

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

(21) **PI0609490-2 A2**

(22) Data de Depósito: 30/03/2006
(43) Data da Publicação: 11/10/2011
(RPI 2127)



(51) *Int.Cl.:*
H02M 9/02
H02M 5/10
H02M 7/523
H02M 3/335

(54) **Título:** CIRCUITO DE COMUTAÇÃO E MÉTODO DE COMUTAÇÃO DE CIRCUITO TRANSISTORIZADO

(30) **Prioridade Unionista:** 01/04/2005 US 11/097525

(73) **Titular(es):** Thermatool Corp.

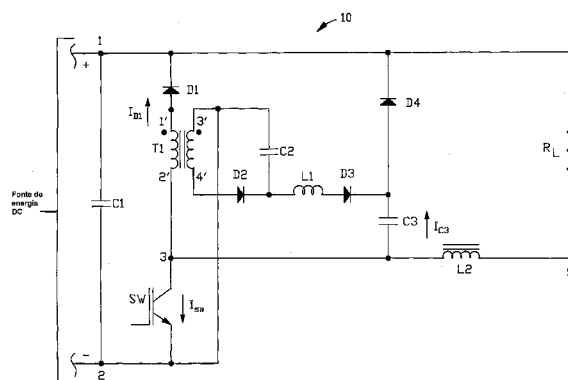
(72) **Inventor(es):** THOMAS G. LEE

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & CIA.

(86) **Pedido Internacional:** PCT US2006011557 de 30/03/2006

(87) **Publicação Internacional:** WO 2006/107688de 12/10/2006

(57) **Resumo:** CIRCUITO DE COMUTAÇÃO E MÉTODO DE COMUTAÇÃO DE CIRCUITO TRANSISTORIZADO. Um circuito de comutação de transistor utiliza um transformador em série com o dispositivo de comutação de circuito pelo qual a energia inicialmente armazenada no primário do transformador é recuperada no conjunto de circuito ressonante conectado com o secundário do transformador para transferência da energia para a carga quando o dispositivo de comutação não está conduzindo.





“CIRCUITO DE COMUTAÇÃO E MÉTODO DE COMUTAÇÃO DE CIRCUITO TRANSISTORIZADO”

Campo da Invenção

A presente invenção trata de um circuito de comutação de transistor que tem perdas de circuito de comutação relativamente baixas e reduzida deformação de ativação/desativação do circuito de comutação de transistor e do diodo livre associado.

Fundamentos da Invenção

Existem três processos genericamente aceitos para reduzir as perdas por comutação associadas com um dispositivo de comutação de transistor: (1) uso de comutação do modo ressonante; (2) uso de um circuito amortecedor ativo; e (3) uso de um indutor em série com o dispositivo de comutação e de um capacitor amortecedor em paralelo com o dispositivo de comutação.

A comutação de modo ressonante ativa o dispositivo de comutação por um período de tempo fixo. A potência de saída é controlada variando a frequência operacional do dispositivo de comutação. Todavia, o variar a frequência operacional é mais provável excitar determinadas oscilações de circuito de energia parasíticas. Variar a frequência operacional também torna mais difícil a filtração de tensão de crista ou da corrente de ondulação.

O uso de um circuito amortecedor ativo, que inclui componentes elétricos adicionais, dissipadores de calor e componentes de circuito de controle, aumenta o custo e a complexidade do circuito de comutação.

A figura 1 ilustra uma fonte de alimentação da modalidade redutora (de compensação) 101 utilizando um circuito de comutação com dispositivo comutador SW e indutor em série L10. O dispositivo comutador SW pode ser qualquer dispositivo de comutação de transistor apropriado, tal

como um transistor bipolar, um transistor bipolar de porta isolada (IGBT) ou transistor de efeito de campo. Os terminais 1 e 2 são conectados com a saída de uma fonte de energia apropriada (não ilustrada na figura). O capacitor C10 atua como um filtro de ondulação de CA para a tensão de saída da fonte de CC. O diodo livre D10 que é selecionado de uma classe de diodos comumente conhecida como diodos de recuperação rápida, fornece fluxo de corrente ao indutor em série L20 quando o dispositivo SW é desativado. O diodo D_S , resistor R_S e capacitor C_S formam um circuito amortecedor que conduz corrente quando o dispositivo SW é inicialmente desativado. A carga R_L é conectada com os terminais 4 e 5. O uso do indutor em série L10 reduz a tensão sobre o dispositivo comutador SW prevenindo simultânea alta tensão e corrente elevada durante o período de ativação crítico do dispositivo comutador. Adicionalmente o indutor em série reduz a deformação sobre o diodo amortecedor D10 controlando a taxa de alteração da corrente inversa quando o diodo efetua a transição de polarização do sentido condutivo para polarização inversa e. descontinua a condução de corrente. Todavia, o indutor em série tem efeitos negativos quando o dispositivo comutador SW desliga. O indutor em série L10 causa uma alta tensão a se apresentar através do dispositivo comutador SW durante o desligamento. O indutor L10 também reduz a taxa de alteração de corrente no diodo livre D10 após o dispositivo comutador desligar. Isto resulta no diodo D10 não conduzir a corrente plena após o dispositivo comutador desligar. Devido ao indutor L20 forçar a corrente a passar, determinado trajeto de corrente tem de ser previsto. Genericamente, um segundo diodo D20 em série com o resistor R20 é requerido para prestar um trajeto paralelo para a corrente enquanto a corrente se eleva em D10 por um período relativamente longo de 8 a 10 microssegundos (μs). Os problemas associados com o uso de um indutor em série podem ser superados a expensas de perdas de comutação relativamente altas e componentes de circuito adicionais.

Por conseguinte, há necessidade de um circuito de comutação de transistor que utilize uma impedância indutiva em série com o dispositivo de comutação e diodo livre que tem baixas perdas de circuito de comutação.

Sumário da Invenção

5 Sob um aspecto, a presente invenção é constituída por um aparelho para e processo de proporcionar um circuito de comutação de transistor que utiliza o enrolamento primário de um transformador em série com um dispositivo comutador para realizar os benefícios de um indutor em série convencional e, adicionalmente, recuperar energia inicialmente
10 armazenada no enrolamento primário do transformador por intermédio de um circuito ressonante conectado com o enrolamento secundário do transformador.

 Sob outro aspecto, a presente invenção é um aparelho para e processo de proporcionar um circuito de comutação de transistor com um
15 dispositivo e diodo de recuperação rápida operando dentro de seu valor nominal di/dt inverso sem significativa redução da capacidade normal do dispositivo comutador e diodo de rápida recuperação.

 Demais aspectos da invenção são expostos no presente relatório descritivo e nas reivindicações apensas.

20 Descrição Sucinta dos Desenhos

 Para o fim de ilustrar a invenção, é mostrada nos desenhos uma forma atualmente preferida, sendo entendido, todavia, que a presente invenção não está limitada às disposições exatas e recursos ilustrados.

 A figura 1 é um diagrama esquemático da um circuito de
25 comutação de transistor da técnica anteriormente existente;

 A figura 2 é um diagrama esquemático de um exemplo do circuito de comutação de transistor da presente invenção;

 A figura 3 é um diagrama de formas de onda típicas durante a ativação e desativação do dispositivo de comutação utilizado em um exemplo

do circuito de comutação de transistor da presente invenção.

Descrição Detalhada da Invenção

Reportando-se aos desenhos, nos quais numerais idênticos indicam elementos idênticos, é mostrado na figura 2, uma ilustração de um exemplo de circuito de comutação de transistor 10 da presente invenção. Os terminais 1 e 2 são representativos de pontos de conexão com os terminais de saída positivo e negativo, respectivamente, de uma fonte de energia (não ilustrada na figura). A título de exemplo e não de limitação, a fonte de CC pode ser um retificador em ponte de CA em CC. O capacitor opcional C1 atua como um filtro de crista de CA para a tensão de saída da fonte de energia de CC.

No presente exemplo, que é típico e não uma limitação do âmbito da presente invenção, o dispositivo de comutação a transistor SW forma um circuito em série com o enrolamento primário do transformador T1 e diodo livre D1. Traçados descontínuos adjacentes aos enrolamentos primário e secundário do transformador T1 indicam polaridades positivas dos enrolamentos. O dispositivo SW pode ser qualquer dispositivo de comutação a transistor, tal como um transistor bipolar, transistor bipolar a porta isolada (IGBT) ou transistor de efeito de campo, que é próprio para uma aplicação específica. Um circuito de porta conveniente (não mostrado na figura), conforme apropriado para o dispositivo de comutação selecionado e conhecido da técnica pode ser previsto para o dispositivo de comutação SW. O conjunto de circuito de porta controla a ativação e/ou a desativação do dispositivo de comutação. O circuito compreendendo a combinação em série do diodo livre, o enrolamento primário do transformador e o dispositivo de comutação é ligado através dos terminais 1 e 2. A carga R_L é conectada com os terminais 1 e 5, como mostrado na figura 2. Ainda que esquematicamente mostrada como uma carga resistiva, cargas com outras características de impedância podem ser usadas. A carga R_L é

conectada em série com a reatância $L2$, que proporciona um fluxo contínuo de corrente de carga. O circuito compreendendo a combinação em série da impedância de carga e da reatância é conectado através dos terminais 1 e 3, como mostrado na figura 2.

5 A figura 3 ilustra vários valores de tensão e corrente através do tempo para o circuito mostrado na figura 2 enquanto o dispositivo de comutação SW transita de um estado condutivo para desligar em um estado não-condutivo. Antes do dispositivo de comutação SW ser ativado, corrente está passando no trajeto de circuito formado pela carga R_L , impedância $L2$,
 10 enrolamento primário do transformador T1, e diodo D1. Quando o dispositivo SW é inicialmente ativado para passar para um estado condutivo como ilustrado no tempo t_1 na figura 3, a tensão coletora (através dos terminais 1 e 2) se apresenta através do enrolamento primário do transformador T1 e a corrente I_{d1} através do enrolamento primário do transformador T1 e diodo D1,
 15 principia a decrescer. Devido à corrente ser relativamente constante na reatância $L2$, a queda na corrente I_{D1} resulta em um aumento de corrente I_{SW} passar através do dispositivo comutador SW. A corrente I_{D1} declina a uma taxa aproximadamente igual à tensão coletora dividida pela indutância de transformador T1. Para um exemplo ilustrativo da invenção usada aqui, com
 20 uma tensão coletora de 600 volts CC e uma indutância de transformador de $2,0 \mu H$, a taxa de mudança de corrente I_{D1} será de 300 Ampères negativos por microssegundo. A corrente decrescente I_{D1} através do enrolamento primário do transformador T1 e diodo D1 passa através de corrente zero para corrente inversa (não ilustrada na fig. 3) através do diodo D1 até o diodo se recuperar
 25 no tempo t_2 para sua corrente de fuga inversa relativamente pequena. Naquela ocasião, o diodo D1 principia a bloquear corrente e suportar uma tensão através de seus terminais, e o dispositivo SW conduz corrente de carga plena I_{SW} . Do tempo t_1 ao tempo t_2 nem o dispositivo de comutação SW nem o diodo D1 tem uma alta tensão através dos seus terminais. Somente o

enrolamento primário do transformador T1 é submetido a uma alta tensão.

O desligamento do dispositivo de comutação SW é iniciado no tempo t_4 , com a transição para um estado não condutivo ao tempo t_4 . A corrente que o dispositivo de comutação estava conduzindo é desviada através do capacitor C3 e diodo D4 para a impedância de carga, e é designada como corrente I_{c3} na fig. 2 e fig. 3. A tensão aumenta através do dispositivo não-condutivo SW até (t_7 na fig. 3) o enrolamento primário do transformador T1 tornar-se polarizado de tal forma que o terminal de transformador primário 2' está a uma tensão mais alta que o terminal de transformador primário 1'.

Quando o primário do transformador torna-se assim polarizado, a corrente principia a fluir no secundário do transformador e através do diodo D2 e capacitor C2. À frequência de comutação operacional, secundário de transformador T1 é efetivamente curto-circuitado pelo capacitor C2. O diodo D1 é conectado em série com uma impedância indutiva igual à indutância de dispersão do transformador T1. Para o presente exemplo, a impedância do enrolamento primário do transformador T1 é agora de menos de μH . O acoplamento tipicamente estreito entre os enrolamentos primário e secundário do transformador limita a magnitude de tensão através do dispositivo SW à soma da tensão coletora (entre os terminais 1 e 2) e a tensão através do capacitor C2, multiplicada pela relação de espiras do transformador T1. O diodo livre D1 é rapidamente ativado à condução de polarização de avanço. Devido à indutância do enrolamento primário ter decrescido em mais do que por um fator de 20 neste exemplo específico, a corrente I_{D1} se eleva a um valor máximo em $1/20$ do tempo. Para o presente exemplo, com uma máxima corrente I_{D1} do dispositivo de comutação de 1000 Ampères, sobretensão do dispositivo de comutação, V_{ov} de 250 volts, e uma indutância de enrolamento primário L , de $0,1 \mu\text{H}$, o tempo ΔT ($t_7 - t_4$ na figura 3), para o diodo D1 alcançar plena condução pode ser calculado a partir da seguinte equação

$$V_{ov} = L \bullet [\Delta I_{sw}/\Delta T];$$

substituindo valores selecionados,

$$250 \text{ V} = [0,1 \times 10^{-6} \text{ H}] \bullet [(1000 \text{ A} - 0)/\Delta T];$$

resultando em

$$\Delta T = 0,4 \text{ } \mu\text{s}.$$

O cálculo acima é simplificado uma vez que a tensão efetiva através do enrolamento primário do transformador T1 seria na forma de uma
 5 onda senoidal de um quarto de círculo tendo uma tensão de compensação positiva. O tempo efetivo para o presente exemplo seria de menos de 0,4 μs . O tempo efetivo para o presente exemplo seria de menos de 0,44 μs que é aproximadamente igual ao valor acima calculado.

Na presente invenção, o segundo diodo D20 usado na técnica
 10 anterior da fig. 1 não é requerido a usar corrente até o diodo em série com o enrolamento primário principiar a conduzir devido ao curto período de tempo ΔT para o diodo D1. Conforme indicado acima, para o circuito da técnica anterior na fig. 1, o período de tempo ΔT para o correspondente diodo D1 é da ordem de 8 a 10 μs .

15 A energia transferida do primário para o secundário de transformador T1 será armazenada como carga no capacitor C2 (designado como capacitor de armazenamento de energia transformador). Quando o ciclo de ativação seguinte se inicia na espira seguinte do dispositivo SW (pelo circuito de desbloqueio seguinte convencional não mostrado na figura), o
 20 circuito consistindo de capacitor C2, indutor L1, diodo D3 e capacitor C3, é corretamente polarizado pelo ciclo de comutação prévio (t_1 a t_4 na fig. 3) para carga armazenada (energia) se transferir do capacitor C2 para o capacitor C3. O capacitor C2, indutor L1 (indutor de ressonância) e capacitor C3 formam um circuito ressonante e a tensão através do capacitor C3 é negativa no início
 25 do ciclo de comutação seguinte. Conseqüentemente, o circuito ressonante entrará em ressonância com uma tensão positiva sobre C3 (V_{C3}) pouco após a ativação do dispositivo SW no tempo t_3 como mostrado na figura 3. O diodo D

bloqueia ressonância adicional do circuito ressoante após o primeiro meio ciclo, o que resulta na transferência de energia armazenada do capacitor C2 (capacitor de armazenamento de energia de transformador) para capacitor C3 (capacitor de armazenamento de energia transferida).

5 Quando o ciclo de comutação seguinte (t_1 a t_7 na figura 3) se inicia no desligamento do dispositivo SW, a carga armazenada no capacitor C3 contribui para a corrente de carga R_L através do diodo D4. Nesta modalidade, o capacitor C3 e o diodo D4 funcionam como um circuito amortecedor e o dispositivo SW não é simultaneamente submetido à alta
10 tensão e corrente de alta amperagem durante a desativação do dispositivo SW. O circuito de comutação a transistor da presente invenção proporciona recuperação da energia inicialmente armazenada no primário do transformador T1 (exceto por perdas parasíticas nos componentes de circuito). Com reduzidas perdas no dispositivo de comutação, a frequência operacional
15 do circuito de comutação pode ser vantajosamente aumentada, o que, por sua vez, reduz os custos de componentes elétricos associados e o nível de ruído audível do circuito.

A título de exemplo, e não de limitação, os componentes selecionados para um exemplo do circuito de comutação a transistor da
20 presente invenção ilustrado na fig. 2 são como segue:

Componente	Fonte	Componente nº
Dispositivo Comutador	Powerex, Inc. Youngwood, PA	CM600HU24F
Transformador T1	Thermatool Corp., E. Haven, CT	WP2146
Diodo D1	Powerex, Inc., Youngwood, PA	ORF1230T36
Diodo D2	Advanced Power Technology, Bend, OR	APT60D120B
Diodo D3	Advanced Power Technology, Bend, OR	APT60D120B
Diodo D4	Advanced Power Technology, Bend, OR	APT60D120B
Capacitor C2	Nissei-Arcotronics, Sasso Marconi,	C44CMUU4300A

	ITÁLIA	
Capacitor C3	Nissei-Arcotronics,Sasso Marconi, ITÁLIA	C44CMUU4300A
Indutor L1	Thermatool Corp., E. Haven, MI	WP5018-001
Choke L2	Marelco Power Systems, Inc. Howell, MI	M-22773

A comparação de um pedido da técnica precedentemente existente com o pedido do circuito comutador transistorizado da presente invenção ilustra adicionalmente as vantagens da invenção. Considere-se uma fonte de alimentação *buck chopper* cc/cc convencional conforme ilustrada na figura 1 com uma tensão de entrada V_{in} (aplicada aos terminais 1 e 2) de 600 VCC, uma tensão (carga) de saída, V_{out} , aplicada aos terminais 1 e 5 (variando de 0 a 200 VCC), uma corrente (carga) de saída, I_{out} , variando de 0 a 1000 Ampères, e uma frequência operacional, f_p , de 10 kHz. Um requisito de construção típico para o diodo de recuperação rápida, de alta potência D10 é que a taxa de variação de corrente durante a recuperação inversa deva ser mantida abaixo de 400 ampères/microssegundo. Utilizando um circuito de comutação a indutor em série convencional, com 600 volts de entrada, um indutor em série, L10, com uma indutância mínima de 1,5 μ H seria exigido, e as tolerâncias de construção tipicamente prescreveriam uma seleção conservativa de um indutor em série com uma indutância, L, de 2,0 μ H. Na presente aplicação, as perdas, $P_{(IND)perda}$ no indutor em série selecionado podem ser calculadas a partir da equação:

$$P_{(IND)perda} = 0,5 \cdot L \cdot f \cdot [I_{fora}]^2; \text{ substituindo valores selecionados}$$

$$P_{(IND)perda} = 0,5 \cdot [2,0 \times 10^{-6} \text{ H}] \cdot [10.000 \text{ Hz}] \cdot [1.00 \text{ A}]^2; \text{ resultando em}$$

$$P_{(IND)perda} = 10.000 \text{ watts}$$

Para esta fonte de alimentação de potência de saída de 200 kW($V_{fora} \cdot I_{fora}$), 10.000 watts representam uma perda de 5% no circuito de comutação. Para simplificar, perdas de corrente de recuperação inversa no diodo D4 são ignoradas no cálculo uma vez que estão tipicamente abaixo de

1,000 Watts.

Se um circuito amortecedor convencional mostrado na fig. 1 é usado para reduzir as perdas por comutação no desligamento do dispositivo de comutação com um requisito de construção típico de limitar o aumento da tensão através do dispositivo de comutação a menos que tensão de entrada de alimentação (V_{in}) em 1 μs , uma capacitância mínima de 1,6 μF seria requerida para o capacitor amortecedor C_s . As tolerâncias de construção tipicamente prescreveriam uma seleção conservativa de um capacitor amortecedor com uma capacitância, C_s , de 2,0 μF ; Presumindo-se adicionalmente uma sobre modulação de 250V típica, a tensão de pico, V_{cap} , sobre o capacitor amortecedor selecionado seria de 250 volts. Na presente aplicação, as perdas máximas, $P_{(CAP)perda}$, no capacitor amortecedor selecionado podem ser calculadas a partir da equação:

$$P_{(CAP)perda} = 0,5 \cdot C_s \cdot [V_{cap}]^2 \cdot f; \text{ substituindo valores selecionados}$$

$$P_{(CAP)perda} = 0,5 \cdot [2,0 \times 10^{-6} \mu F] \cdot \{[600 V]^2 + (250 V)^2\} \cdot [10.000 Hz];$$

resultando em

$$P_{(CAP)perda} = 4.225 \text{ watts}$$

Perdas adicionais são incorridas quando pouco após o dispositivo SW desativar, o capacitor C_s descarrega de 600 V para 0 V através do resistor R_s ;

Conseqüentemente a aplicação da técnica anterior comparativa resulta em uma perda total de 14.225 watts ($P_{(IND)perda} + P_{(CAP)perda}$), que é de aproximadamente 7,5% da fonte de alimentação de saída de 200-kW.

Tipicamente se reduziria este alto nível de perdas reduzindo a frequência operacional, f , para 2 ou 3 kHz.

Para uma aplicação com uma fonte de alimentação *buck chopper* tendo parâmetros de saída equivalentes como a fonte de alimentação da técnica anterior, e utilizando o circuito de comutação transistorizado da presente invenção, a indutância selecionada do transformador em série T1

seria de 2,0 μH , a indutância de dispersão de T1 seria de menos de 0,1 μH , e a capacitância selecionada de capacitor amortecedor C_s seria de 40,0 μF . Neste caso, as perdas de circuito de comutação totais podem ser calculadas para ser de menos de 300 watts.

5 Os exemplos da invenção incluem referência a componentes elétricos específicos. Aqueles versados na técnica podem por em prática a invenção substituindo componentes que não são indispensavelmente do mesmo tipo, porém, criarão as condições desejadas ou realizarão os resultados desejados da invenção. Por exemplo, componentes individuais podem ser
10 trocados por múltiplos componentes ou vice versa. Outrossim, embora uma fonte de alimentação de modo de comutador redutor é usada para ilustrar a invenção, o circuito de comutação da presente invenção tem aplicações em outras topologias de circuito.

Os exemplos acima da invenção foram prestados meramente
15 para a finalidade de explanação e não devem de maneira alguma ser interpretados como limitativos da presente invenção. Embora a invenção tenha sido descrita com, referência a várias modalidades, as palavras usadas aqui são palavras de descrição e ilustração, mais exatamente do que palavras de limitação. Ainda que a invenção tenha sido descrita aqui com referência a
20 dispositivos, materiais e modalidades específicas, a invenção não é proposta para estar limitada aos particulares aqui expostos; mais exatamente, a invenção se estende a todas as estruturas, métodos e aplicações funcionalmente equivalentes, tais como se enquadram dentro do âmbito das reivindicações apenas. Aqueles versados na técnica, tendo o benefício dos ensinamentos da presente especificação, podem efetuar numerosas
25 modificações na mesma, e variações podem ser introduzidas sem se afastar do âmbito e espírito da invenção nos seus aspectos.

REIVINDICAÇÕES

1. Circuito de comutação caracterizado pelo fato de que compreende:

uma fonte de energia elétrica de CC;

5 um dispositivo de comutação tendo um primeiro e um segundo terminais de dispositivo de comutação;

um transformador tendo primeiro e segundo terminais de enrolamento primário e primeiro e segundo terminais de enrolamento secundário, o segundo terminal de enrolamento primário conectado com o
10 segundo terminal de dispositivo de comutação;

um diodo livre tendo um primeiro e um segundo terminais de diodo livre, o segundo terminal de diodo livre conectado com o terminal de enrolamento primário, a combinação em série do dispositivo de comutação, o enrolamento primário do transformador e o diodo livre conectados através da
15 saída da fonte de energia de CC;

uma impedância de carga;

uma reatância conectada em série com a impedância de carga, a combinação em série da impedância de carga e da reatância ligadas através da combinação em série do diodo livre e do enrolamento primário do
20 transformador;

um primeiro diodo;

um capacitor armazenador de energia transferida, o armazenamento de energia transferida tendo uma conexão comum com o anodo do primeiro diodo, a combinação em série do primeiro diodo e do
25 capacitor de energia transferida ligada em paralelo com a combinação em série com a combinação em série da impedância de carga e reatância;

um segundo diodo;

um capacitor armazenador da energia do transformador, o capacitor de armazenamento de energia transferida tendo uma conexão

comum com o catodo do segundo diodo, a combinação em série do enrolamento do capacitor armazenador de energia de transferência e do segundo diodo conectada através do primeiro e segundo terminais de enrolamento secundário;

5 um terceiro diodo; e

um indutor de ressonância, o indutor de ressonância conectado com o anodo do terceiro diodo, a combinação em série do indutor de ressonância e do terceiro diodo conectada entre a conexão comum da combinação em série do primeiro diodo e capacitor de armazenamento de energia transferida e conexão comum da combinação em série do segundo diodo e capacitor de armazenamento de energia do transformador.

2. Circuito de comutação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de comutação compreende um transistor bipolar de porta isolada.

15 3. Circuito de comutação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a impedância de carga é substancialmente resistiva.

4. Método de comutação de circuito em estado sólido caracterizado pelo fato de que compreende as etapas de:

20 conectar uma combinação em série de um dispositivo de comutação, do primário de um transformador e de um diodo livre através da saída de uma fonte de alimentação de CC;

conectar uma combinação em série de uma impedância de carga e de uma reatância através da combinação em série do enrolamento primário do transformador e o diodo livre de maneira que quando o dispositivo comutador não está ativado, uma primeira corrente passa no trajeto de circuito formado pela impedância de carga, a reatância, o primário do transformador e o diodo livre;

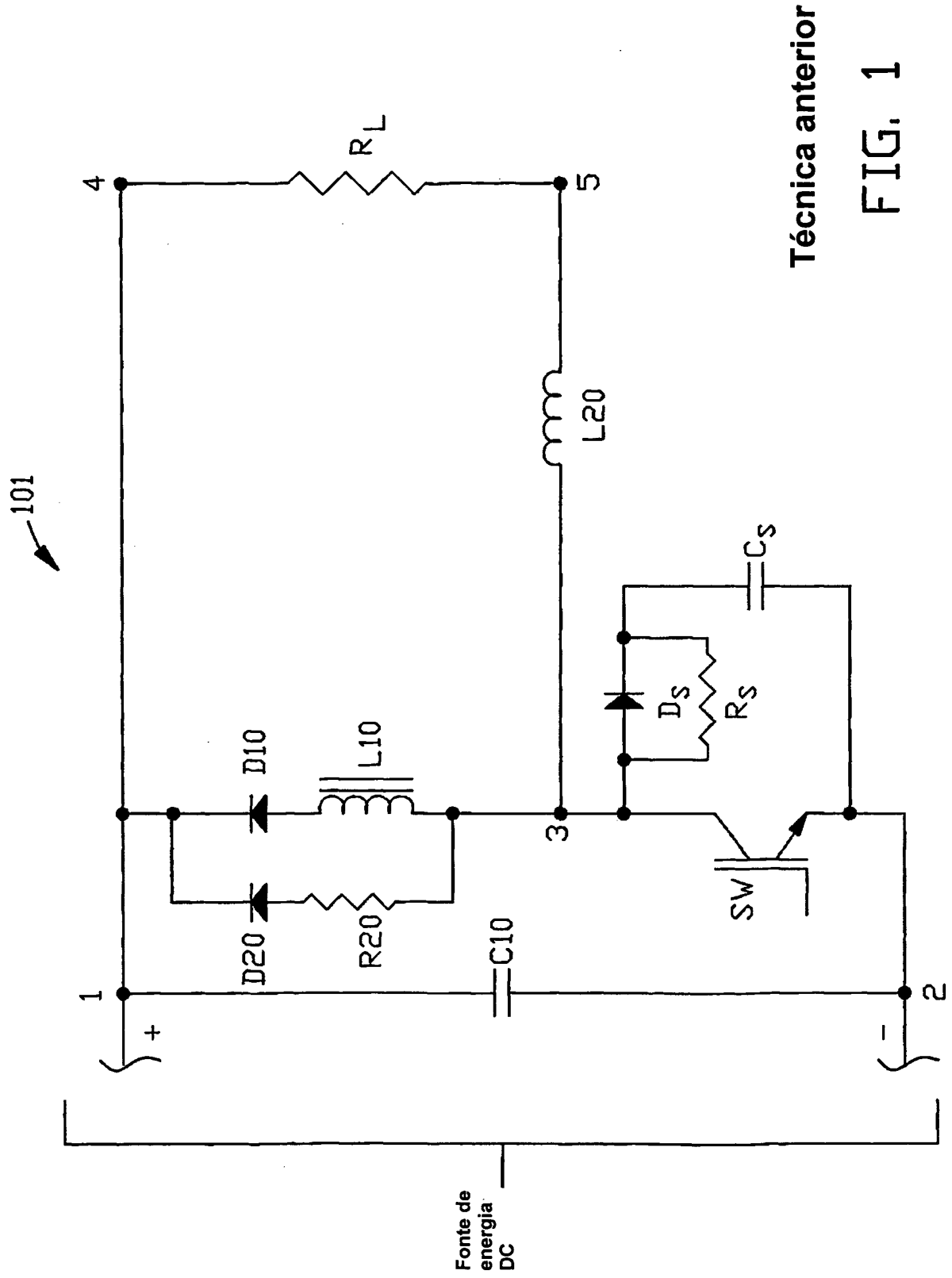
a ativação do dispositivo de comutação de forma que a

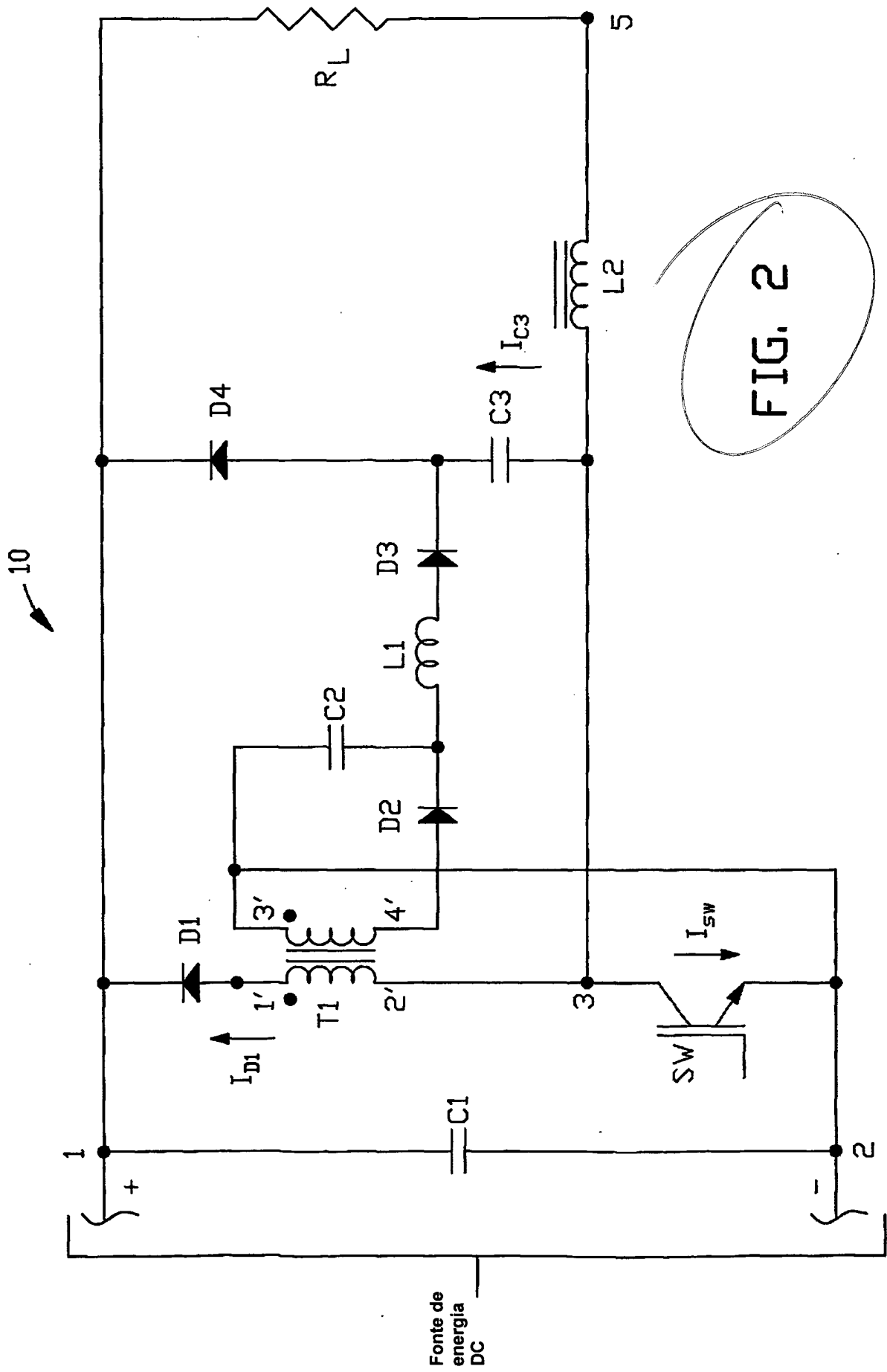
primeira corrente decresça enquanto uma segunda corrente através do dispositivo de comutação se eleva até o diodo livre não estar conduzindo;

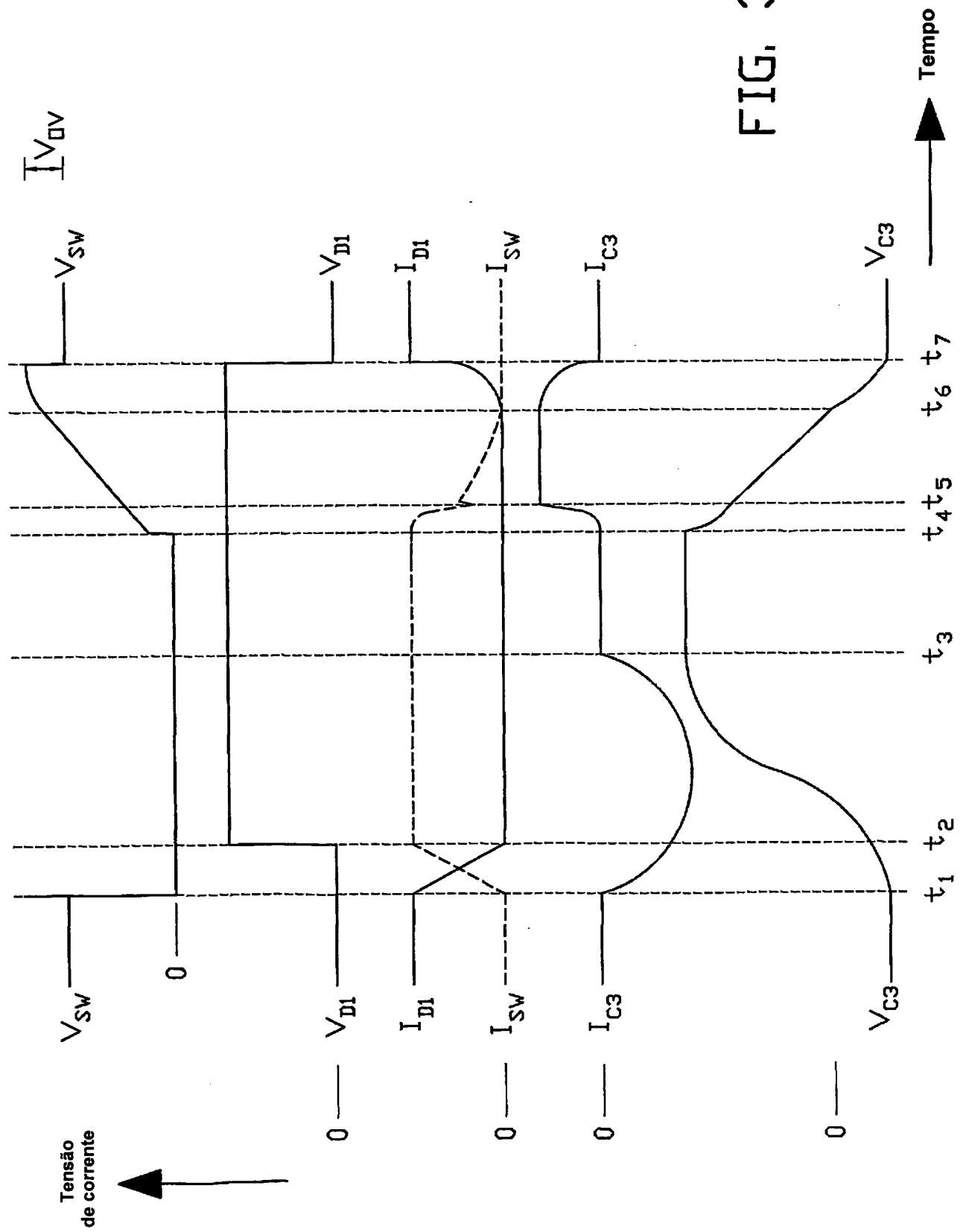
conectar uma combinação em série de um capacitor armazenador de energia transferida e de um primeiro diodo através da
5 combinação em série da impedância de carga e da reatância de maneira que quando o dispositivo de comutação é inicialmente desativado, uma terceira corrente aumenta no trajeto de circuito formado pela impedância de carga, a reatância, o capacitor de armazenamento de energia transferida e o primeiro diodo até a tensão através do dispositivo de comutação aumentar a um nível
10 em que uma quarta corrente passa a fluir no enrolamento secundário do transformador;

conectar o secundário do transformador em uma combinação em série de um segundo diodo e um capacitor de armazenamento de energia de transformador para levar o diodo livre a um estado condutivo de modo que
15 a primeira corrente flui no trajeto de circuito formado pela impedância de carga, a reatância, o primário do transformador e o diodo livre; e

conectar uma combinação em série de um indutor de ressonância e um terceiro diodo entre a conexão comum da combinação em série do segundo diodo e o capacitor armazenador de energia do transformador, e a conexão comum da combinação em série do capacitor de
20 armazenamento de energia transferida e o primeiro diodo de forma que quando o dispositivo de comutação é inicialmente ativado, a carga armazenada é transferida do capacitor de armazenamento de energia de transformador para o capacitor de armazenamento de energia transferida.







RESUMO**“CIRCUITO DE COMUTAÇÃO E MÉTODO DE COMUTAÇÃO DE CIRCUITO TRANSISTORIZADO”**

5 Um circuito de comutação de transistor utiliza um transformador em série com o dispositivo de comutação de circuito pelo qual a energia inicialmente armazenada no primário do transformador é recuperada no conjunto de circuito ressonante conectado com o secundário do transformador para transferência da energia para a carga quando o dispositivo de comutação não está conduzindo.