.

[0081] A pastilha superior 201D da pilha de pastilhas é conectada à conexão de aterramento da rede de HV.

[0082] Portanto, o sistema de conversão de energia elétrica 101 como aqui descrito tem componentes resistivos de montagem superficial 215 e componentes capacitivos de montagem superficial 217 que são montados em uma pluralidade de placas de circuito eletrônico, formando uma pluralidade de redes de RC. Há uma rede de RC em cada placa de circuito eletrônico. As placas de circuito eletrônico são empilhadas e eletricamente interligadas, formando uma rede de RC empilhada. Além disso, o conversor de energia pode ser montado em uma placa de circuito eletrônico adicional, onde a placa

de circuito eletrônico adicional faz parte da pluralidade de placas de circuito eletrônico que são empilhadas.

[0083] A pilha de pastilhas pode ser montada em um tubo eletricamente isolado que tenha terminais elétricos em extremidades opostas. O tubo eletricamente isolado tem propriedades adequadas de isolamento para a aplicação elétrica desejada. Um exemplo de um tubo eletricamente isolado poderia ser o tipo de tubo usado para alojar um detentor de sobretensão externo.

[0084] A Fig. 3B mostra uma vista em seção transversal de uma pilha de rede de RC 401 em um alojamento 403. A Fig. 3B mostra como a pilha pode ser montada dentro de um alojamento “detentor de sobretensão”. Na parte inferior do alojamento estão as conexões 405 para tomar o suprimento de energia de baixa tensão e o sinal de medição de tensão para um produto da Siemens chamado Fusesaver.

[0085] O Fusesaver é uma classe nova de disjuntor de circuito monofásico inteligente, compacto e de baixo custo que minimiza os minutos perdidos do cliente ao proteger os fusíveis da linha lateral (linha de dentes retos ou o *T-off*) de sopro em falhas temporárias. Com o controle de microprocessadores *on-board* e conectividade sem fio, o Fusesaver tem proteção configurável, funções de operação polifásica, histórico de eventos *on-board* e pode ser integrado a um sistema SCADA para controle remoto.

[0086] O produto Fusesaver da Siemens pode ser energizado a partir da corrente de linha obtida das redes de HV. Entretanto, seria vantajoso se o Fusesaver fosse energizado a partir de tensão de linha. Será entendido que, embora os princípios aqui descritos refiram-se ao produto Fusesaver, os princípios podem ser geralmente aplicáveis a outros tipos de produtos e aplicações.

[0087] A pilha de pastilha 401 com as pastilhas interligadas por meio de interconectores 305 está localizada dentro de um tubo cilíndrico de

alojamento isolado 407. Uma sobremoldagem de silicone 409 é fabricada e posicionada de modo que esteja localizada em torno da superfície externa do tubo de alojamento 407.

[0088] Uma primeira tampa de extremidade condutora 411 é posicionada em uma primeira extremidade do tubo de alojamento 407 e conecta a pastilha superior 413 da pilha de pastilha à linha de aterramento da rede de HV. Ou seja, a primeira tampa de extremidade condutora 411 provê uma conexão elétrica entre uma extremidade da rede de RC localizada na pastilha superior 413 e a linha de aterramento.

[0089] Uma segunda tampa de extremidade condutora 415 é posicionada em uma segunda extremidade do tubo de alojamento 407 e conecta a pastilha inferior 417 da pilha de pastilha ao corpo do Fusesaver. Ou seja, a segunda tampa de extremidade condutora 415 provê uma conexão elétrica entre o conversor de energia (com ou sem o módulo de sensoreação de tensão) localizado na pastilha inferior 417 e o corpo do Fusesaver, onde o corpo do Fusesaver está em conexão direta com a conexão de linha da rede de HV (ver Fig. 4).

[0090] A Fig. 4 mostra uma vista do dispositivo acima descrito com referência à Fig. 3B, conectado ao corpo de um dispositivo Fusesaver.

[0091] A Fig. 4 mostra como o sistema de conversão de energia elétrica construído como acima na forma de uma rede de RC empilhada em um tubo isolado pode ser montado em um produto Siemens Fusesaver 421, que é instalado em uma linha de dentes retos elétrica 423 com um fusível 425. A extremidade superior do sistema de conversão de energia elétrica (isto é, da rede de RC) é conectada ao aterramento 427 da rede de HV. A extremidade inferior do sistema de conversão de energia elétrica (isto é, do conversor de energia) é conectada ao corpo do Fusesaver 429 que está em potencial linha à medida que está conectado à fonte de linha principal 421 da rede de HV. A saída do suprimento de energia do conversor de energia da CC-CC de modo

comutado e o sinal de medição de tensão do módulo de sensoreação de tensão não são visíveis porque são conectados internamente dentro do produto Fusesaver.

[0092] Será entendido que muitas outras configurações adequadas são possíveis além das mostradas na Fig. 4.

[0093] Será entendido que o sistema de conversão de energia pode incluir uma ou mais redes de RC 1050 e um ou mais conversores de energia 103, onde os conversores de energia 103 e as redes de RC 1050 são conectados em série através de uma potencial linha do suprimento de energia de HV.

[0094] De acordo com um primeiro exemplo, um sistema de conversão de energia 101 pode ter uma única rede de RC 1050 e um único conversor de energia 103 conectados em série, onde a rede de RC 1050 está conectada à conexão de aterramento de uma rede de HV monofásica e o conversor de energia 103 está conectado à conexão de linha da rede monofásica de HV.

[0095] Alternativamente, a rede de HV pode ser uma rede polifásica.

[0096] Alternativamente, a rede de HV pode ser uma rede polifásica onde a rede de RC 1050 está conectada à conexão de aterramento e o conversor de fase está conectado a uma das conexões de linha.

[0097] De acordo com um segundo exemplo, um sistema de conversão de energia pode ter uma única rede de RC e um único conversor de energia conectados em série, onde a rede de RC está conectada à conexão de linha de uma rede de HV monofásica e o conversor de energia está conectado à conexão de aterramento da rede de HV monofásica.

[0098] Alternativamente, a rede de HV pode ser uma rede polifásica onde a rede de RC está conectada a uma das conexões de linha e o conversor de fase está conectado à conexão de aterramento.

[0099] De acordo com um terceiro exemplo, um sistema de conversão

de energia pode ter uma única rede de RC e um único conversor de energia conectados em série, onde a rede de RC está conectada a uma primeira conexão de linha de uma rede de HV polifásica e o conversor de energia está conectado a uma segunda conexão de linha da rede de HV polifásica. Ou seja, a rede de RC e o conversor de fase são conectados entre duas fases diferentes da rede de HV.

[00100] De acordo com um quarto exemplo, um sistema de conversão de energia pode ter uma única rede de RC e um primeiro e segundo conversores de energia conectados em série de ambos os lados da rede de RC, onde o primeiro conversor de energia está conectado a uma primeira conexão de linha de uma rede de HV polifásica e o segundo conversor de energia está conectado a uma segunda linha de conexão da rede de HV polifásica. Ou seja, a rede de RC e os dois conversores de fase estão conectados entre duas fases diferentes da rede de HV.

[00101] De acordo com um quinto exemplo, um sistema de conversão de energia pode ter uma única rede de RC e um primeiro e segundo conversores de energia conectados em série de ambos os lados da rede de RC, onde o primeiro conversor de energia está conectado a uma conexão de linha de uma rede de HV monofásica e o segundo conversor de energia está conectado a uma conexão de aterramento da rede de HV polifásica.

[00102] A Fig. 5 mostra uma pilha de placas de circuito eletrônico eletricamente interligadas, pastilhas, dentro de copos isolantes 501A, 501B, 501C. Os copos isolantes 501A, 501B, 501C suportam as pastilhas 201A, 201B, 201C com as redes de cadeia de RC 211A, 211B, 211C localizadas nos mesmos. As molas de conexão eletricamente condutoras 503A, 503B conectam eletricamente as pastilhas juntas e proveem alguma flexibilidade para aliviar o estresse axial da tensão. Ou seja, os copos isolantes 501A, 501B, 501C têm um canal 505A, 505B formado nos mesmos para receber as molas 503A, 503B onde o canal se estende entre uma superfície inferior de

uma primeira pastilha para a superfície superior de uma segunda pastilha. Os copos isolantes 501A, 501B, 501C podem ser conformados para controlar o estresse axial e transversal de tensão associados com a pilha de pastilha.

[00103] Portanto, o sistema de conversão de energia elétrica como aqui descrito tem um ou mais receptáculos de placa de circuito isolado que são arranjados para suportar uma ou mais placas de circuito eletrônico, pastilhas. Cada um dos receptáculos de placa de circuito isolado pode ser arranjado para suportar um de um número das placas de circuito eletrônico eletricamente interligadas em uma configuração empilhada.

[00104] A Fig. 6 mostra um diagrama esquemático de um conversor de energia 103 incluindo um conversor de energia CC-CC de comutação 111 (suprimento de energia de modo comutado). Um circuito de controle 601 provê controle de comutação de alta frequência do transistor de comutação Q1, que alimenta a energia ao enrolamento primário de um transformador abaixador dianteiro T1. A saída do enrolamento secundário de T1 é retificada pelo diodo D1 e alimenta um capacitor de reservatório C2. O diodo Zener Z2 limita a tensão de saída a 6V. A energia de saída gerada pelo suprimento de energia de modo comutado (SMPS) é provida ao sistema eletrônico de carga.

[00105] Como pode ser visto o SMPS é operado com uma alta tensão na ordem de 300 V no lado primário e em conjunto com a solução de cadeia de RC, como aqui descrito. O SMPS converte de aproximadamente 300V até a tensão de saída exigida pelo eletrônico de carga.

[00106] A Fig. 7 mostra um diagrama esquemático de um módulo de sensoreação de tensão 701. A corrente que flui através da rede de cadeia de RC 1050 é essencialmente proporcional à tensão da fase-terra da rede de HV. Isso pode ser convertido eletronicamente em um sinal de sensoreação adequado para o eletrônico Fusesaver pelo módulo de sensoreação de tensão de linha mostrado na Fig. 7. Isto provê, portanto, um sistema para monitorar o status da tensão da fase-terra.

[00107] Neste circuito, a corrente de cadeia de RC é convertida à tensão por um resistor R100 em série com um capacitor C100. Ao selecionar os valores corretos para R100 e C100, o deslocamento de fase introduzido pela rede de cadeia de RC é corrigido de modo que a saída da tensão do módulo de sensoreação de tensão esteja na fase com o sinal da tensão de linha da rede de HV.

[00108] Para evitar cargas aprisionadas nos componentes capacitivos para acumular, o resistor R111 1050' permite uma carga aprisionada no componente capacitivo C100 para queda do componente capacitivo C100.

[00109] Será entendido que existem muitas outras implementações possíveis para corrigir o deslocamento de fase causado pela rede de cadeia de RC, incluindo, por exemplo, o processamento de sinal para derivar o sinal corrigido.

[00110] Portanto, o sistema de conversão de energia elétrica tem um módulo de sensoreação de tensão que está adaptado para medir uma corrente que flui através da rede de RC e para converter essa corrente a um valor de tensão do sensor para uso ao sensorar o eletrônico. Além disso, o módulo de sensoreação de tensão é arranjado para corrigir o deslocamento de fase causado pela rede de RC.

[00111] A fim de superar a inexatidão inerente do método descrito de medição do sensor de tensão provida pelo módulo de sensoreação de tensão devido ao conversor de energia que subtrai 300V da tensão de linha que conduz a corrente na cadeia de RC, um módulo de correção de perda de tensão pode ser incorporado no eletrônico a jusante que está processando o sinal do módulo de sensoreação de tensão para corrigir o valor de tensão do sensor com base em perdas de tensão causadas pelo sistema de conversão de energia.

[00112] Sem o módulo de correção de perda de tensão, se a tensão de linha de pico está abaixo de 300V, nenhuma corrente irá fluir no resistor de

sensoração de tensão de linha. Além disso, em tensões de linha acima do pico de 300V, os 300V podem ser subtraídos do valor instantâneo medido pelo módulo de sensoração de tensão.

[00113] Para corrigir a inexatidão em tensões acima do limiar de 300V, devido ao sistema de conversão de energia, os 300V podem ser digitalmente adicionados pelo módulo de correção de perda de tensão para cada uma das amostras. Para 1 ms de amostragem de um sinal de 6,3 kV, este método reduz o erro de medição de 4,5% para 0, 2%. Será entendido que outros métodos de correção de erros estão previstos.

[00114] O controle de estresse elétrico é crítico à confiabilidade em longo prazo de produtos isolantes. Os sistemas aqui descritos permitem que o estresse elétrico seja previsto e bem controlado, bem como seja relativamente independente das variações de fabricação.

[00115] Os estresses elétricos nos componentes resistivos e capacitivos podem ser calculados sob as várias condições de PF a serem suportadas (tais como a tensão de fase/terra, teste de PF) usando práticas comuns de projetos eletrônicos. Esses valores podem ser usados para determinar o número de componentes necessários para atender a classificação dos fabricantes de componentes, os aspectos de tolerância etc.

[00116] O estresse elétrico transversal entre elementos da cadeia de rede de RC é controlado pelo plano de localização do componente (isto é, a configuração da rede de RC) no PCB da pastilha. A exigência do projeto é encontrar o estresse elétrico superficial adequado para o ambiente do produto e o material de PCB. A determinação da tensão e da configuração apropriadas resulta no ângulo de cadeia como mostrado na Fig. 2A.

[00117] O estresse axial da pastilha é dependente da tensão desenvolvida através de cada pastilha e do afastamento da pastilha. A análise de elementos finitos pode ser usada para calcular tensões e a tensão pode ser adicionalmente controlada pelo uso de um revestimento isolante (para reduzir

a tensão de ponto triplo), e interpor elementos isolantes. Neste exemplo, os copos de empilhamento podem ser usados para montar a pilha de pastilha e para prover o isolamento adicional como mostrado na Fig. 5.

[00118] As várias vantagens são providas para certas características, como aqui descritas como segue:

uso de uma rede de RC 1050 para prover uma fonte de alimentação de uma linha de energia de uma rede de HV:

isto provê uma vantagem que a corrente é limitada em ambos PF e em condições de impulso, com a vantagem de dissipação de baixa potência em tensões normais.

[00119] Adicionalmente, a energia pode ser suprida ou a um dispositivo aterrado, a um dispositivo que oscila em potencial linha ou a ambos.

[00120] Uso de SMPS para converter corrente a energia utilizável com comutação de alta frequência:

isto provê uma vantagem onde o custo e o tamanho de fazer um transformador de PF são negados. Usar um SMPS permite alta eficiência, baixo custo e pequena conversão de tamanho da potência da rede de RC.

[00121] Uso de múltiplos componentes de SMT em placas de circuito para fazer a rede de RC:

isso provê várias vantagens, incluindo, por exemplo, a minimização de custos, o controle de estresses elétricos e a provisão de degradação gradativa para a falha do componente.

[00122] Uso de construção empilhada de pastilha:

isto provê várias vantagens, incluindo, por exemplo, controlar estresses elétricos e permitir que várias tensões classificadas sejam alcançadas usando múltiplos conjuntos das mesmas peças componentes básicas.

[00123] Uso de copos de empilhamento:

isto provê várias vantagens, incluindo, por exemplo, o controle

de estresses elétricos e a minimização de custos.

[00124] A adição de rede se sensoreação de tensão para prover sensoreação de tensão da corrente provida pela cadeia de RC:

isto provê várias vantagens que incluem, por exemplo, permitir a medição da tensão de linha.

[00125] Correção digital de distorção de sensoreação de tensão devido à retirada de energia:

isto provê várias vantagens que incluem, por exemplo, a melhoria da precisão da cadeia de RC.

[00126] Embora o exemplo mostrado na Fig. 1 mostre a rede de RC 1050 conectada à conexão de aterramento da rede de HV, e o conversor de energia 103 conectado à conexão de linha da rede de HV (por meio do módulo de sensoreação de tensão opcional), como mencionado acima, será entendido que, como alternativa, a rede de RC 1050 pode ser conectada à conexão de linha da rede de HV e o conversor de energia 103 pode ser conectado à conexão de aterramento da rede de HV.

[00127] Como uma alternativa adicional, como mencionado acima, a rede de RC 1050 pode ser conectada a uma primeira conexão de linha (isto é, uma primeira fase da rede de HV trifásica) e o conversor de energia 103 pode ser conectado a uma segunda conexão de linha (isto é, uma segunda fase da rede de HV trifásica).

[00128] Será entendido que, de acordo com alternativas adicionais, o conversor de energia do sistema de conversão de energia 101 pode estar localizado em:

i) na extremidade aterrada da rede de HV para suprir um sistema eletrônico aterrado,

ii) na extremidade da linha da rede de HV para suprir um sistema eletrônico oscilante em potencial linha, ou

ii) onde existam múltiplos conversores de energia, em ambas

as extremidades.

[00129] Será entendido que, de acordo com uma alternativa adicional, o módulo conversor de energia pode ser um módulo conversor de energia CA-CC e que o conversor de energia 103 não exige o retificador 109, o capacitor C10 e o diodo Zener Z10.

[00130] Como uma alternativa adicional, será entendido que o conversor de energia pode ser colocado em uma pastilha a fim de criar um sistema de conversão de energia elétrica autossuficiente 101 que pode então ser conectado diretamente à rede de HV.

[00131] Adicionalmente, o módulo de sensoreação de tensão pode ser localizado na pastilha conversora de energia para condicionar a corrente que flui na cadeia de rede de RC em um sinal para o eletrônico de carga medir a tensão de aterramento de linha, como aqui discutido em maior detalhe.

[00132] De acordo com o exemplo acima descrito, há um número igual de resistores e de capacitores na cadeia de RC em série.

[00133] Entretanto, será entendido que, como alternativa, pode haver mais resistores do que capacitores, ou mais capacitores do que resistores.

[00134] Será entendido que, como alternativa, pode haver mais de uma rede de RC em série 1050. Por exemplo, múltiplas redes de RC em série podem ser conectadas entre o suprimento de energia elétrica de HV e o conversor de energia ou em série ou em paralelo, por exemplo, para prover um nível de redundância.

[00135] Será entendido que, como alternativa, existem muitos circuitos integrados que estão disponíveis para executar a função do SMPS.

[00136] Adicionalmente, seria entendido que existem muitas topologias de circuitos possíveis, tais como, por exemplo, dianteiro ou traseiro, isolado ou não isolado etc.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de conversão de energia elétrica (101) para converter uma alta tensão (HV) de um suprimento de energia elétrica de HV em baixa tensão, em que o sistema de conversão de energia elétrica (101) compreende:

pelo menos um conversor de energia (103), e

pelo menos uma rede de RC (1050) compreendendo uma pluralidade de componentes resistivos (1051, 1054, 1057) e uma pluralidade de componentes capacitivos (1052, 1055, 1058) conectados eletricamente em série, em que pelo menos uma rede de RC (1050) está em conexão em série com pelo menos um conversor de energia (103) e pelo menos uma rede de RC (1050) e pelo menos um conversor de energia (103) estão arrançados para serem conectados através de um potencial de linha do suprimento de energia elétrica de HV, caracterizado pelo fato de que elementos de queda de alta resistência (1053, 1056, 1059) são conectados em paralelo aos componentes capacitivos (1052, 1055, 1058) da rede de RC (1050).

2. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os elementos de queda de alta resistência (1053, 1056, 1059) são resistores de alto valor (R11, R22, R33).

3. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que os resistores de alto valor (R11, R22, R33) são projetados para permitir uma carga aprisionada nos componentes capacitivos (1052, 1055, 1058) para queda dos componentes capacitivos (1052, 1055, 1058).

4. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os elementos de queda de alta resistência (1053, 1056, 1059) são realizados por um revestimento condutor em uma placa de circuito impresso, contendo pelo menos os

componentes capacitivos (1052, 1055, 1058).

5. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o conversor de energia (103) compreende um suprimento de energia em modo de comutação.

6. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que os componentes resistivos (1051, 1054, 1057) são componentes resistivos de montagem superficial (1051, 1054, 1057) e os componentes capacitivos (1052, 1055, 1058) são componentes capacitivos de montagem superficial (1052, 1055, 1058), e

os componentes resistivos de montagem superficial (1051, 1054, 1057) e os componentes capacitivos de montagem superficial (1052, 1055, 1058) são montados em uma ou mais placas de circuito eletrônico que formam a rede de RC (1050) em uma ou mais placas de circuito eletrônico (201).

7. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que os componentes resistivos de montagem superficial (1051, 1054, 1057) e os componentes capacitivos de montagem superficial (1052, 1055, 1058) são montados em uma pluralidade de placas de circuito eletrônico (201A, 201B, 201C, 201D) formando uma pluralidade de redes RC (201A, 201B, 201C, 201D) com uma rede de RC em cada placa de circuito eletrônico, e

a pluralidade de placas de circuito eletrônico (201A, 201B, 201C, 201D) são empilhadas e interconectadas eletricamente, formando uma rede de RC empilhada.

8. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que o conversor de energia (103) está montado em uma placa de circuito eletrônico adicional (303) e a

placa de circuito eletrônico adicional (303) faz parte da pluralidade de placas de circuito eletrônico empilhadas.

9. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que o sistema de conversão de energia (101) compreende adicionalmente um ou mais receptáculos de placa de circuito isolados arranjados para suportar uma ou mais placas de circuito eletrônico (201A, 201B, 201C).

10. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o sistema de conversão de energia (101) compreende adicionalmente uma pluralidade de receptáculos de placa de circuito isolados, cada um arranjado para suportar uma de uma pluralidade de placas de circuito eletrônico interconectadas eletricamente (201A, 201B, 201C) em uma configuração empilhada.

11. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o sistema de conversão de energia (101) compreende adicionalmente um módulo de sensoreação de tensão adaptado para medir uma corrente que flui através da rede de RC (1050) e converte a corrente em um valor de tensão do sensor.

12. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o sistema de conversão de energia (101) compreende adicionalmente um módulo de correção de perda de tensão, em que o módulo de correção de perda de tensão é adaptado para corrigir o valor de tensão do sensor com base nas perdas de tensão causadas pelo conversor de energia.

13. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma rede de RC (1050) e pelo menos um conversor de energia (103) estão arranjados para serem conectados entre uma conexão de

linha do suprimento de energia elétrica de HV e uma conexão de aterramento do suprimento elétrico de HV.

14. Sistema de conversão de energia elétrica (101) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma rede de RC (1050) e pelo menos um conversor de energia (103) estão arranjos para serem conectados entre uma primeira conexão de linha do suprimento de energia elétrica de HV e uma segunda conexão de linha do suprimento elétrico de HV.

FIG 1

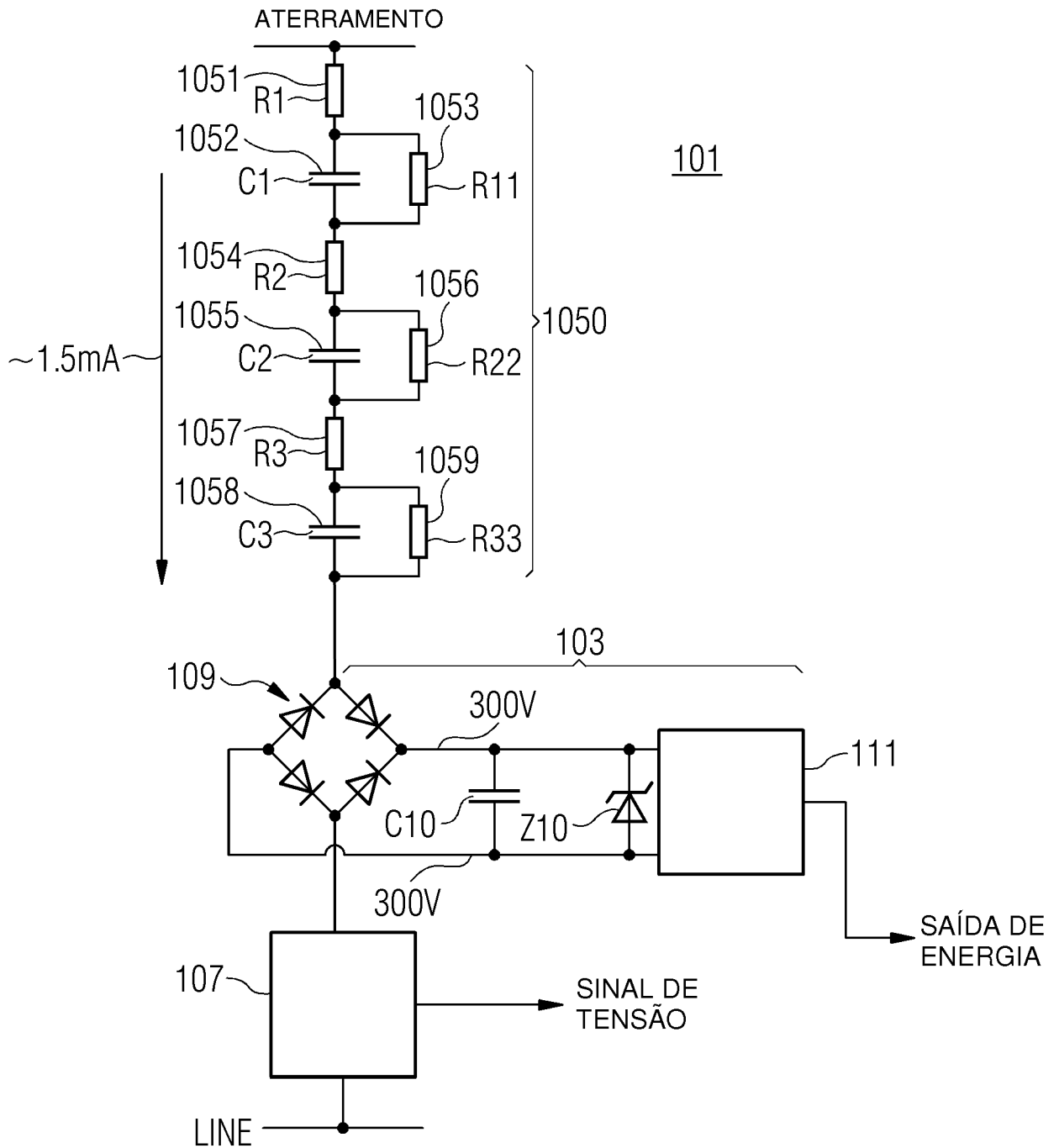


FIG 2A

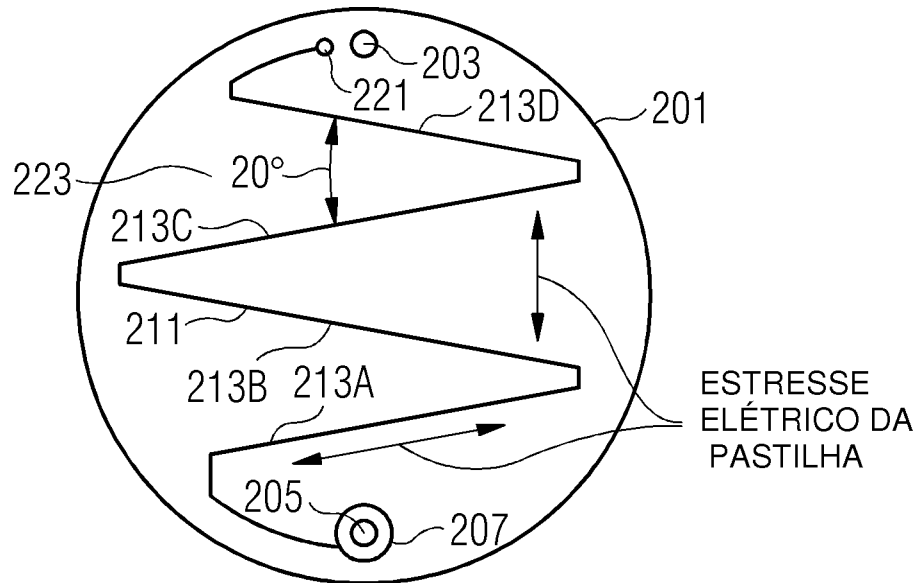


FIG 2B

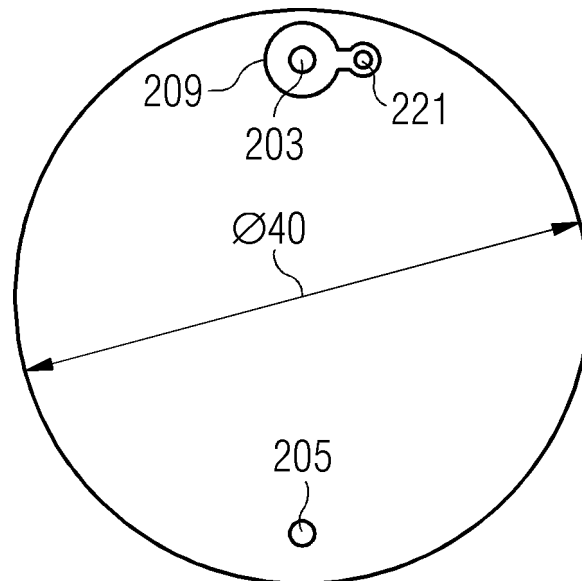


FIG 2C

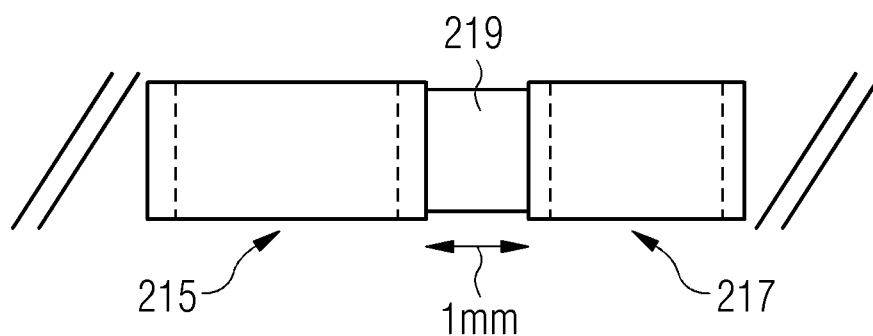


FIG 3A

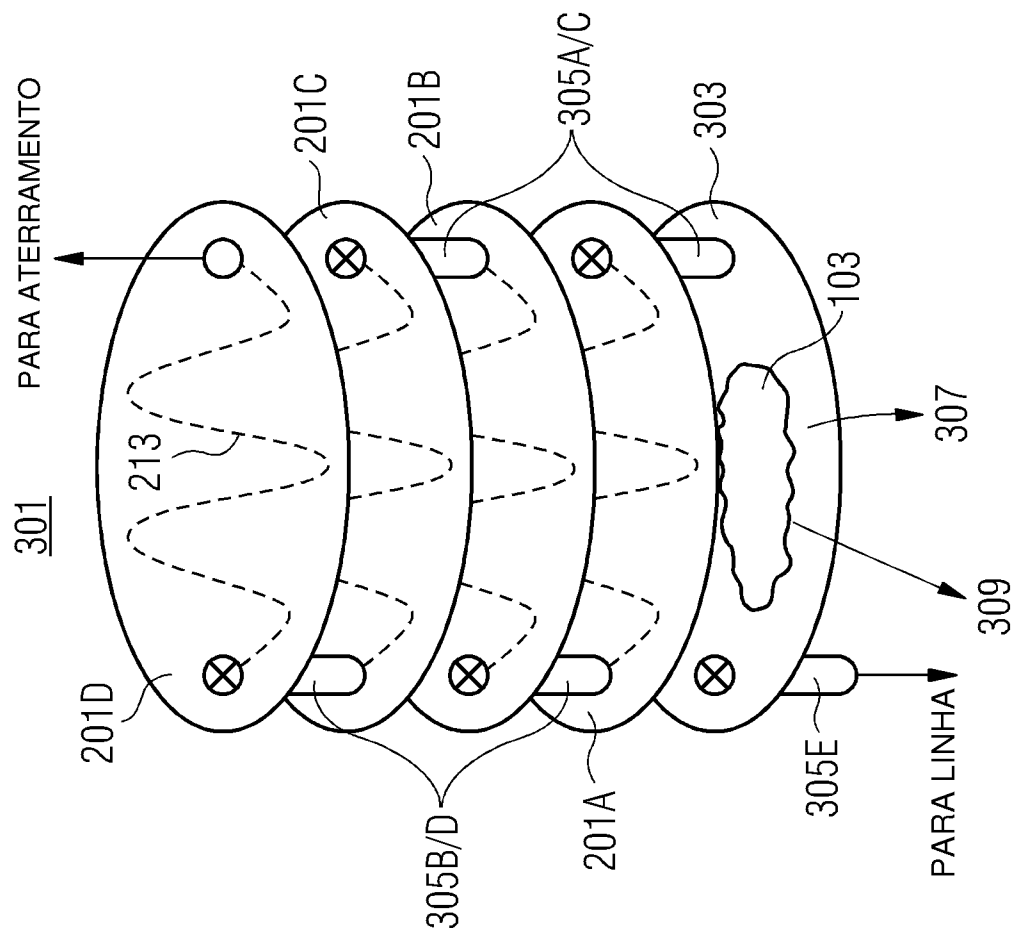


FIG 3B

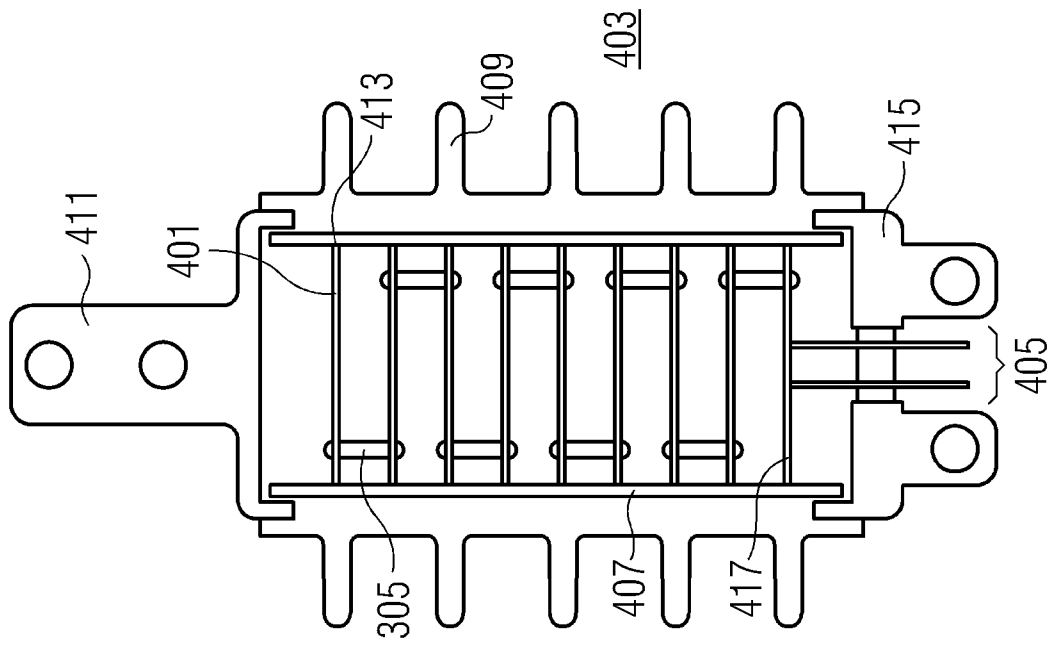


FIG 4

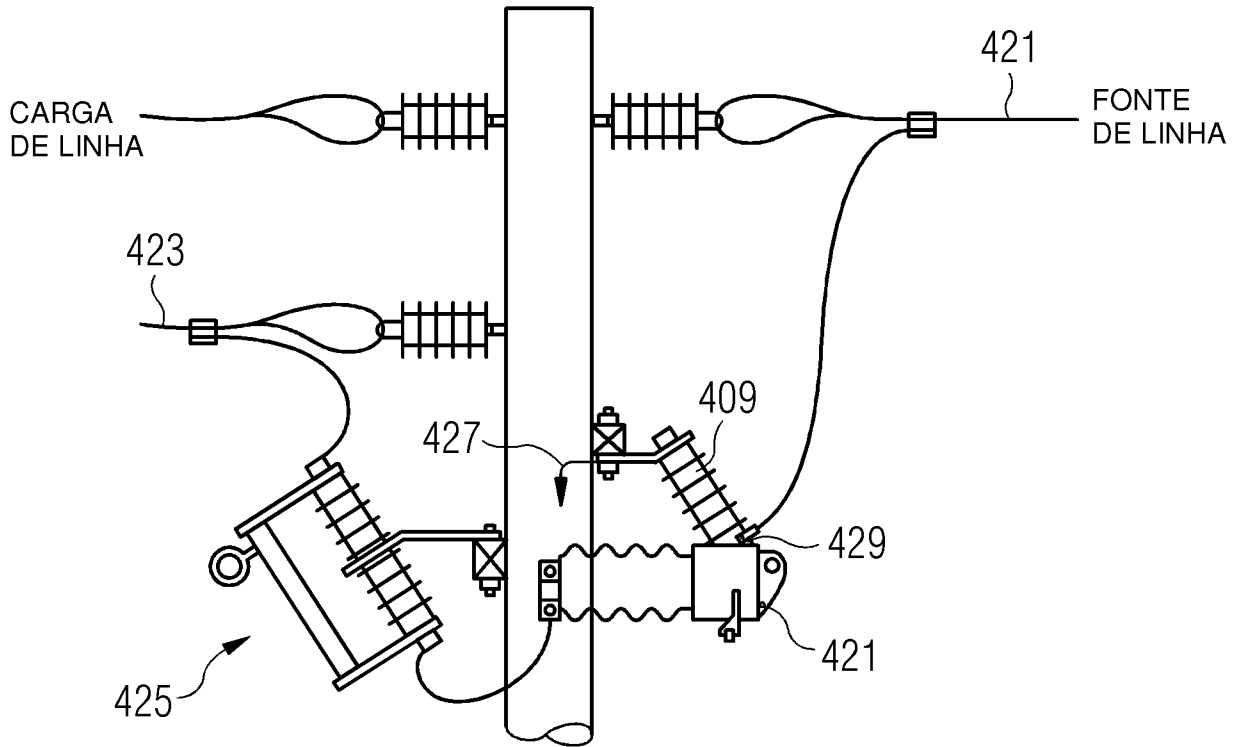


FIG 5

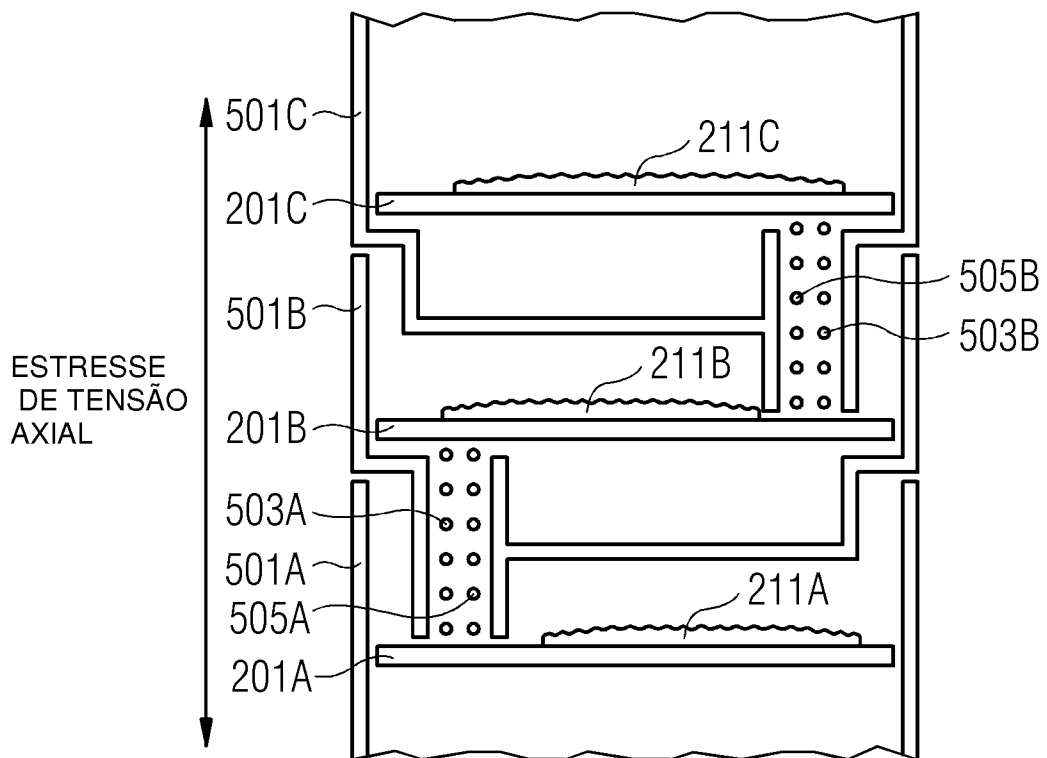


FIG 6

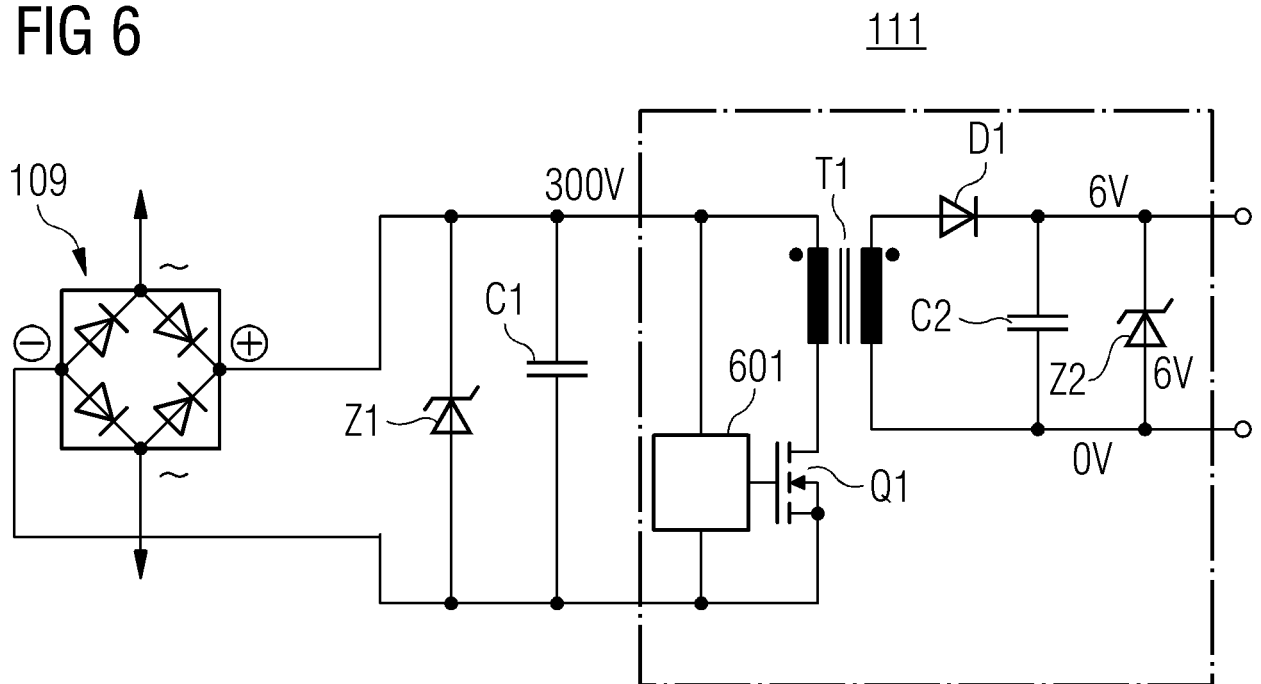
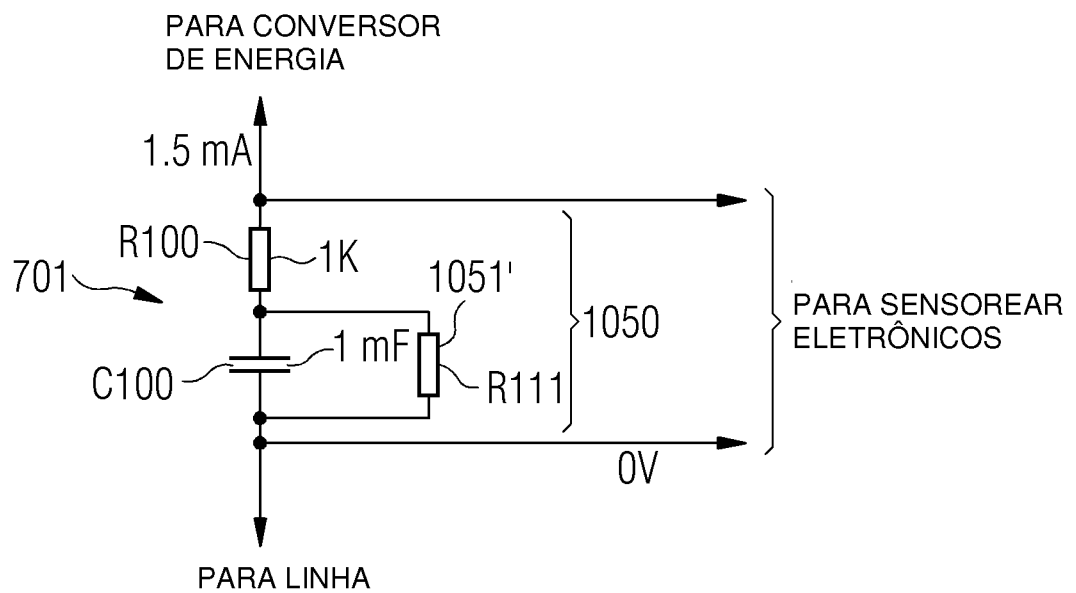


FIG 7



RESUMO

SISTEMA DE CONVERSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

É descrito um sistema melhorado de conversão de energia elétrica para converter uma alta tensão (HV) de um suprimento de energia elétrica de HV em baixa tensão, em que o sistema de conversão de energia elétrica compreende: pelo menos um conversor de energia e pelo menos uma rede de RC compreendendo uma pluralidade de componentes resistivos e uma pluralidade de componentes capacitivos conectados eletricamente em série, em que pelo menos uma rede de RC está em conexão em série com pelo menos um conversor de energia e pelo menos uma rede de RC e pelo menos um conversor de energia está arranjado para ser conectado através de um potencial de linha do suprimento de energia elétrica de HV.