



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

(11) PI 0405638-8 B1

(22) Data do Depósito: 26/02/2004

(45) Data de Concessão: 01/03/2016
(RPI 2356)



(54) Título: FONTE DE ALIMENTAÇÃO EM MODO DE COMUTAÇÃO SIMPLES COM LIMITAÇÃO DE CORRENTE E TENSÃO

(51) Int.Cl.: H02M 3/338

(30) Prioridade Unionista: 15/07/2003 EP 03016065.9

(73) Titular(es): FRIWO MOBILE POWER GMBH

(72) Inventor(es): RALF SCHRÖDER GENANNT BERGHEGGER

FONTE DE ALIMENTAÇÃO EM MODO DE COMUTAÇÃO SIMPLES
COM LIMITAÇÃO DE CORRENTE E TENSÃO

Fonte de alimentação em modo de comutação simples com limitação de corrente e tensão e método para controlar a
5 tensão da saída da mesma.

A presente invenção refere-se a uma fonte de alimentação em modo de comutação, em particular uma fonte de alimentação em modo de comutação com um lado do primário e um lado do secundário, a qual tem um transformador com um
10 enrolamento do lado do primário, um enrolamento do lado do secundário e pelo menos um enrolamento auxiliar. O enrolamento do lado do primário e o enrolamento auxiliar são conectados ao lado do primário e o enrolamento do lado do secundário é conectado ao lado do secundário. A fonte de
15 alimentação em modo de comutação compreende um comutador do lado do primário, o qual é conectado ao enrolamento do lado do primário, a fim de comutar um fluxo de corrente através do enrolamento do lado do primário, um circuito livremente oscilante para a geração de pulsos de comutação, os quais
20 acionam o comutador do lado do primário, e um circuito para a geração de uma tensão de imagem entre os terminais do enrolamento auxiliar, a fim de gerar uma tensão de imagem, que no lado do primário forma uma tensão a ser regulada no lado do secundário.

25 As fontes de alimentação em modo de comutação são utilizadas em numerosos dispositivos eletrônicos para gerar a tensão contínua baixa requerida para o suprimento dos componentes eletrônicos de uma tensão da rede de distribuição. A esse respeito, as fontes de alimentação em
30 modo de comutação têm prevalecido em relação às fontes de alimentação convencionais com os transformadores da rede de distribuição em muitas aplicações, porque acima de uma determinada classe de potência elas exibem uma maior

eficiência e particularmente requerem menos espaço.

Este último fator é particularmente atribuível ao fato que, em vez da tensão da rede de distribuição, uma tensão alternada de alta frequência é transformada, a qual, em vez da frequência usual da rede de distribuição de 50 Hz ou 60 Hz, pode, por exemplo, estar na faixa de 20 kHz a 200 kHz. Uma vez que o número requerido de enrolamentos no transformador cai inversamente proporcional à frequência, as perdas de cobre podem desta maneira serem reduzidas significativamente e o transformador real tornar-se substancialmente menor.

Para otimizar ainda mais a eficiência, são particularmente conhecidas as fontes de alimentação em modo de comutação no primário em que a frequência gerada no lado do primário do transformador de alta frequência pelo comutador, por exemplo, um transistor bipolar, é regulada dependendo da carga aplicada ao lado do secundário da unidade da fonte de alimentação a fim de regular a energia transferida. A realimentação de retorno requerido para esse tipo de regulação é, por exemplo, executado de uma maneira tal que uma tensão derivada de um enrolamento auxiliar é utilizada como a variável controlada. Um método apropriado de controle da corrente de saída e/ou da tensão de saída é descrito no documento EP 1 14 6 630 A2 e leva em consideração o fato que a mesma energia é carregada no transformador com cada pulso. Entretanto, o arranjo do circuito mostrado nesse documento tem a desvantagem de ser de construção comparativamente complicada, porque um circuito integrado relativamente complexo é utilizado como o circuito de controle.

A maneira mais barata de construir uma fonte de alimentação em modo de comutação com isolamento elétrico entre as seções do primário e do secundário é com um

conversor de retorno de funcionamento livre. Esse tipo de fonte de alimentação, no entanto, tem principalmente a desvantagem que com uma carga baixa a frequência de comutação aumenta visivelmente. Conseqüentemente, a perda de potência com nenhuma carga e com cargas baixas é elevada.

Uma medição indireta da tensão de saída através da medição da tensão em um enrolamento auxiliar primário ou no enrolamento primário principal é mais difícil com esse tipo de fonte de alimentação. Devido à tensão induzida da indutância dispersa, ocorre um breve excesso de tensão, o qual, com uma grande largura de pulso pode ser filtrada de uma maneira simples, de modo que seja possível determinar com relativa precisão a tensão secundária. Entretanto, com uma carga baixa, a largura do pulso é tão reduzida que é quase impossível filtrar fora a tensão induzida pela indutância dispersa. Isso significa que a tensão de saída na carga baixa só pode ser determinada de modo muito impreciso. Um exemplo desse tipo de tecnologia de circuito distinto simples pode ser encontrado no pedido de patente britânico publicado (não examinado) GB 02379036. Nesse circuito, o uso de um acoplador óptico é sugerido para contra-atacar as desvantagens da exatidão de controle insatisfatória. Tal acoplador óptico, entretanto, aumenta por sua vez a complexidade e os custos da fonte de alimentação em modo de comutação completa.

Portanto, o objetivo subjacente à presente invenção consiste na apresentação de uma fonte de alimentação em modo de comutação do tipo genérico que, com uma complexidade reduzida, facilita uma característica de controle melhorado e uma maior flexibilidade no que diz respeito aos parâmetros operacionais.

O objetivo é atingido por uma fonte de alimentação em modo de comutação com as características da reivindicação 1. Outros desenvolvimentos vantajosos da fonte de alimentação

em modo de comutação de acordo com a invenção constituem o objeto de várias reivindicações dependentes.

A presente invenção é baseada na idéia que, com a ajuda de uma unidade de controle do tempo, a qual é acoplada ao comutador do lado do primário de maneira tal que a duração de um período de desligamento do comutador do lado do primário pode ser ajustada, e particularmente estendida, em um ciclo de comutação, uma baixa frequência de comutação pode ser mantida para uma carga baixa e, conseqüentemente, um controle preciso da tensão e o ajuste de várias características da corrente de saída são possíveis. Além disso, a fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com a presente invenção é construída de alguns componentes baratos. A fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com a invenção oferece, portanto, a vantagem de custos baixos com um controle de tensão de saída preciso, baixa potência de entrada de circuito aberto e a capacidade de uso em aplicações extremamente variáveis. Finalmente, a fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com a invenção também tem a vantagem da proteção contra curto-circuito.

De acordo com uma realização vantajosa, a unidade de controle do tempo compreende um capacitor de controle para controlar o tempo de desativação do comutador do lado do primário por meio de sua corrente de carga. Desta maneira, pode ser obtida uma aceleração do processo de ativação, bem como uma aceleração do processo de desativação. O período de desativação do comutador do lado do primário pode ser prolongado através do capacitor de controle de uma maneira particularmente simples. Desta maneira, a potência transferida é ajustada de maneira tal que uma tensão de saída quase independente da carga é produzida. A detecção da tensão de saída no lado do primário é simplificada de maneira tal que a energia transferida é a mesma com cada pulso de modo

que um tempo relativamente longo é sempre obtido, durante o qual a corrente flui no enrolamento secundário. Breves picos de tensão, que surgem devido à indutância dispersa, podem, com a fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com a invenção, ser filtrados por meio de elementos de RC.

Se na unidade de controle do tempo um diodo for empregado, o qual limita a corrente de carga do capacitor de controle durante o tempo de desativação do comutador do lado do primário, a carga do capacitor de controle pode ser impedida e o controle de potência através da duração da desativação pode ser facilitado de uma maneira particularmente eficiente e simples.

Uma corrente de carga controlada para o capacitor de controle pode ser obtida de uma maneira particularmente eficaz por um circuito de controle de corrente de carga, o qual é arranjado entre o terminal de entrada da fonte de alimentação em modo de comutação e o terminal de controle do comutador do lado do primário.

Um circuito de supressão de oscilação pode ser empregado de acordo com um desenvolvimento adicional vantajoso da presente invenção, a fim de suprimir as oscilações não desejadas no circuito de controle do comutador do lado do primário e conseqüentemente aumentar a precisão do controle.

Um circuito de mudança de fase pode ser empregado para a desativação com mudança de fase do comutador do lado do primário para acelerar o processo de desativação do comutador do lado do primário e para aumentar conseqüentemente a eficiência de toda a fonte de alimentação em modo de comutação.

De acordo com uma realização adicional, a unidade de controle de tempo é formada de maneira tal que um sinal de controle pode ser desativado durante um tempo de ativação do

comutador do lado do primário. Desta maneira, pausas variáveis e pulsos constantes podem ser obtidos com um oscilador de funcionamento livre de uma maneira muito eficiente.

5 De acordo com uma realização vantajosa, a fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com a invenção compreende dois enrolamentos auxiliares do lado do primário, os quais também podem controlar o período de desativação do comutador do lado do primário. Desta maneira, podem ser
10 obtidas baixas frequências de comutação a uma carga baixa e uma perda de potência reduzida no circuito aberto. A tensão do secundário pode ser determinada de maneira relativamente precisa nos enrolamentos auxiliares do primário.

15 Se um dos enrolamentos auxiliares for conectado ao comutador do lado do primário através de um diodo e um transistor, então uma corrente pode ser alimentada ao ânodo do diodo para estender o período de ativação do transistor sem afetar o limite de desativação. Durante o período de
20 ativação do comutador do lado do primário, uma tensão negativa é gerada no ânodo do diodo. Alternativamente, o circuito em série de dois diodos ou dois resistores também pode ser utilizado. Um resistor adicional pode ser empregado para limitar a corrente de pico para o diodo.

25 Se um dos enrolamentos auxiliares for conectado através de um segundo diodo a um capacitor de maneira tal que o mesmo pode ser carregado até a tensão a ser regulada no lado do secundário e que, dependendo da tensão aplicada ao capacitor, uma corrente flui através do diodo, um resistor,
30 um terceiro diodo e da junção base-emissor do transistor, o que retarda a ativação do comutador do lado do primário devido ao período de ativação do transistor, um ajuste controlado pela tensão do período de desativação do comutador

do lado do primário pode ser obtido. Os elementos de RC, que são conectados a um terminal de controle do comutador do lado do primário e ao primeiro enrolamento auxiliar, podem facilitar a comutação a uma resistência relativamente baixa no circuito de controle para uma corrente de contenção relativamente baixa. Devido à combinação de um capacitor relativamente grande com um valor de resistência elevado, o comutador do lado do primário pode ser adicionalmente ativado com um retardamento, porque a energia no capacitor só é deteriorada lentamente. Isto facilita a adaptação contínua à carga.

Uma melhoria nas propriedades de controle com uma carga muito baixa é possível com o auxílio de um circuito de proteção contra sobretensão. Devido a este circuito, os capacitores do controle são com uma tensão de saída crescente descarregados mais rapidamente e carregados mais lentamente. Conseqüentemente, períodos muito longos de pausa são possíveis, os quais são estendidos automaticamente com o aumento da tensão de saída. Esse circuito age como uma proteção contra sobretensão e impede uma elevação perigosa da tensão de saída com uma simples falha.

De acordo com uma realização vantajosa, o circuito de controle de corrente de carga compreende um primeiro diodo Zener, o qual é conectado através de um resistor à base de um transistor de controle de maneira tal que o período de ligação do transistor de controle retarda a desativação do comutador do lado do primário. Desta maneira, um princípio de funcionamento é obtido, o qual corresponda essencialmente àquele descrito acima, por meio do qual, entretanto, o controle da corrente de carga para o capacitor de controle pode ser realizado de uma maneira mais simples. Uma vantagem significativa é um requisito de componente reduzido.

Além disso, a desativação do comutador principal

pode ser afetada por um diodo Zener, o qual limita a tensão no circuito em série da junção base-emissor do comutador principal com um resistor. Quando a tensão de Zener é atingida, o fluxo da corrente através do comutador do lado do primário não pode se levantar mais. Conseqüentemente, a tensão no transformador é reduzida e a realimentação de retorno direto provoca uma desativação rápida.

A dependência na temperatura da corrente de saída pode ser reduzida de uma maneira simples por meio de um circuito de compensação de temperatura.

De acordo com um desenvolvimento adicional vantajoso da presente invenção, o controle da tensão pode ser efetuado ao se utilizar um opto-acoplador e um circuito de controle do lado do secundário. Aqui, o opto-acoplador é controlado de maneira tal que ele conduz quando a tensão do controle suplanta o seu limite. Desta maneira, a fonte de alimentação em modo de comutação funciona à frequência máxima, por meio do que a frequência é limitada por um resistor conectado em série com o opto-acoplador. Ao atingir a tensão de controle, o opto-acoplador bloqueia até o ponto que a frequência de comutação é reduzida até a frequência que é requerida para manter a tensão de controle na saída. Se o opto-acoplador for bloqueado completamente, a frequência de comutação retorna à frequência mínima na qual somente uma potência muito baixa é transferida. Nesse estado, a potência tomada pelo circuito é muito baixa e, portanto, é possível, apesar da potência de entrada muito baixa do circuito aberto, manter a ondulação residual de tensão relativamente baixa também no circuito aberto.

Uma limitação da corrente pode ser realizada neste caso no lado do secundário, ao se utilizar o mesmo opto-acoplador empregado. Alternativamente, o limite da corrente também pode ser realizado no lado do primário. Aqui, uma

tensão de um enrolamento auxiliar, que é proporcional à tensão da saída, é utilizada para o controle do comutador do lado do primário (através do opto-acoplador e do resistor em série). Em consequência disto, a corrente de carga do capacitor de controle diminui com a queda da tensão de saída e a frequência cai. Uma potência mais baixa é transferida e a corrente de saída, por exemplo, permanece quase constante. Várias características de saída são possíveis através de um dimensionamento diferente. Uma característica comum é que a corrente de curto-circuito é muito baixa, porque o opto-acoplador é bloqueado no curto-circuito. Além dos custos baixos e de um controle de tensão de saída preciso, essa realização também oferece a vantagem de uma proteção de baixa potência de circuito aberto e proteção contra curto-circuito.

A invenção é explicada mais detalhadamente a seguir com base nas realizações ilustradas nos desenhos em anexo. Os detalhes similares ou correspondentes recebem os mesmos símbolos da referência nas figuras, nas quais:

a Figura 1 mostra um diagrama de blocos de uma fonte de alimentação em modo de comutação primária de acordo com a presente invenção;

a Figura 2 mostra um diagrama de circuito de uma fonte de alimentação em modo de comutação primária de acordo com uma primeira realização;

a Figura 3 mostra um diagrama de circuito de uma fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com uma segunda realização;

a Figura 4 mostra um diagrama de circuito de uma fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com uma terceira realização;

a Figura 5 mostra um diagrama de circuito de uma fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com uma quarta realização;

a Figura 6 mostra um diagrama de circuito de uma fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com uma quinta realização.

5 A Figura 1 mostra esquematicamente um diagrama de blocos de uma fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com a presente invenção.

A tensão alternada U_{IN} , a qual pode, por exemplo, ser a tensão da rede de distribuição, é aplicada à entrada da fonte de alimentação em modo de comutação 100. Na Europa, a
10 tensão da rede de distribuição varia entre uma tensão alternada de 180 V a 264 V e na América entre uma tensão alternada de 90 V a 130 V. A tensão de entrada é retificada e estabilizada no bloco 102. Além disso, é assegurado que os sinais de interferência, que são gerados na fonte de
15 alimentação em modo de comutação, não alcancem a rede de tensão alternada. O enrolamento 110 do lado do primário do transformador de isolamento 108 e o comutador 104 do lado do primário, que é neste caso um transistor, formam um circuito em série, o qual é conectado à tensão de entrada retificada.
20 O comutador 104 do lado do primário interrompe a corrente, a qual flui através do enrolamento 110 do lado do primário, de acordo com os sinais de controle do circuito de controle 106. Os pulsos de comutação passados do circuito de controle à entrada do controle do comutador 104 do lado do primário são
25 controlados pelo bloco 116, sendo que a variável controlada é gerada com a ajuda de um enrolamento auxiliar 114 do transformador 108. Aqui, as duas trajetórias de sinais 120 e 122 referem-se a duas funções significativas do bloco 116: Primeiramente, o sinal 120 "bombeia" o circuito de controle
30 106 para manter a oscilação funcionando livremente. Em segundo lugar, a trajetória de sinal 122 controla o circuito de controle 106 de maneira tal que as mudanças no ciclo de comutação afetam a potência elétrica, a qual é passada para o

transformador 108, na maneira desejada.

De acordo com a invenção, o circuito de controle 106 contém uma unidade de controle de tempo 107 para isto, o que assegura que os períodos de pausa (ou também os tempos de
5 desativação), em que o comutador 104 do lado do primário está aberto, sejam combinados na extensão com a potência requerida. A energia, que é fornecida ao transformador durante cada fase de ativação do comutador do lado do primário, permanece sempre a mesma.

10 O enrolamento 112 do lado do secundário do transformador 108 é, tal como pode ser observado na Figura 1, conectado a um bloco 118, o qual gera a tensão U_{OUT} do lado do secundário e opcionalmente estabiliza a mesma.

A seguir, o princípio funcional da realização,
15 desenhado esquematicamente na Figura 1, da fonte de alimentação em modo de comutação eletricamente isolada de acordo com a invenção é explicado mais detalhadamente.

O circuito de controle 106 controla o comutador 104 do lado do primário de maneira tal que ele é colocado
20 alternadamente no estado de condução e de não condução. Devido à tensão fornecida pelo bloco 102, uma corrente sempre flui para o enrolamento 110 do lado do primário quando o comutador 104 do lado do primário está no estado de condução. Uma mudança na corrente armazena energia no campo magnético
25 do transformador 108. Quando o comutador 104 do lado do primário é bloqueado, a energia armazenada no campo magnético é liberada principalmente através do enrolamento 112 do lado do secundário e no bloco 118, o que gera e estabiliza a tensão secundária. Uma pequena parcela da energia é liberada
30 através do enrolamento auxiliar 114 no bloco 116. Isto gera uma tensão auxiliar como uma variável controlada. A energia é liberada periodicamente, mas devido à retificação e à filtragem, uma tensão essencialmente retificada pode ser

gerada como uma tensão auxiliar. Uma vez que o acoplamento magnético entre os vários enrolamentos do transformador 108 é constante e não depende do valor da corrente ou da tensão, o valor da tensão auxiliar é proporcional ao valor da tensão secundária e conseqüentemente ao valor da tensão de saída.

Por meio da unidade de controle de tempo 107, o período de desativação do comutador 104 do lado do primário pode ser ajustado de maneira tal que a energia alimentada no transformador depende da tensão de saída. Conseqüentemente, a potência transferida é ajustada de maneira tal que uma tensão quase independente da carga de saída U_{OUT} é produzida. A detecção da tensão de saída no lado do primário é simplificada de maneira tal que a energia transferida é a mesma com cada pulso de modo que um tempo relativamente longo é sempre obtido, durante o qual a corrente flui no enrolamento secundário 114.

Um diagrama de circuito de uma realização possível da fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com a presente invenção é mostrado na Figura 2. A característica principal desse circuito é que o período de desativação do comutador do lado do primário, neste caso o transistor T12, pode ser estendido através do controle apropriado do transistor T11.

Depois de ser aplicada a tensão de entrada U_{IN} aos terminais K11 e K12, o capacitor C15 é carregado através dos resistores R11 e R12. Com uma tensão suficiente, uma corrente flui através do resistor R18, da junção base-coletor do transistor T11, do resistor R20, da junção base-emissor do transistor T12, do resistor R23 e do diodo D17. Conseqüentemente, o comutador T12 do lado do primário é acionado aberto e uma corrente flui através do enrolamento principal primário do transformador W10 (terminal 4 / terminal 1). No enrolamento auxiliar do transformador

(terminal 3 / terminal 2) uma tensão é induzida, a qual provoca a realimentação de retorno direto através do capacitor C15, do resistor R23 e do capacitor C14, acelerando o processo de ativação do comutador T12 do lado do primário.

5 Agora a corrente aumenta, a qual flui através do enrolamento principal do lado do primário, do comutador T12 do lado do primário, do resistor R23 e do diodo D17. Conseqüentemente, a tensão também aumenta, a qual cai através do resistor R23, e conseqüentemente também a tensão da base-emissor do transistor T13. Quando a tensão da base-emissor do transistor T13 excede a tensão limite, a junção coletor-emissor de T13 passa a conduzir e o transistor T12 é conseqüentemente desligado. Isso interrompe o fluxo de corrente no enrolamento do lado do primário do transformador e as tensões nos enrolamentos do transformador invertem devido à auto-indutância. Uma corrente induzida flui no enrolamento do lado do secundário bem como no enrolamento auxiliar.

15 A corrente no enrolamento do lado do secundário carrega o capacitor C100, gerando uma tensão, a qual pode ser utilizada na saída. A corrente no enrolamento auxiliar carrega o capacitor C15 através do diodo D15 e do resistor R13 até uma tensão que corresponde à tensão no capacitor C100, tal como convertida através da razão de enrolamento entre o enrolamento auxiliar e o enrolamento secundário. Isto significa que uma imagem da tensão da saída através do capacitor C100 é gerada no capacitor C15. A corrente no enrolamento auxiliar também provoca, através do capacitor C14, uma aceleração da desativação do transistor T12.

30 Quando a tensão através do capacitor C15 é mais baixa do que a soma das tensões limite do diodo D16 e do transistor T10, o transistor T10 é bloqueado e o transistor T11 passa a conduzir de modo que o capacitor C14 é carregado

rapidamente através do circuito em série do resistor R18, do transistor T12 e do resistor R20. Desta maneira, o comutador T12 do lado do primário é outra vez ativado após uma pausa curta e começa um ciclo novo.

5 Se a tensão em C15 exceder a soma das tensões limite do diodo D16 e do transistor T10, o transistor T10 passa a conduzir e reduz a corrente da base do transistor T11 de maneira tal que limita a corrente de carga do capacitor C14, estendendo, portanto, o período de desativação do
10 comutador T12 do lado do primário.

 Com o circuito ilustrado é, portanto, possível, de uma maneira particularmente simples, adaptar a potência transferida à tensão de saída independentemente da carga conectada mediante o ajuste do período de desativação. Tal
15 como já foi mencionado, a detecção da tensão de saída é simplificada de maneira tal que a energia transferida é a mesma com cada pulso de modo que um tempo relativamente longo é sempre obtido, durante o qual a corrente flui no enrolamento secundário. Os picos de tensão curtos, que
20 ocorrem devido às indutâncias dispersas, podem ser filtrados com os elementos de RC apropriadamente dimensionados R13, C13, R14, D14, tal como ilustrado na Figura 3. Conseqüentemente, a tensão de imagem no capacitor C15 representa uma réplica muito exata da tensão através do
25 capacitor C100.

 Uma limitação da corrente de saída resulta da frequência máxima que pode ser ajustada por meio dos resistores R18 e R20. Isto define o ponto de potência máxima. Quando o ponto de potência máxima é excedido, a tensão de
30 saída cai e, portanto, também diminui a tensão através do capacitor C15. Conseqüentemente, a corrente através dos resistores R18 e R20 também cai e como conseqüência disto a frequência e a potência transferidas são reduzidas. Ao mudar

a razão dos valores de resistência R18 a R20, a dependência da corrente de saída na tensão da saída pode ser ajustada de maneira tal que características diferentes são possíveis.

Entretanto, a realização mostrada na Figura 2 ainda
5 exibe uma dependência da corrente de saída na tensão de entrada, porque os tempos de retardo no comutador T12 do lado do primário causam uma corrente primária máxima dependente da tensão de entrada.

Isto pode ser contra-atacado uma vez que, tal como
10 mostrado na Figura 3 que mostra uma segunda realização da fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com a invenção, um capacitor C17 é conectado ao emissor do comutador do lado do primário. Neste caso, o capacitor C18 pode ser substituído por um resistor. Quanto ao restante, na
15 Figura 3 os componentes com as mesmas designações que aqueles na Figura 2 recebem os mesmos símbolos de referência.

Quando, com o comutador T12 do lado do primário desligado, a corrente secundária diminuiu até zero, uma
20 tensão ao nível da tensão de saída U_{out} adicionada à tensão de avanço do diodo D100 está presente no enrolamento do lado do secundário. As capacitâncias parasíticas são carregadas com esta tensão. Com o transformador W10, essas capacitâncias formam um circuito oscilante e a oscilação, que é causada pela energia armazenada nas capacitâncias parasíticas, pode,
25 sob algumas circunstâncias fazer com que o transistor T12 seja outra vez ativado prematuramente. Isto leva por sua vez a um desvio breve do controle e, portanto, a uma maior ondulação residual na tensão de saída U_{OUT} . Para impedir isto, a tensão do enrolamento auxiliar é, de acordo com a
30 realização expandida mostrada na Figura 3, passada para o capacitor C14 através de um filtro formado pelo capacitor C13, resistor R14, diodo D14 e resistor R13.

Adicionalmente, na Figura 3, é empregado o elemento

de retardo formado pelo capacitor C16, resistor R21, resistor R22 e capacitor C18, o qual retarda a elevação da tensão da base-emissor no transistor T13 devido à elevação da tensão através do resistor R23. Esse elemento de retardo não é
5 essencial para a função do circuito, mas ele aumenta a eficiência, porque o processo de desativação do transistor T12 é acelerado devido à mudança de fase.

De acordo com uma realização adicional, a qual é mostrada na forma de um diagrama de circuito na Figura 4, um
10 segundo enrolamento auxiliar pode ser empregado para o controle da potência.

A fonte de alimentação em modo de comutação mostrada na Figura 4 com separação galvânica entre as seções primária e secundária também representa um conversor de
15 retorno de funcionamento livre. Com o enrolamento auxiliar W10 3-6 do lado do primário adicional, uma tensão negativa é gerada através do resistor R124 durante o período de ligação do comutador T110 do lado do primário no ânodo do diodo D119. (Um diodo também pode ser utilizado em vez do resistor R124.)
20 Conseqüentemente, no ânodo do diodo D119 pode ser aplicada uma corrente, com o que o período de ligação do transistor T111 é prolongado sem o limite de desativação ser afetado.

Dessa maneira, o controle do período de desativação do transistor T110 é possível. Isto leva a uma frequência
25 baixa de comutação na carga baixa, e a perda de potência no circuito aberto e na carga baixa é reduzida. A tensão secundária pode ser determinada de maneira relativamente precisa com o auxílio dos enrolamentos auxiliares primários.

Uma limitação simples da tensão pode ser conseguida
30 por meio do diodo D120, do resistor R129, do capacitor C119 e do diodo D121. O elemento de RC R125, C118 aqui filtra os picos de tensão induzida da indutância dispersa, melhorando as características de controle. O resistor R125 propicia a

limitação de pico de corrente para proteger o diodo D121.

O circuito paralelo dos elementos de RC C113, R115 e C114, R116 fornece uma comutação de baixa resistência do transistor T111 com uma corrente de contenção relativamente
5 baixa. Além disso, devido à combinação de um capacitor C114 relativamente grande e um grande valor de resistência R116, o transistor T110 pode ser ativado com um retardo, porque a energia no capacitor C114 só é reduzida lentamente. Desta maneira, ocorre uma adaptação contínua da duração da pausa
10 para a carga.

Uma melhoria nas características de controle na carga muito baixa pode ser obtida na realização ilustrada com o auxílio do diodo D114, do capacitor C117, do diodo D115 e do resistor R120 ou do diodo D116. Devido a esse circuito,
15 aos capacitores C113 e a C114 são descarregados mais rapidamente e carregados mais lentamente. Conseqüentemente, períodos de pausa muito longos são possíveis, os quais são estendidos automaticamente com o aumento da tensão de saída. Esse circuito também age como uma proteção contra sobretensão
20 e impede uma elevação perigosa na tensão de saída U_{out} com uma falha simples.

Com a ajuda do elemento de RC R114, C116, os picos de tensão induzida da indutância dispersa podem ser filtrados, por meio do que as características de controle
25 podem ser melhoradas ainda mais.

Para reduzir a dependência da corrente de saída na tensão de saída, o limite de ativação do transistor T111 pode ser combinado através do resistor R118.

Além disso, com a ajuda do resistor R123 e do diodo
30 D118, o limite de ativação do transistor T111 pode ser combinado para reduzir a dependência da corrente de saída na tensão de entrada.

Finalmente, na realização ilustrada na Figura 4 é

empregado um circuito de compensação de temperatura, o qual compreende o transistor T112, o resistor R128 e o resistor R127, para reduzir a dependência da temperatura na corrente de saída.

5 Uma realização adicional da fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com a invenção é explicada a seguir com referência à Figura 5. Aqui, o princípio de funcionamento do circuito ilustrado é o mesmo que aquele dos circuitos das Figuras 2 e 3 com a diferença que o circuito de
10 acordo com a Figura 5 requer substancialmente poucos componentes, porque o controle da corrente de carga para o capacitor de controle C213 é executado de uma maneira mais simples. A desativação do comutador T12 do lado do primário ocorre através de um diodo Zener D214, o qual limita a tensão
15 no circuito em série da junção base-emissor do comutador T12 do lado do primário e do resistor R220. Ao atingir a tensão Zener, o fluxo de corrente através do transistor T210 não pode aumentar mais e conseqüentemente a tensão no transformador cai e a realimentação de retorno direto faz com
20 que o comutador T12 do lado do primário desligue rapidamente.

 Com referência à Figura 6, uma realização adicional da fonte de alimentação em modo de comutação de acordo com a invenção é agora descrita, na qual um opto-acoplador adicional é utilizado para a realimentação de retorno da
25 tensão da saída para o lado do primário. Vários circuitos para fontes de alimentação em modo de comutação são conhecidos com baixas potências de entrada de circuito aberto, os que desligam a seção primária da fonte de alimentação através de um opto-acoplador com a suplantação de
30 uma potência de saída definida, facilitando desse modo uma potência de entrada muito baixa. Uma desvantagem desse princípio conhecido, entretanto, é que a tensão de saída compreende uma tensão de ondulação residual muito grande no

circuito aberto.

Com uma fonte de alimentação em modo de comutação tal como mostrado na Figura 6, o controle da tensão pode ser realizado ao se utilizar o opto-acoplador IC10 e um circuito de controle do lado do secundário. Aqui, o opto-acoplador IC10 é controlado de maneira tal que ele conduz quando a tensão de controle suplanta o seu limite. Desta maneira, a fonte de alimentação em modo de comutação opera abaixo da tensão de controle à frequência máxima, por meio do que a frequência é limitada por um resistor R415 ligado em série com o opto-acoplador IC10. Ao atingir a tensão de controle, o opto-acoplador IC10 bloqueia até um ponto que a frequência de comutação é reduzida à frequência que é requerida para manter a tensão de controle na saída. Se o opto-acoplador IC10 for bloqueado completamente, a frequência de comutação reverte para a frequência mínima na qual somente uma potência muito baixa é transferida. Nesse estado, a energia consumida pelo circuito é muito baixa. Desta maneira, é possível manter a ondulação residual da tensão relativamente baixa apesar da potência de entrada muito baixa do circuito aberto.

Uma limitação da corrente pode ser obtida neste caso no lado do secundário ao se utilizar o mesmo opto-acoplador IC10.

Alternativamente, a limitação da corrente também pode ser obtida no lado do primário. Aqui, uma tensão do enrolamento auxiliar W10 2-3, que é proporcional à tensão de saída, é utilizada para o controle do comutador T12 do lado do primário através do opto-acoplador IC10 e do resistor em série R415. Como consequência disto, a corrente de carga do capacitor C414 reduz com a queda da tensão de saída e a frequência cai. Uma potência mais baixa é transferida e a corrente de saída permanece quase constante. Várias características de saída são possíveis através de

dimensionamentos diferentes. Uma característica comum é que a corrente de curto-circuito é muito baixa, porque o opto-acoplador é bloqueado no curto-circuito.

5 Ao contrário dos métodos conhecidos em que opto-acopladores são empregados, neste caso a frequência mínima e, portanto, a potência mínima são obtidas com um opto-acoplador bloqueado e a frequência máxima é obtida com um opto-acoplador condutor. O controle da corrente é afetado por meio do controle da frequência de comutação dependente da tensão
10 de saída que é transferida por um enrolamento auxiliar.

REIVINDICAÇÕES

1. Fonte de alimentação em modo de comutação simples com limitação de corrente e tensão, com um lado do primário e um lado do secundário e com um transformador (108; 5 W10) com um enrolamento do lado do primário (110), um enrolamento do lado do secundário (112) e pelo menos um enrolamento auxiliar (114), sendo que o enrolamento do lado do primário (110) e o enrolamento auxiliar (114) são conectados ao lado do primário e o enrolamento do lado do 10 secundário (112) é conectado ao lado do secundário,

um comutador (104; T12) do lado do primário, o qual é conectado ao enrolamento (110) do lado do primário a fim de interromper um fluxo de corrente através do enrolamento (110) do lado do primário,

15 um circuito de controle de oscilação livre (106) para a geração de pulsos de comutação para controlar o comutador (104; T12) do lado do primário,

um circuito (116) para gerar uma tensão de imagem entre os terminais do enrolamento auxiliar (114), a fim de 20 gerar uma tensão de imagem a qual, no lado do primário replica uma tensão a ser controlada no lado do secundário, caracterizada pela fonte de alimentação em modo de comutação compreender adicionalmente uma unidade de controle de tempo (107), a qual é acoplada ao comutador (104; T12) do lado do 25 primário de maneira tal que a duração de um período de desativação do comutador (104; T12) do lado do primário pode ser ajustada dentro de um ciclo de comutação.

2. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada pela unidade de 30 controle de tempo (107) compreender um capacitor de controle (C14; C213), e o tempo de desativação do comutador (T12) do lado do primário pode ser ajustado pela corrente de carga do dito capacitor de controle.

3. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizada pela unidade de controle de tempo (107) compreender um diodo (D17), o qual é arranjado entre o comutador (T12) do lado do primário e um terminal da entrada (K12) da fonte de alimentação em modo de comutação de maneira tal que a corrente de carga do capacitor de controle (C14; C213) pode ser limitada durante o tempo de desativação do comutador do lado do primário.

4. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizada pela corrente de carga do capacitor de controle (C14) poder ser controlada por um circuito de controle de corrente de carga (R15, D16, R17, T10, R19, T11, R16, R20, R16), o qual é arranjado entre o terminal de entrada (K12) da fonte de alimentação em modo de comutação e um terminal de controle do comutador (T12) do lado do primário.

5. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo circuito de controle de corrente de carga compreender dois amplificadores (T10, T11), os quais são ligados em série.

6. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizada por um circuito de supressão de oscilação (C13, R14, D14, R13) ser conectado ao enrolamento auxiliar de maneira tal que as oscilações não desejadas no circuito de controle do comutador do lado do primário são suprimidas.

7. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizada por um circuito de mudança de fase (T13, C16, R21, C18, R22) ser empregado para a desativação com mudança de fase do comutador do lado do primário.

8. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7,

caracterizada pela unidade de controle de tempo ser adaptada para desativar um sinal de controle durante um periodo de ligação do comutador (T110) do lado do primário.

5 9. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por compreender dois enrolamentos auxiliares (W10 3-6, W10 2-5) do lado do primário.

10 10. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com a reivindicação 9, caracterizada por um dos enrolamentos auxiliares (W10 3-6) ser conectado ao comutador (T110) do lado do primário através de um resistor (R124), um diodo (D119) e um transistor (T111).

15 11. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com a reivindicação 10, caracterizada por um dos enrolamentos auxiliares (W10 3-6) ser conectado através de um segundo diodo (D121) a um capacitor (C119) de maneira tal que ele pode ser carregado até a tensão a ser controlada no lado do secundário e que, dependendo da tensão presente no capacitor (C119), uma corrente flui através do diodo (D119),
20 do resistor (R129), de um terceiro diodo (D120) e da junção base-emissor do transistor (T111), o que retarda a ativação do comutador (T110) do lado do primário devido à duração de ativação do transistor (T111).

25 12. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, caracterizada pelo circuito de controle compreender um circuito da proteção contra sobretensão (D114, C117, D115, R120, D116).

30 13. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com a reivindicação 4, caracterizada pelo circuito de controle de corrente de carga compreender adicionalmente um primeiro diodo Zener (D213), o qual é conectado através de um resistor (R215) à base de um transistor de controle (T210) de

maneira tal que a duração de ativação do transistor de controle (T210) retarda a ativação do comutador (T12) do lado do primário.

14. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo circuito de controle de corrente de carga compreender adicionalmente um segundo diodo Zener (D214), o qual é conectado em paralelo ao circuito em série da junção base-emissor do comutador (T12) do lado do primário e um resistor (R420) conectado ao emissor do comutador (T12) do lado do primário.

15. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizada por compreender adicionalmente um circuito de compensação de temperatura (T111, R126, R127, R128, T112) para compensar a temperatura do limite de comutação do comutador (T110) do lado do primário.

16. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 15, caracterizada por compreender adicionalmente um opto-acoplador (IC10) para ser a realimentação de uma tensão do lado do secundário ao circuito primário.

17. Fonte de alimentação em modo de comutação, de acordo com a reivindicação 16, caracterizada pelo opto-acoplador (IC10) ser conectado de maneira tal que, com o opto-acoplador em um estado de bloqueio, uma potência mínima pode ser transferida, e no estado de condução uma potência máxima pode ser transferida.

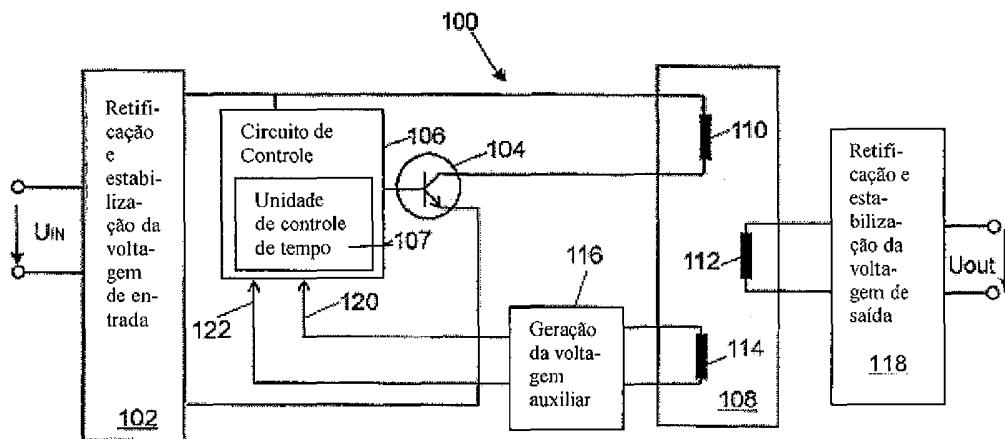


FIG. 1

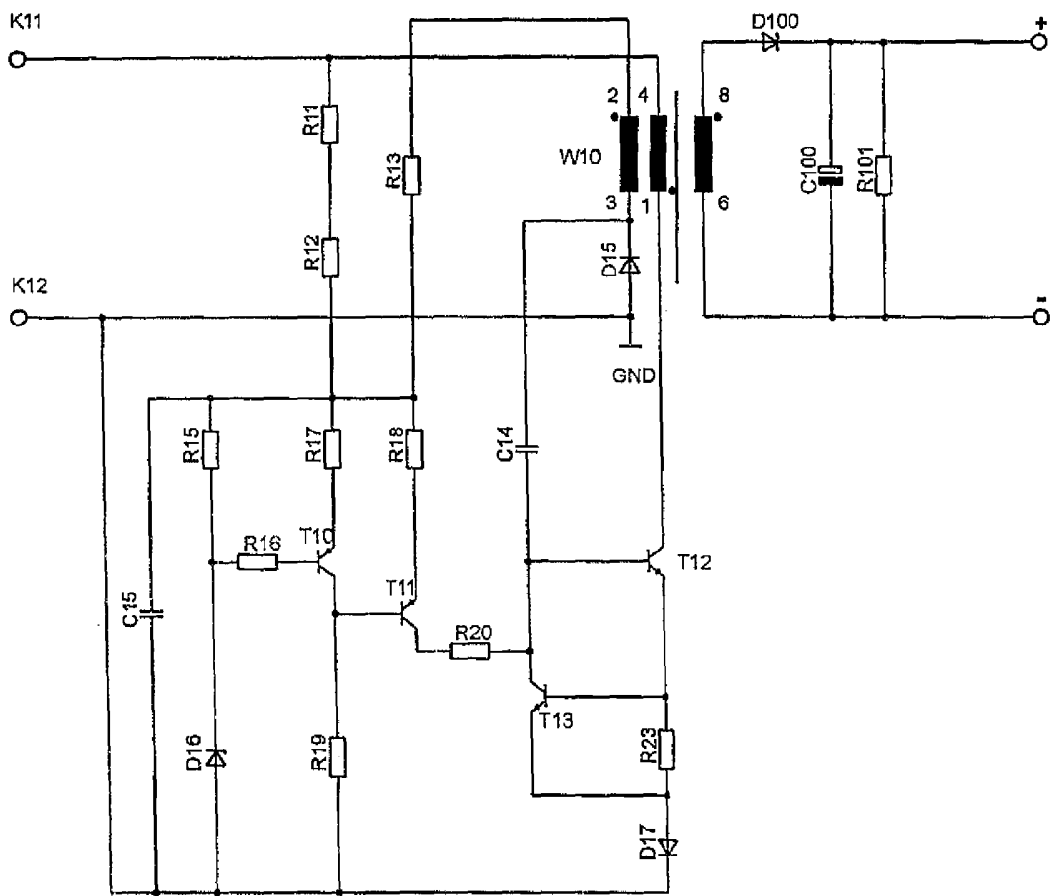


FIG. 2

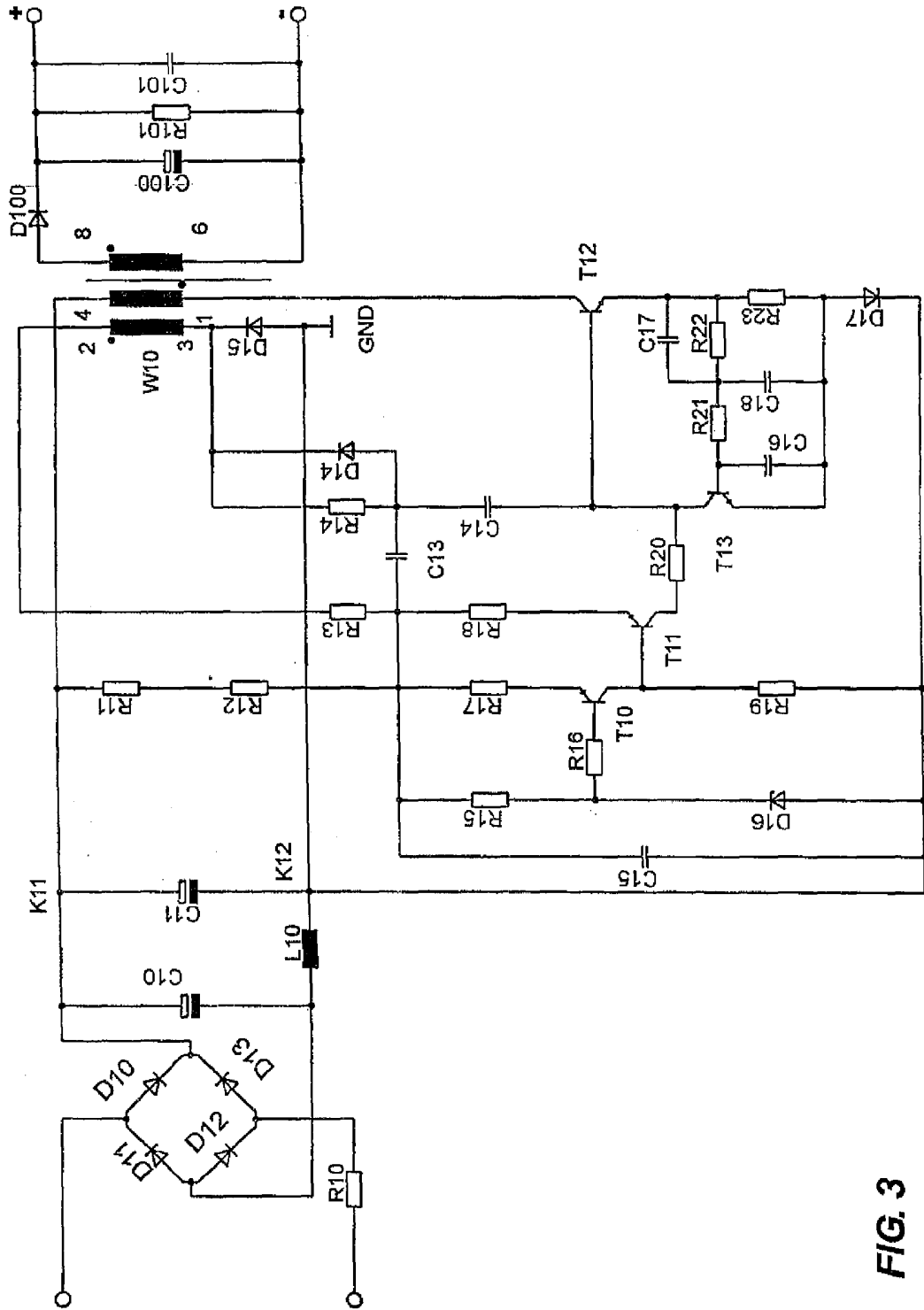


FIG. 3

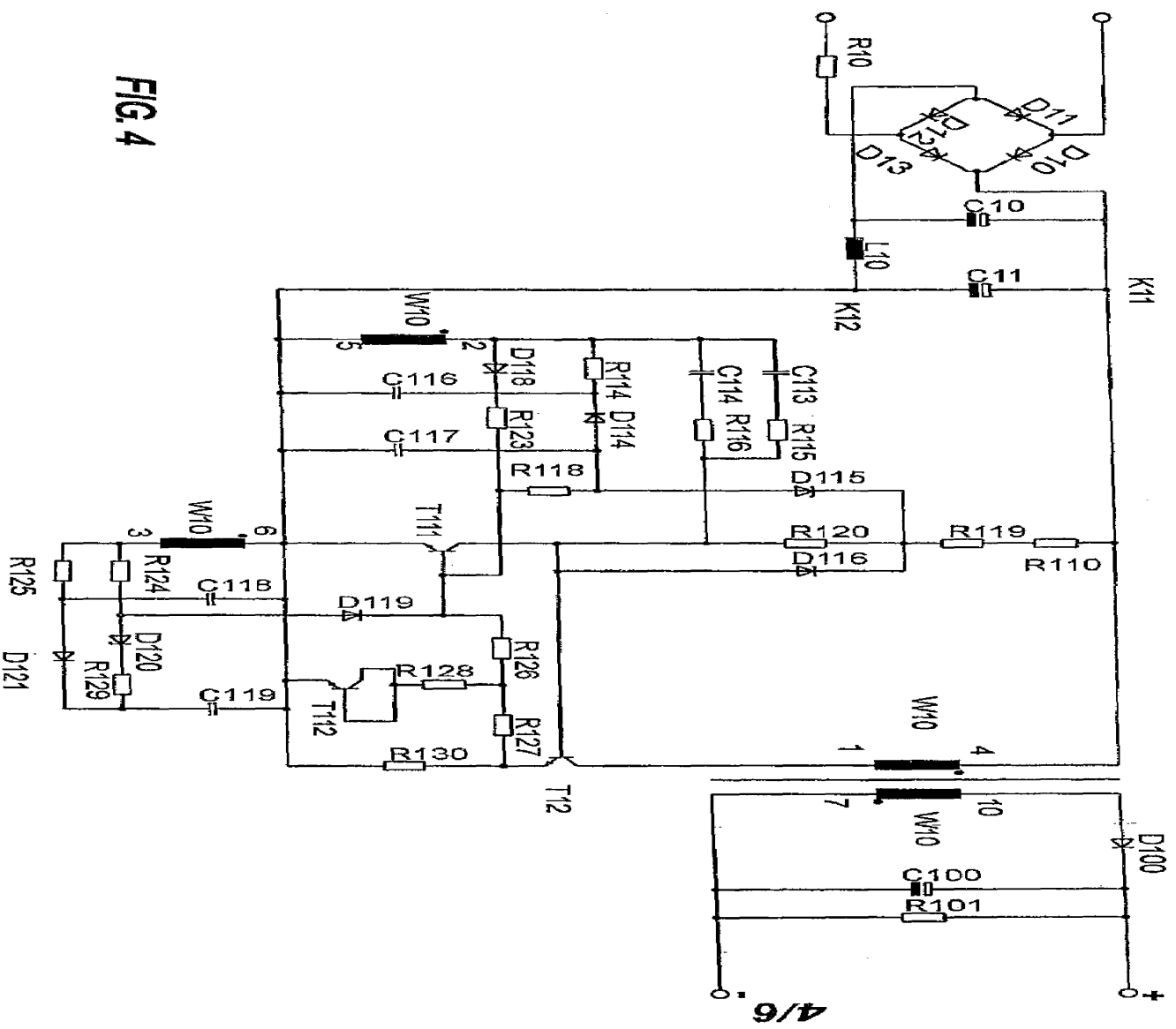


FIG. 4

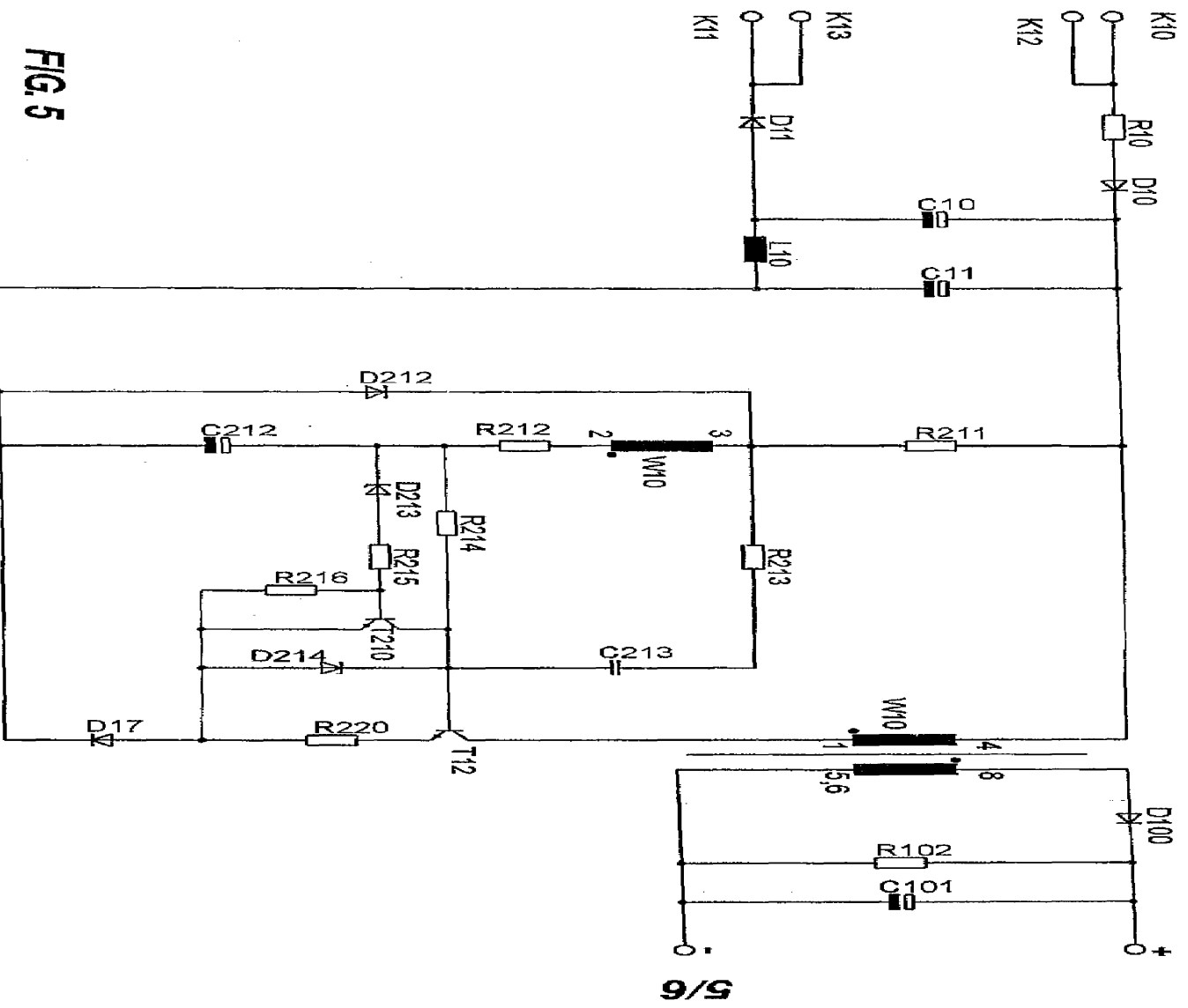


FIG. 5

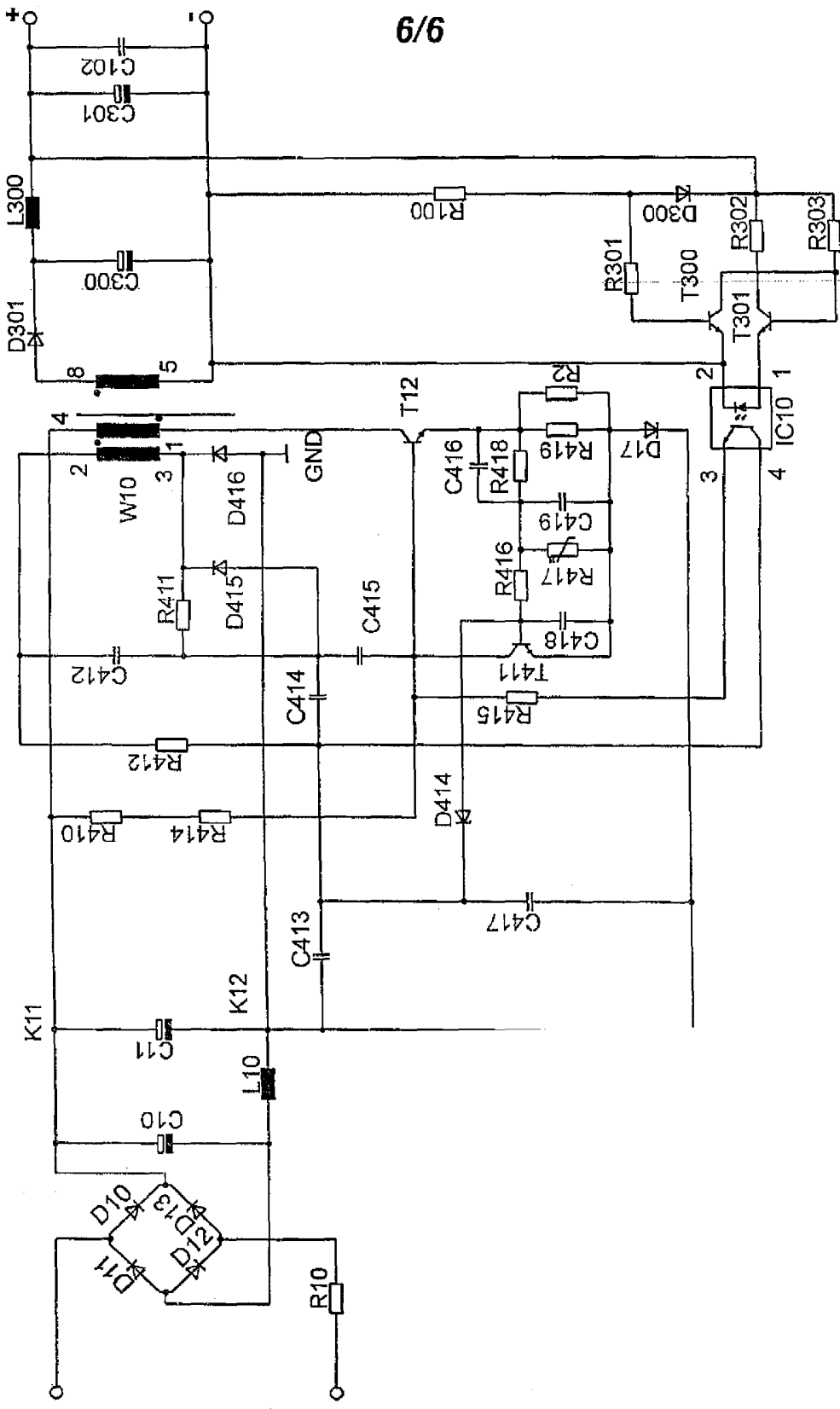


FIG. 6

RESUMOFONTE DE ALIMENTAÇÃO EM MODO DE COMUTAÇÃO SIMPLES
COM LIMITAÇÃO DE CORRENTE E TENSÃO

A presente invenção refere-se a uma fonte de
5 alimentação em modo de comutação controlada no primário do
tipo de um conversor de retorno de funcionamento livre, a
qual compreende um transformador com um enrolamento do lado
do primário, um enrolamento do lado do secundário e pelo
menos um enrolamento auxiliar. A fonte de alimentação em modo
10 de comutação compreende um comutador do lado do primário, o
qual é conectado ao enrolamento do lado do primário, a fim de
interromper uma corrente que flui através do enrolamento do
lado do primário, um circuito de oscilação livre para a
geração de pulsos de comutação, os quais ativam o comutador
15 do lado do primário, e um circuito para gerar uma tensão de
imagem entre os terminais do enrolamento auxiliar, a fim de
gerar uma tensão de imagem, a qual no lado do primário forma
uma tensão a ser regulada no lado do secundário. A fim de
obter uma fonte de alimentação em modo de comutação desse
20 tipo que com uma complexidade reduzida permite uma melhor
característica de controle e uma maior flexibilidade no que
diz respeito aos parâmetros operacionais, a fonte de
alimentação em modo de comutação compreende adicionalmente
uma unidade de controle de tempo, a qual é acoplada ao
25 comutador do lado do primário de maneira tal que a duração de
um período de desativação do comutador do lado do primário
pode ser ajustada dentro de um ciclo de comutação.