



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

(11) BR 102014003402-1 B1



(22) Data do Depósito: 13/02/2014

(45) Data de Concessão: 02/02/2021

(54) Título: DISPOSITIVO DE COMANDO EMPREGADO EM SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DE COMUTAÇÃO E VARIADOR DE VELOCIDADE DESTINADO A CONTROLAR CARGA ELÉTRICA

(51) Int.Cl.: H02M 3/156; H02M 5/458; H03K 17/10; H03K 17/74.

(52) CPC: H02M 3/156; H02M 5/458; H03K 17/102; H03K 17/74.

(30) Prioridade Unionista: 25/02/2013 FR 13 51622.

(73) Titular(es): SCHNEIDER TOSHIBA INVERTER EUROPE SAS.

(72) Inventor(es): ALLAN PIERRE BARAUNA; HOCINE BOULHARTS.

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE COMANDO EMPREGADO EM SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DE COMUTAÇÃO. A presente invenção refere-se a um dispositivo de comando (1) empregado em um sistema de alimentação elétrica de comutação para comandar um conversor contínua/contínua do dito sistema de alimentação elétrica de comutação, o dito dispositivo de comando compreendendo um primeiro terminal de entrada (A) e um segundo terminal de entrada (B), um primeiro transistor (T1) conectado por sua fonte ao segundo terminal de entrada (B) e um segundo transistor (T2) dotado de uma grade (G) e conectado por seu dreno (D) ao primeiro terminal de entrada (A) e por sua fonte (S) ao primeiro transistor (T1), o dispositivo de comando compreendendo um conjunto de comando conectado à grade (G) do segundo transistor (T2) e ao segundo terminal de entrada (B) e compreendendo um condensador (Ca) e um primeiro diodo Zener (Dz1) conectado em série com o dito condensador (Ca) e um segundo diodo Zener (Dz2) conectado entre a grade (G) e a fonte (S) do segundo transistor (T2).

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**DISPOSITIVO DE COMANDO EMPREGADO EM SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA DE COMUTAÇÃO E VARIADOR DE VELOCIDADE DESTINADO A CONTROLAR CARGA ELÉTRICA**".

DOMÍNIO TÉCNICO DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a um dispositivo de comando empregado em um sistema de alimentação elétrica de comutação.

ESTADO DA TÉCNICA

[002] Um sistema de alimentação elétrica de comutação (chamado também SMPS para "Switched Mode Power Supply") permite fornecer na saída uma ou várias tensões contínuas a partir de uma tensão contínua retirada na entrada. Esse tipo de sistema de alimentação elétrica de comutação é notadamente empregado em um variador de velocidade. Em um variador de velocidade, o sistema de alimentação elétrica de comutação é nesse caso encarregado de fornecer uma tensão contínua auxiliar que permite alimentar toda a eletrônica do variador de velocidade, a partir de uma tensão contínua principal retirada no barramento contínuo de alimentação do variador de velocidade.

[003] O barramento contínuo de alimentação fornece uma tensão contínua principal que pode ir de 350 Vcc a mais de 1000 Vcc. O dispositivo de comando empregado no sistema de alimentação elétrica de comutação deve assim poder comutar uma corrente que vai de 2 A sob 1700 Vcc. De maneira conhecida, o dispositivo de comando pode compreender um único transistor de tipo MOSFET que tem uma tensão de ruptura compreendida entre 1200 V e 1700 V. No entanto, nessas tensões de ruptura, o transistor MOSFET está em seus limites tecnológicos. Além disso, seu custo é elevado e, em funcionamento suas perdas por efeito joule são especialmente grandes.

[004] Para corrigir esses inconvenientes, é conhecido associar dois transistores MOSFET em série, que têm tensões de ruptura me-

nores, que vão de 600V a 900V. Cada um dos dois transistores em séries suporta assim uma tensão elétrica menor, compatível com um emprego ótimo da tecnologia dos MOSFET.

[005] No estado da técnica, várias montagens com dois transistores em série foram propostas. A publicação intitulada "*Transformerless Capacitive Coupling of Gate Signals for Series Operation of Power MOS Devices*" – Robert L. Hesse e Russel Jacob Baker – IEEE transactions on power electronics, Vol. 15, Nº 5, Setembro de 2000, descreve um dispositivo de comando que compreende pelo menos dois transistores de tipo MOSFET em série. Essa topologia está representada na figura 1A. Nessa topologia, o dispositivo de comando compreende dois terminais de entrada A, B e um primeiro transistor T1 conectado ao segundo terminal de entrada B e que recebe em sua grade sinais de comando que provêm de uma unidade de comando U. O segundo transistor T2 é conectado em série com o primeiro transistor T1 e com o primeiro terminal de entrada A. Um condensador C1 é conectado entre a grade do segundo transistor T2 e o primeiro terminal de entrada A. O papel do condensador C1 é duplo: fornecer carga suficiente para controlar o segundo transistor e limitar a tensão nos terminais do primeiro transistor a um valor ótimo.

[006] Para não ser dependente dessas duas condições, foi notadamente proposto substituir o condensador por um diodo Zener Dz1, que permite nesse caso fixar a tensão nos terminais do primeiro transistor T1. Essa segunda tecnologia conhecida está representada na figura 1B. Nessa montagem, o controle do segundo transistor T2 é então assegurado graças à carga armazenada pela capacidade parasita (Cz) do diodo Zener Dz1. No entanto, se a carga transmitida pela capacidade parasita do diodo Zener Dz1 for inferior (devido, por exemplo, a uma tensão do barramento contínua baixa demais) à carga necessária para controlar diretamente o segundo transistor T2, é então

necessário acrescentar um condensador em paralelo desse diodo Zener para assegurar um controle adaptado do segundo transistor. Acrescentando-se o condensador em paralelo do diodo Zener, os inconvenientes identificados para a primeira montagem refazem seu aparecimento.

[007] Nessas duas montagens, o controle do segundo transistor T2 depende da capacidade do condensador, intrínseca ou adicional, e do nível da tensão nos terminais do condensador. Para controlar de maneira adaptada o segundo transistor T2, a partir de uma tensão que é baixa nos terminais do condensador (intrínseca ao diodo Zener Dz1 ou adicional), é necessário aumentar a capacidade do condensador conectado em série à grade G do transistor T2. Porém a capacidade do condensador não pode ser aumentada indefinidamente.

[008] Diferentes soluções de comando foram descritas nos pedidos de patente EP0453376A2 e EP0140349A2 assim como na publicação HERBERT L. HESS intitulada "Transformerless Capacitive Coupling of Gate Signals for Series Operation of Power MOS Devices" de 01 de setembro de 2000 – XP011043472.

[009] O objetivo da invenção é propor um dispositivo de comando com dois transistores em série, destinado a ser empregado em um sistema de alimentação elétrica de comutação, o dispositivo de comando permitindo um controle adaptado do sistema transistor qualquer que seja o nível da tensão contínua principal, e se aumentar a capacidade de um condensador.

EXPOSIÇÃO DA INVENÇÃO

[0010] Esse objetivo é atingido por um dispositivo de comando destinado a ser empregado em um sistema de alimentação elétrica de comutação para comandar um conversor contínua/contínua do dito sistema de alimentação elétrica de comutação, o dito dispositivo de comando compreendendo um primeiro terminal de entrada e um se-

gundo terminal de entrada, um primeiro transistor conectado por sua fonte ao segundo terminal de entrada e dotado de uma grade destinada a receber sinais de comando que provêm de uma unidade de comando e um segundo transistor dotado de uma grade e conectado por seu dreno ao primeiro terminal de entrada e por sua fonte ao primeiro transistor, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de comando compreende:

- um conjunto de comando conectado à grade do segundo transistor e ao segundo terminal de entrada e que compreende um condensador e um dispositivo de nivelamento/comutação de tensão conectado em série com o dito condensador,
- um diodo Zener conectado entre a grade e a fonte do segundo transistor.

[0011] De acordo com uma particularidade, o dispositivo compreende um ou vários motivos idênticos superpostos, cada motivo compreendendo:

- dois pontos de conexão,
- um condensador conectado a um primeiro ponto de conexão,
- um primeiro diodo Zener conectado em série com o dito condensador,
- um terceiro transistor dotado de uma grade conectada ao dito condensador e de uma fonte conectada a um segundo ponto de conexão,
- um diodo Zener conectado entre a grade e a fonte do terceiro transistor,
- um primeiro motivo acrescentado vindo se conectar por seu segundo ponto de conexão no dreno do segundo transistor e por seu primeiro ponto de conexão na grade do segundo transistor,
- cada motivo suplementar vindo se conectar por seu se-

gundo ponto de conexão no dreno do transistor do motivo precedente e por seu primeiro ponto de conexão na grade do transistor do motivo precedente.

[0012] A invenção se refere também a um sistema de alimentação elétrica de comutação que compreende um primeiro terminal e um segundo terminal entre os quais é conectada uma fonte de tensão contínua, um conversor contínua/contínua conectado ao primeiro terminal e um dispositivo de comando conectado em série com o conversor contínua/contínua e com o segundo terminal, o dito dispositivo de comando sendo de acordo com aquele definido acima.

[0013] De acordo com uma particularidade, o conversor contínua/contínua é de tipo "flyback" isolado, de tipo "forward" isolado, de tipo elevador ou de tipo redutor.

[0014] A invenção se refere finalmente a um variador de velocidade destinado a comandar uma carga elétrica, o dito variador compreendendo:

- um módulo retificador destinado a retificar uma tensão alternada fornecida por uma rede de distribuição elétrica,

- um barramento contínuo de alimentação conectado ao módulo retificador e que compreende uma primeira linha de alimentação de potencial elétrico positivo e uma segunda linha de alimentação de potencial elétrico negativo entre as quais é aplicada uma tensão contínua principal fornecida pelo módulo retificador,

- um condensador de barramento conectado à primeira linha de alimentação e à segunda linha de alimentação,

[0015]

- um módulo ondulador que compreende vários transistores de comutação destinados a converter a tensão contínua disponível no barramento em uma tensão variável com destino à carga elétrica,

- um sistema de alimentação elétrica de comutação de

acordo com aquele definido acima, o primeiro terminal do sistema de alimentação elétrica de comutação sendo conectado à primeira linha de alimentação do barramento contínuo de alimentação e o segundo terminal do sistema de alimentação elétrica de comutação sendo conectado à segunda linha de alimentação do barramento contínuo de alimentação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0016] Outras características e vantagens vão aparecer na descrição detalhada que se segue feita em referência aos desenhos anexos que representam:

- a figura 1A representa um dispositivo de comando com dois transistores em série, de acordo com um primeiro estado da técnica,

- a figura 1B representa um dispositivo de comando com dois transistores em série, de acordo com um segundo estado da técnica,

- a figura 2 representa um sistema de alimentação elétrica de comutação,

- a figura 3 representa um variador de velocidade que emprega um sistema de alimentação elétrica de comutação da invenção,

- a figura 4 representa um dispositivo de comando com dois transistores em série, de acordo com a invenção, associado a um conversor de tipo redutor de tensão,

- as figuras 5A e 5C ilustram o princípio de funcionamento do dispositivo de comando da invenção,

- a figura 6 representa um motivo que pode ser montado em série várias vezes no dispositivo de comando da invenção,

- a figura 7 representa um dispositivo de acordo da invenção, que compreende vários transistores em série.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE PELO MENOS UM MODO DE REALI-

ZACÃO

[0017] As soluções apresentadas nas figuras 1A e 1B fazem parte do estado da técnica e foram descritas acima, na parte introdutória da descrição.

[0018] Na sequência da descrição, certas referências empregadas na descrição das figuras 1A e 1B são conservadas para a descrição da invenção, à medida que os componentes empregados são idênticos e desempenham uma função idêntica.

[0019] A invenção se refere a um dispositivo de comando 1 destinado a ser empregado em um sistema de alimentação elétrica de comutação. Um tal sistema de alimentação elétrica de comutação é empregado em um variador de velocidade, tal como representado na figura 3.

[0020] Em referência à figura 3, um variador de velocidade é alimentado a partir de uma rede R de alimentação elétrica trifásica que fornece uma tensão alternada e é baseada em uma topologia CA/CC/CA (CA= corrente Alternada, CC = Corrente Contínua). Um tal variador de velocidade compreende assim:

- um módulo retificador REC destinado a retificar a tensão alternada fornecida pela rede,
- um barramento contínuo de alimentação conectado ao módulo retificador e que compreende uma primeira linha de alimentação 10 de potencial elétrico positivo e uma segunda linha de alimentação 11 de potencial elétrico negativo entre as quais é aplicada uma tensão contínua Vbus principal fornecido pelo módulo retificador,
- um condensador de barramento Cbus conectado à primeira linha de alimentação 10 e à segunda linha de alimentação 11 e encarregado de manter a tensão contínua Vbus a um valor constante,
- um módulo ondulator INV que compreende vários transistores de comutação destinados a converter a tensão contínua disponí-

vel no barramento em uma tensão variável com destino a uma carga elétrica M.

[0021] A tensão contínua Vbus principal é empregada para alimentar o sistema de alimentação elétrica de comutação. O sistema de alimentação elétrica de comutação é notadamente empregado para fornecer uma tensão de comando aos transistores do módulo ondulador INV.

[0022] Um sistema de alimentação elétrica de comutação, tal como representado na figura 2, compreende um primeiro terminal X destinado a ser conectado à primeira linha de alimentação 10 e um segundo terminal Y destinado a ser conectado à segunda linha de alimentação 11 do barramento contínuo de alimentação. O sistema compreende um conversor contínua/contínua conectado em seu primeiro terminal X e um dispositivo de comando 1 conectado em série com o conversor contínua/contínua e a seu segundo terminal Y. O conversor contínua/contínua pode se apresentar sob a forma de diferentes topologias conhecidas, tais como por exemplo "flyback" isolado, "forward" isolado, redutor ("Buck") ou elevador ("boost"). A figura 2 mostra a associação do dispositivo de comando da invenção com um conversor de tipo "flyback".

[0023] Em referência à figura 4, o dispositivo de comando 1 da invenção, associado a um conversor de tipo redutor de tensão, compreende dois terminais de entrada A, B. O primeiro terminal de entrada A é destinado a ser conectado ao conversor redutor de tensão do sistema de alimentação elétrica de comutação e o segundo terminal de entrada B é destinado a ser conectado ao segundo terminal Y do sistema.

[0024] O dispositivo de comando 1 compreende dois transistores T1, T2 conectados em série entre o primeiro terminal de entrada A e seu segundo terminal de entrada B. Preferencialmente, cada um dos

transistores é um MOSFET, um IGBT ou um transistor fabricado em um material de grande energia de banda proibida ("wide-band gap material") tal como o carboneto de silício ou o nitreto de gálio. Escolher dois transistores em série permite dividir por dois a tensão suportada nos terminais de cada um dos transistores, e, portanto diminuir o custo e o volume dos mesmos em relação a um só transistor que suporta a integralidade da tensão.

[0025] Cada transistor T1, T2 possui uma grade G da qual o comando permite fazer passar uma corrente entre um dreno D e uma fonte S. Como representado na figura 4, a fonte S do primeiro transistor T1 é conectada ao segundo terminal de entrada B, a fonte S do segundo transistor T2 é conectada ao dreno D do primeiro transistor T1 e o dreno do segundo transistor T2 é conectado ao primeiro terminal de entrada A.

[0026] A grade G do primeiro transistor T1 é conectada a uma unidade de comando U que fornece sinais de comando, por exemplo, de tipo MLI (Modulação de Amplitude de Pulso ou PWM para "Pulse Width Modulation"), para comandar o primeiro transistor T1 na abertura ou no fechamento. A grade G do segundo transistor T2 é de comando flutuante. Assim, ela é conectada ao segundo terminal de entrada B através de um conjunto de comando específico, objeto da invenção.

[0027] Esse conjunto de comando compreende um condensador Ca conectado em série ao segundo terminal de entrada B e um dispositivo de nivelamento/comutação, por exemplo, um diodo Zener Dz1, conectado ao condensador Ca e à grade G do segundo transistor T2. O diodo Zener Dz1 é conectado em série com o condensador Ca.

[0028] O conjunto de comando compreende também um segundo diodo Zener Dz2 conectado entre a grade G e a fonte S do segundo transistor T2.

[0029] O condensador C_a é assim autoalimentado pela descarga da grade G do segundo transistor T2 e pela carga da capacidade parasita dreno-fonte Co_2 do transistor T2. Essa autoalimentação se produz durante a fase de abertura do primeiro transistor T1. Durante essa fase, o diodo Zener Dz_1 é interrompido e conduz em modo inverso.

[0030] A fase de abertura e a fase de fechamento do conjunto de comando são explicitadas abaixo:

FASE DE ABERTURA:

[0031] Inicialmente, os dois transistores T1, T2 estão fechados.

[0032] Figura 5A: A unidade de comando U envia um sinal de abertura para a grade G do primeiro transistor T1. A tensão Dreno-Fonte V_{DS1} do primeiro transistor T1 começa a aumentar, provocando um aumento da tensão V_{Dz1} nos terminais do diodo Zener Dz_1 . A corrente I_p (corrente primária do transformador) circula através da grade G do segundo transistor T2 e carrega as capacidades parasitas, C_z do diodo Zener Dz_1 , Co_1 do primeiro transistor T1 e a capacidade do condensador C_a e descarrega a capacidade parasita C_p do diodo D1 do conversor. Essa corrente I_p permite um aumento da tensão V_{Dz1} nos terminais do diodo Zener Dz_1 e da tensão V_a nos terminais do condensador C_a . Ela permite também a descarga da grade G do segundo transistor T2. O segundo transistor T2 está, no entanto, sempre no estado passante.

[0033] Figura 5B: Desde que a tensão Grade-Fonte V_{GS2} do segundo transistor T2 passa acima da tensão limite de mudança de estado, o segundo transistor T2 passa para o estado aberto, provocando o aumento de sua tensão Dreno-Fonte V_{DS2} . Quando o segundo transistor T2 está no estado aberto, a corrente I_p carrega as capacidades parasitas Co_1 , Co_2 , C_z e continua a descarregar a grade do segundo transistor T2 e a capacidade parasita C_p .

[0034] Figura 5C: Uma vez que a tensão Dreno-Fonte do primeiro

transistor T1 V_{DS1} atingiu a tensão de interrupção do diodo Zener Dz1, a carga do condensador parasita Co1 do transistor T1 está terminada e a corrente I_{DS1} que atravessa o primeiro transistor T1 se torna nula.

[0035] A corrente I_p continua a carga e a descarga das capacidades parasitas Co2, Cp respectivamente do segundo transistor T2 e do diodo D1 enquanto essas últimas não estiverem inteiramente carregadas. O diodo Zener Dz2 conduz em direto e o diodo Zener Dz1 conduz em modo inverso até a carga e descarga completa respectiva das capacidades parasitas Co2 e Cp.

NO FECHAMENTO:

[0036] Inicialmente, os dois transistores T1, T2 estão abertos.

[0037] A unidade de comando U envia um sinal de fechamento para a grade do primeiro transistor T1. A tensão Dreno-Fonte V_{DS1} nos terminais do primeiro transistor T1 cai até a plena condução do primeiro transistor, representando seu estado resistivo.

[0038] A tensão V_a nos terminais do condensador Ca é nesse caso suficiente para comandar corretamente o segundo transistor T2. Essa tensão V_a autoadaptativa é expressa da maneira seguinte:

$$[0039] \quad V_a = V_{fw_{Dz1}} + V_{Dz2} + (I_{DT1} * R_{ds_{ON_T1}})$$

[0040] Na qual:

- V_a representa a tensão nos terminais do condensador Ca,
- $V_{fw_{Dz1}}$ representa a tensão de limite de condução direta do diodo Zener Dz1,
- V_{Dz2} representa a tensão de interrupção do diodo Zener Dz2,
- I_{DT1} representa a corrente Dreno-Fonte que atravessa o primeiro transistor T1,
- $R_{ds_{ON_T1}}$ representa a resistência no estado passante do primeiro transistor T1.

[0041] Partindo da arquitetura descrita acima, a invenção consiste

também em montar em série transistores acima do segundo transistor T2.

[0042] Para efetuar isso, é possível sobrepor um ou vários motivos idênticos sobre a arquitetura descrita precedentemente e que compreende os dois transistores T1, T2. O primeiro motivo é conectado à grade G e ao dreno D do segundo transistor T2.

[0043] Em referência à figura 6, um motivo compreende dois pontos de conexão M, N. Cada motivo compreende um condensador Cb, que pode ser idêntico ao condensador Ca citado precedentemente, conectado a um primeiro ponto de conexão M, um diodo Zener Dz1, idêntico ao precedente para respeitar a partilha das tensões, conectado em série com o condensador Cb, um transistor T3_i (i = 1 a n), do mesmo tipo que os transistores T1, T2 principais, do qual a grade G é conectada ao condensador Cb, e a fonte S é conectada a um segundo ponto de conexão N. O motivo compreende também um diodo Zener Dz3 (idêntico ou não a Dz2) conectado entre a grade G e a fonte S do transistor T3_i.

[0044] Cada motivo acrescentado vem se conectar por seu segundo ponto de conexão N no dreno D do transistor (T3_n-1) do motivo precedente e por seu primeiro ponto de conexão M na grade G do transistor (T3_n-1) do motivo precedente.

[0045] O dreno D do transistor do último motivo (T3_n) é conectado ao primeiro terminal de entrada A descrito acima.

[0046] Na abertura do primeiro transistor T1 comandada pela unidade de comando U, as capacidades parasitas dos transistores em série se carregam pela corrente Ip. A tensão nos terminais de cada transistor T3_i é nivelada na tensão de seu diodo Zener Dz1. Os diodos Zener conduzem e carregam os condensadores Cb dos motivos.

[0047] No fechamento, a tensão nos terminais de cada condensador Cb dos motivos, compensa as quedas de tensão. Essa tensão V1

nos terminais de cada condensador C_b de um motivo é expressa da maneira seguinte:

$$[0048] \quad V_1 = (V_{Dz3} - V_{Dz2}) + V_{fw_{Dz1}} + I_{dT2} \cdot R_{ds_{on_T2}}$$

$$[0049] \quad V_n = (V_{Dz3} - V_{Dz2}) + V_{fw_{Dz1}} + I_{dTn} \cdot R_{ds_{on_Tn}}$$

[0050] Se $V_{Dz3} = V_{Dz2}$, e as resistências no estado passante dos transistores são idênticas ($R_{ds_{on_Tn}}$), obtém-se então:

$$[0051] \quad V_1 = V_2 = V_n = V_{fw_{Dz1}} + I_{dT2} \cdot R_{ds_{on_Tn}}$$

[0052] O emprego de um condensador dito "flutuante" na colocação em série de mais de dois transistores de tipo MOSFET permite compensar as quedas de tensão dos diodos Zener $Dz1$ associados e a queda de tensão ligada à resistência no estado passante do transistor.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de comando (1) destinado a ser empregado em um sistema de alimentação elétrica de comutação para comandar um conversor contínua/contínua do dito sistema de alimentação elétrica de comutação, o dito dispositivo de comando compreendendo um primeiro terminal de entrada (A) e um segundo terminal de entrada (B), um primeiro transistor (T1) conectado por sua fonte ao segundo terminal de entrada (B) e dotado de uma grade (G) destinada a receber sinais de comando que provêm de uma unidade de comando (U) e um segundo transistor (T2) dotado de uma grade (G) e conectado por seu dreno (D) ao primeiro terminal de entrada (A) e por sua fonte (S) ao primeiro transistor (T1), **caracterizado** pelo fato de que o dispositivo de comando compreende:

- um conjunto de comando conectado à grade (G) do segundo transistor (T2) e ao segundo terminal de entrada (B) e que compreende um condensador (Ca) e um diodo Zener (Dz1) conectado em série com o dito condensador (Ca), o dito condensador (Ca) sendo destinado a compensar as quedas de tensão dos ditos diodos Zener (Dz1),

- um diodo Zener (Dz2) conectado entre a grade (G) e a fonte (S) do segundo transistor (T2).

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que ele compreende um ou vários motivos idênticos superpostos, cada motivo compreendendo:

- dois pontos de conexão (M, N),
- um condensador (Cb) conectado a um primeiro ponto de conexão (M),
- um primeiro diodo Zener (Dz1) conectado em série com o dito condensador (Cb),
- um terceiro transistor (T3_i) dotado de uma grade (G) co-

nectada ao dito condensador (Cb) e de uma fonte (S) conectada a um segundo ponto de conexão (N),

- um diodo Zener (Dz3) conectado entre a grade (G) e a fonte (S) do terceiro transistor (T3_i),

- um primeiro motivo acrescentado vindo se conectar por seu segundo ponto de conexão (N) no dreno (D) do segundo transistor (T2) e por seu primeiro ponto de conexão (M) na grade (G) do segundo transistor (T2),

- cada motivo suplementar vindo se conectar por seu segundo ponto de conexão (N) no dreno (D) do transistor (T3_{n-1}) do motivo precedente e por seu primeiro ponto de conexão (M) na grade (G) do transistor (T3_{n-1}) do motivo precedente.

3. Sistema de alimentação elétrica de comutação que compreende um primeiro terminal (X) e um segundo terminal (Y) entre os quais é conectada uma fonte de tensão contínua, um conversor contínua/contínua conectado ao primeiro terminal (X) e um dispositivo de comando (1) conectado em série com o conversor contínua/contínua e com o segundo terminal (Y), **caracterizado** pelo fato de que o dito dispositivo de comando (1) está de acordo com aquele como definido em uma das reivindicações 1 a 3.

4. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de que o conversor contínua/contínua é de tipo "flyback" isolado.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de que o conversor contínua/contínua é de tipo "forward" isolado.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de que o conversor contínua/contínua é de tipo elevador.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de que o conversor contínua/contínua é ou de tipo redutor.

8. Variador de velocidade destinado a controlar uma carga elétrica (M), que compreende:

- um módulo retificador (REC) destinado a retificar uma tensão alternada fornecida por uma rede (R) de distribuição elétrica,
- um barramento contínuo de alimentação conectado ao módulo retificador (REC) e que compreende uma primeira linha de alimentação (10) de potencial elétrico positivo e uma segunda linha de alimentação (11) de potencial elétrico negativo entre as quais é aplicada uma tensão contínua (Vbus) principal fornecida pelo módulo retificador,
- um condensador de barramento (Cbus) conectado à primeira linha de alimentação (10) e à segunda linha de alimentação (11),
- um módulo ondulador (INV) que compreende vários transistores de comutação destinados a converter a tensão contínua (Vbus) disponível no barramento em uma tensão variável com destino à carga elétrica (M),

caracterizado pelo fato de que ele compreende:

- um sistema de alimentação elétrica de comutação, de acordo com aquele como definido em uma das reivindicações 3 a 7, e pelo fato de que o primeiro terminal (X) do sistema de alimentação elétrica de comutação é conectado à primeira linha de alimentação (10) do barramento contínuo de alimentação e o segundo terminal (Y) do sistema de alimentação elétrica de comutação é conectado à segunda linha de alimentação (11) do barramento contínuo de alimentação.

Fig. 1A

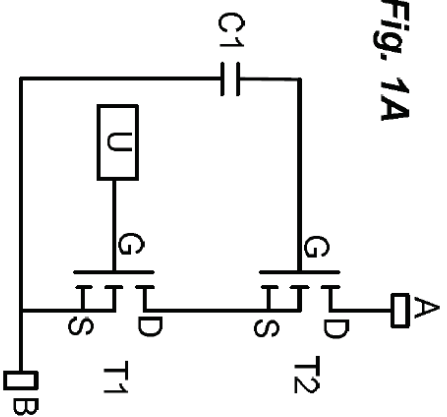


Fig. 1B

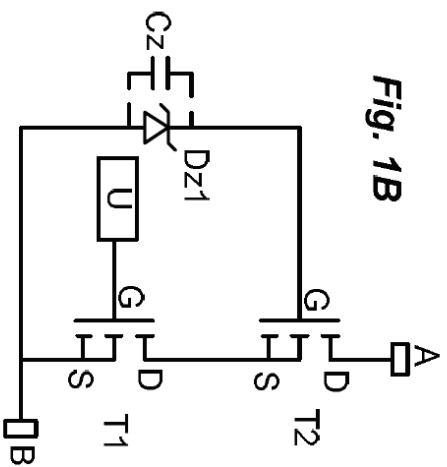


Fig. 2

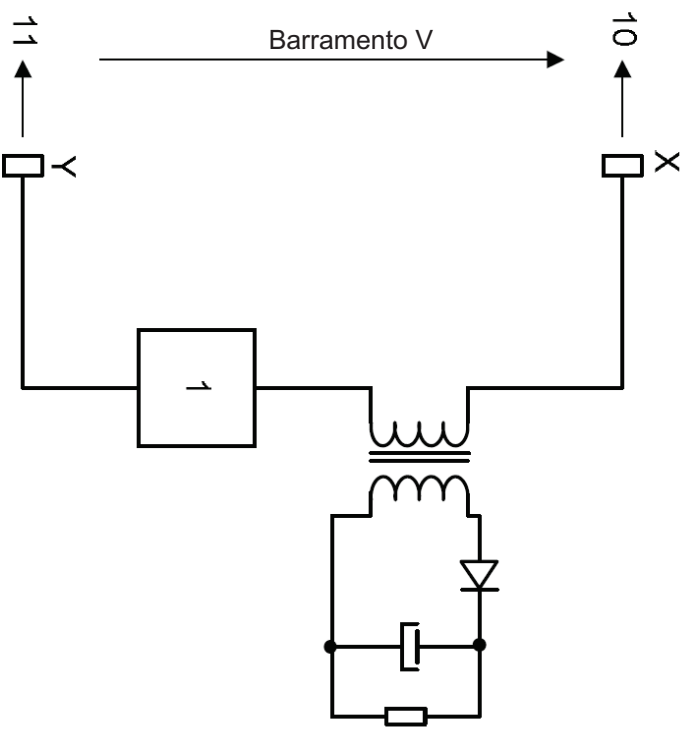


Fig. 3

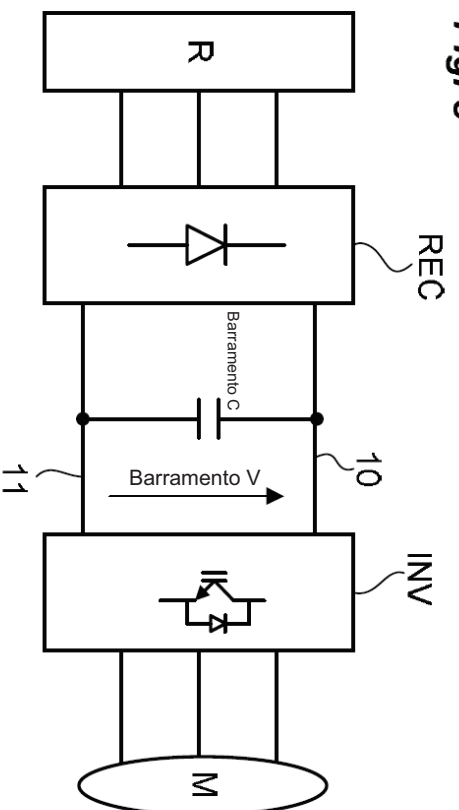


Fig. 4

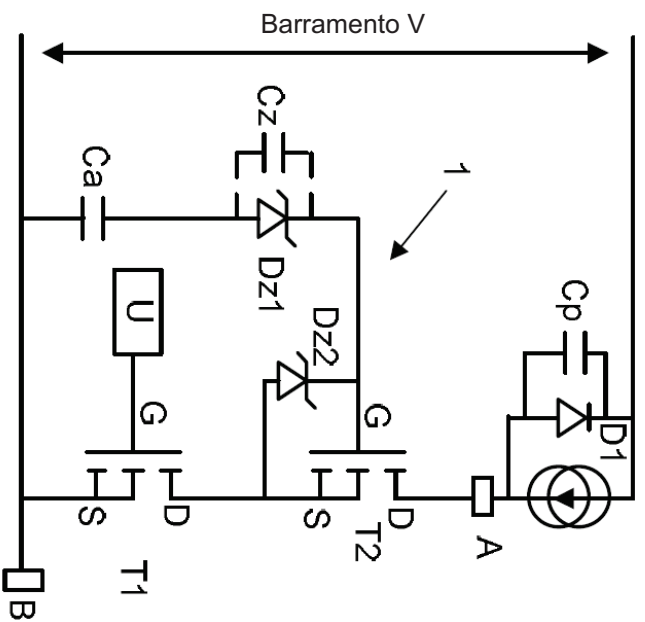


Fig. 5A

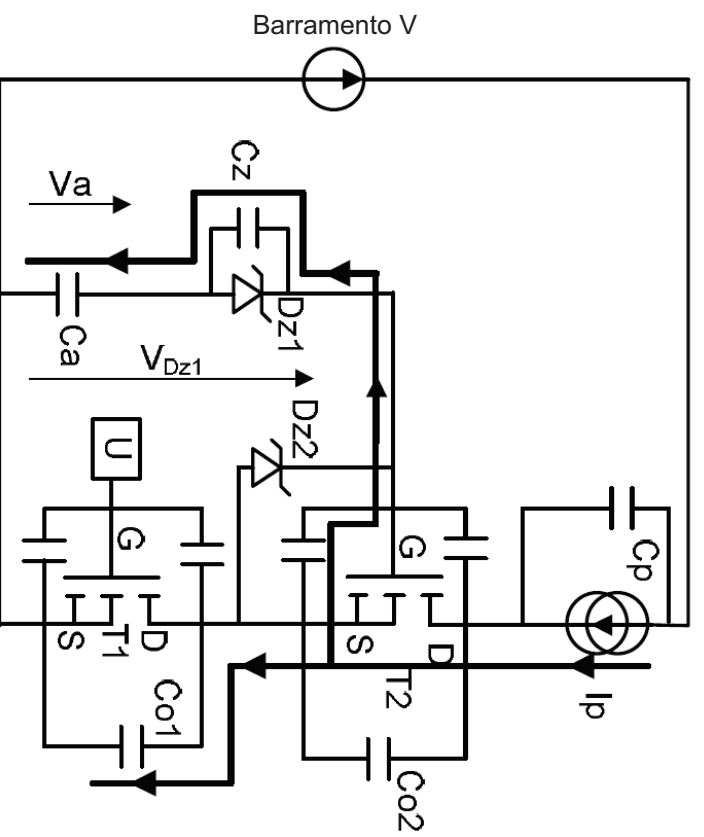


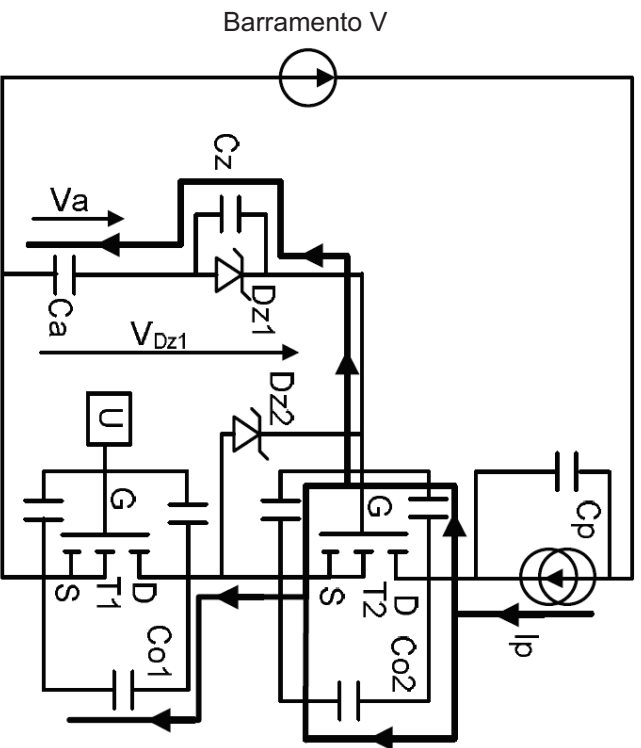
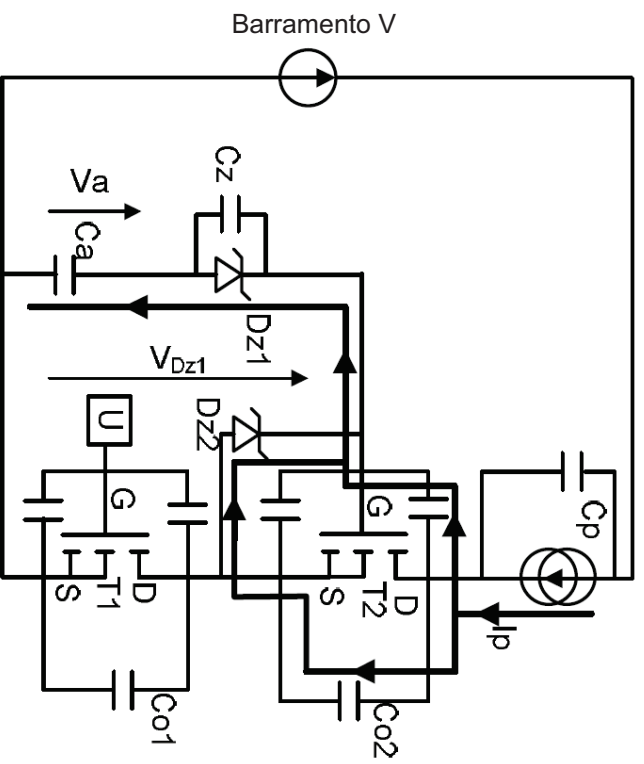
Fig. 5B**Fig. 5C**

Fig. 6

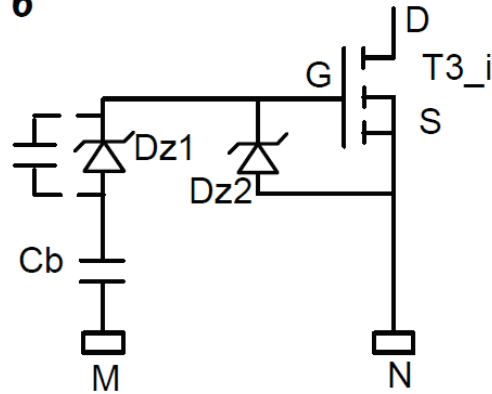


Fig. 7

