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

(11) BR 102013007359-8 B1

(22) Data do Depósito: 27/03/2013

(45) Data de Concessão: 14/07/2020

(54) Título: DISPOSITIVO DE COMANDO, SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA COMUTADO E VARIADOR DE VELOCIDADE

(51) Int.Cl.: H02M 1/08; H02M 1/088; H02M 3/335; H02M 5/458; H02M 3/155.

(30) Prioridade Unionista: 30/03/2012 FR 12 52956.

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

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

(57) Resumo: DISPOSITIVO DE COMANDO UTILIZADO EM UM SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA COM CORTE. A presente invenção refere-se a um dispositivo de comando (1) destinado a ser empregado em um sistema de alimentação elétrica com corte, esse sistema podendo notadamente ser empregado em um variador de velocidade para alimentar sua eletrônica. O dispositivo de comando (1) comporta um primeiro transistor (T1) destinado a receber sinais de comando provenientes de uma unidade de comando (U) e um segundo transistor (T2) conectado em série com o primeiro transistor (T1), e dotado de uma grade (G) com comando flutuante.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"DISPOSITIVO DE COMANDO, SISTEMA DE ALIMENTAÇÃO ELÉTRICA COMUTADO E VARIADOR DE VELOCIDADE".**

Domínio técnico da invenção

[0001] A presente invenção refere-se a um dispositivo de comando utilizado em um sistema de alimentação elétrica com corte. A invenção refere-se também a um sistema de alimentação elétrica com corte, empregando esse dispositivo de comando.

Estado da técnica

[0002] Um sistema de alimentação elétrica com corte (também denominado SMPS por "Switched Mode Power Supply") permite liberar, na saída, uma ou várias tensões contínuas a partir de uma tensão contínua medida na entrada. Esse tipo de síntese de alimentação elétrica com corte é notadamente utilizado em uma variação de velocidade. Em um variador de velocidade, o sistema de alimentação elétrica com corte é então encarregado de fornecer uma tensão contínua auxiliar, permitindo alimentar qualquer eletrônica do variador de velocidade, a partir de uma tensão contínua principal medida sobre a barra contínua de alimentação do variador de velocidade.

[0003] A barra contínua de alimentação fornece uma tensão contínua principal que pode ir de 350 Vcc a mais de 1000 Vcc. O dispositivo de comando utilizado no sistema de alimentação elétrica com corte deve assim poder comutar uma corrente que vai até 2A sob 1700 Vcc. De maneira conhecida, o dispositivo de comando pode comportar um único transistor de tipo MOSFET, tendo uma tensão de ruptura compreendida entre 1200 V e 1700 V. Todavia, 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 particularmente elevadas.

[0004] Para prevenir esses inconvenientes, é conhecido da asso-

ciação de dois transistores MOSFET em série, tendo tensões de ruptura menores, indo de 600 V a 900 V. Cada um dos transistores em série suporta assim uma tensão elétrica menor, compatível com uma utilização ótima da tecnologia MOSFET.

[0005] 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. Hess et Russel Jacob Baker – IEEE transactions on power electronics, Vol. 15, N° 5, Septembre 2000, descreve um dispositivo de comando que comporta pelo menos dois transistores de tipos MOSFET em série. Essa topologia está representada na figura 1A. Nessa topologia, o dispositivo de comando comporta dois bornes de entrada A, B e um primeiro transistor T1 conectado ao segundo borne de entrada B e que recebe sobre sua porta sinais do comando provenientes de uma unidade de comando U. Um segundo transistor T2 é conectado em série com o primeiro transistor T1 e ao primeiro borne de entrada A. Um capacitor C1 é conectado entre a porta do segundo transistor T2 e o primeiro borne de entrada A. O papel do capacitor C1 é duplo: fornecer carga suficiente para controlar o segundo transistor e limitar a tensão nos bornes do primeiro transistor a um valor ótimo.

[0006] Para não ser tributário a essas duas condições foi notadamente proposto substituir o capacitor por um diodo zener Dz1, que permite então fixar a tensão nos bornes do primeiro transistor T1. Essa segunda topologia conhecida está representada na figura 1B. Nessa montagem, o controle do segundo transistor T2 é, então, assegurado, graças à carga armazenada pelo capacitor intrínseco (Ci) do diodo zener Dz1. Todavia, se a carga transmitida pelo capacitor intrínseco do diodo zener Dz1 for inferior (devido, por exemplo, a uma tensão da barra contínua muito baixa) à carga necessária a controlar corretamen-

te o segundo transistor T2, será, então, necessário acrescentar um capacitor em paralelo desse diodo zener, para assegurar um controle adaptado do segundo transistor. Acrescentando-se o capacitor em paralelo do diodo zener, os inconvenientes definidos para a primeira montagem refazem seu aparecimento.

[0007] Nessas duas montagens, o controle do segundo transistor T2 depende da capacidade do capacitor, intrínseca ou adicional, e do nível da tensão nos bornes do capacitor. Para controlar, de maneira adaptada, o segundo transistor T2, a partir de uma tensão que é baixa nos bornes do capacitor (intrínseca do diodo zener Dz1 ou adicional), é necessário aumentar a capacidade do capacitor conectado em série à porta G do transistor T2. Ora, a capacidade do capacitor não pode ser aumentada indefinidamente.

[0008] A finalidade da invenção é de propor um dispositivo de comando com dois transistores em série, destinado a ser utilizado em um sistema de alimentação elétrica com recorte, o dispositivo de comando permitindo um controle adaptado ao segundo transistor, independentemente do nível da tensão contínua principal, e sem aumentar a capacidade de um capacitor.

Exposição da invenção

[0009] Essa finalidade é atingida por um dispositivo de comando destinado a ser utilizado em um sistema de alimentação elétrica com corte para comandar um conversor contínuo/contínuo desse sistema de alimentação elétrica com corte, esse dispositivo de comando comportando um primeiro borne de entrada e um segundo borne de entrada, um primeiro transistor conectado ao segundo borne de entrada e dotado de uma porta destinada a receber sinais de comando provenientes de uma unidade de comando e um segundo transistor conectado ao primeiro borne de entrada, em série com o primeiro transistor, e dotado de uma porta com comando flutuante, o dispositivo de comando

comportando um conjunto de comando conectado à porta do segundo transistor e ao segundo borne de entrada e compreendendo uma fonte de tensão e um dispositivo limitação/derivação de tensão conectado à fonte de tensão.

[00010] De acordo com uma particularidade, o dispositivo de limitação/derivação de tensão comporta um diodo zener conectado em série com a fonte de tensão.

[00011] De acordo com uma outra particularidade, um capacitor adicional é, por exemplo, do diodo zener sozinho.

[00012] De acordo com uma outra particularidade, o dispositivo de limitação/derivação de tensão comporta um diodo conectado em série com a fonte de tensão e um diodo zener conectado em paralelo da fonte de tensão e desse diodo. De acordo com uma outra particularidade, o capacitor adicional é, então, conectado em paralelo do conjunto de comando, o conjunto de comando estando na configuração diodo zener + fonte de tensão em série ou na configuração diodo + fonte de tensão em série e diodo zener em paralelo.

[00013] De acordo com uma outra particularidade, o dispositivo comporta um ou vários motivos idênticos superpostos, cada motivo compreendendo:

- dois pontos de conexão;
- um capacitor conectado a um primeiro ponto de conexão;
- um primeiro diodo zener conectado em série com esse capacitor;
- um terceiro transistor dotado de uma porta conectada a esse capacitor e de uma fonte conectada a um segundo ponto de conexão;
- um diodo zener conectado entre a porta e a fonte do terceiro transistor;
- o primeiro motivo acrescentado vindo se conectar por seu

segundo ponto de conexão sobre o dreno do segundo transistor e por seu primeiro ponto de conexão sobre a porta do segundo transistor;

- cada motivo suplementar que vem se conectar por seu segundo ponto de conexão sobre o dreno do transistor do motivo precedente e por seu primeiro ponto de conexão sobre a porta do transistor do motivo precedente.

[00014] A invenção refere-se também a um sistema de alimentação elétrica com corte, compreendendo um primeiro borne e um segundo borne entre os quais é conectada uma fonte de tensão contínua, um conversor contínuo/contínuo conectado ao primeiro borne e um dispositivo de comando conectado em série com o conversor contínuo/contínuo e ao segundo borne, esse dispositivo de comando estando de acordo com aquele definido acima.

[00015] De acordo com um modo de realização, o conversor contínuo/contínuo é do tipo "flyback" isolado.

[00016] De acordo com um outro modo de realização, o conversor contínuo/contínuo é do tipo "forward" isolado.

[00017] De acordo com um outro modo de realização, o conversor contínuo/contínuo é de tipo elevador.

[00018] De acordo com um último modo de realização, o conversor contínuo/contínuo é de tipo redutor.

[00019] A invenção refere-se também a um variador de velocidade destinado a comandar uma carga elétrica, esse variador de velocidade comportando:

- um módulo corretor destinado a corrigir uma tensão alternada fornecida por uma rede de distribuição elétrica;

- uma barra contínua de alimentação conectada ao módulo corretor e comportando uma primeira linha de alimentação com potencial elétrico positivo e uma segunda linha de alimentação com potencial elétrico negativo entre as quais é aplicada uma tensão contínua

principal fornecida pelo módulo corretor;

- um capacitor de barra conectado à primeira linha de alimentação e à segunda linha de alimentação;

- um modulador ondular que comporta vários transistores de comutação destinados a converter a tensão contínua disponível sobre a barra em uma tensão variável com destino à carga elétrica;

- um sistema de alimentação elétrica de corte, conforme aquele definido acima, o primeiro borne do sistema de alimentação elétrica com corte sendo conectado à primeira linha de alimentação da barra contínua de alimentação e o segundo borne do sistema de alimentação elétrica com corte sendo conectado à segunda linha de alimentação da barra contínua de alimentação.

Breve descrição das figuras

[00020] Outras características e vantagens vão aparecer na descrição detalhada que se segue, feita com relação aos desenhos anexados, nos quais:

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

- a figura 1B representa um dispositivo de comando em série, conforme um segundo estado da técnica;

- a figura 2 representa um sistema de alimentação elétrica com corte;

- a figura 3 representa um variador de velocidade utilizando um sistema de alimentação elétrica com corte da invenção;

- as figuras 4A e 4E representam um dispositivo de comando com dois transistores em série, segundo diferentes variantes de realização da invenção;

- a figura 5 representa um motivo que pode ser em cascata, cada vez sobre o dispositivo de comando representado nas figuras 4A a 4E;

- a figura 6 representa um dispositivo de comando da invenção, compreendendo vários transistores em cascata.

Descrição detalhada de pelo menos um modo de realização

[00021] As soluções apresentadas nas figuras 1A e 1B fazem parte do estado da técnica e foram descritas acima, na parte introdutória da descrição.

[00022] Na sequência da descrição, determinadas 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 exercem uma função idêntica.

[00023] A invenção refere-se a um dispositivo de comando 1 destinado a ser utilizado em um sistema de alimentação elétrica com corte. Esse sistema de alimentação elétrica com corte é utilizado em um variador de velocidade, tal como representado na figura 3.

[00024] Com referência à figura 3, um variador de velocidade é alimentado a partir de uma rede R de alimentação elétrica trifásica que libera uma tensão alternada e é baseada em uma topologia AC/DC/AC (AC = Corrente Alternada, DC = Corrente contínua). Esse variador de velocidade comporta assim:

- um módulo corretor REC destinado a corrigir a tensão alternada fornecida pela rede;

- uma barra contínua de alimentação conectada ao módulo corretor e comportando uma primeira linha de alimentação 10 com potencial elétrico positivo e uma segunda linha de alimentação 11 com potencial elétrico negativo, entre as quais é aplicada uma tensão contínua Vbus principal fornecida pelo módulo corretor;

- um capacitor de barra Cbus conectado à primeira linha de alimentação 10 e a segunda linha de alimentação 11, e encarregado de manter a tensão contínua Vbus em um valor constante;

- um módulo ondulador INV comportando vários transisto-

res de comutação destinados a converter a tensão contínua disponível sobre a barra em uma tensão variável com destino a uma carga elétrica M.

[00025] A tensão contínua Vbus principal é empregada para alimentar o sistema de alimentação elétrica com corte. O sistema de alimentação elétrica com corte é notadamente utilizado para fornecer uma tensão de comando aos transistores do módulo ondulador INV.

[00026] Um sistema de alimentação elétrica com corte, tal como representado na figura 2, comporta um primeiro borne X destinado a ser conectado à primeira linha de alimentação 10 e um segundo borne Y destinado a ser conectado à segunda linha de alimentação 11 da barra contínua de alimentação. O sistema comporta um conversor contínuo/contínuo conectado ao seu primeiro borne X e um dispositivo de comando 1 conectado em série com o conversor contínuo/contínuo e a seu segundo borne Y. O conversor contínuo/contínuo 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 e um conversor de tipo "flyback".

[00027] Com referência à figura 1A, o dispositivo de comando 1 da invenção comporta dois bornes de entrada A, B. O primeiro borne de entrada A é destinado a ser conectado ao conversor contínuo/contínuo do sistema de alimentação elétrica com corte e o segundo borne de entrada B é destinado a ser conectado ao segundo borne Y do sistema.

[00028] O dispositivo de comando 1 comporta dois transistores T1, T2 conectados em série entre seu primeiro borne de entrada A e seu segundo borne de entrada B. De preferência, cada um dos transistores é um MOSFET, um IGBT ou um transistor fabricado em um material com grande energia de banda proibida ("wide-band gab material"), tal

como o carboneto de silício ou o nitreto de gálio. Escolher dois transistores em série permite dividir em duas a tensão suportada nos bornes de cada um dos transistores, e, portanto, seu custo e seu volume em relação a um único transistor que suporta a integralidade da tensão.

[00029] Cada transistor T1, T2 possui uma porta G, cujo comando permite fazer passar uma corrente entre um dreno D e uma fonte S. Como representado na figura 4A, a fonte S do primeiro transistor T1 é conectada ao segundo borne 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 borne de entrada A.

[00030] A porta G do primeiro transistor T1 é conectada a uma unidade de comando U que libera sinais de comando, por exemplo, de tipo MLI (Modulação de Largura de Impulso ou PWM para "Pulse Width Modulation"), para comandar o primeiro transistor T1 na abertura ou no fechamento. A porta G do segundo transistor T2 e de comando flutuante. Assim, ela é conectada ao segundo borne de entrada B, através de um conjunto de comando específico, objeto da invenção.

[00031] Esse conjunto de comando comporta uma fonte de tensão Vdc conectada ao segundo borne de entrada e um dispositivo de limitação/derivação de tensão conectado à fonte de tensão Vdc e à porta G do segundo transistor T2.

[00032] Em uma primeira variante de realização representada sobre as figuras 4A, 4B, 4C, o dispositivo de limitação/derivação de tensão comporta um diodo zener Dz1 conectado em série com a fonte de tensão Vdc.

[00033] Em uma segunda variante de realização representada nas figuras 4D e 4E, o dispositivo de limitação/derivação de tensão comporta um diodo D1 conectado à porta G do segundo transistor T2 e em série com a fonte de tensão Vdc e um diodo zener Dz1 conectado em paralelo da fonte de tensão Vdc e do diodo D1.

[00034] Nas figuras 4A a 4C, o diodo zener Dz1 exerce um duplo papel: o papel da limitação de tensão para limitar a tensão nos bornes do primeiro transistor T1 à tensão inversa do diodo zener Dz1 e o papel de diodo permitindo apontar a tensão Vdc para a porta G do segundo transistor T2, quando do fechamento do dispositivo.

[00035] A fonte de tensão Vdc permite garantir uma tensão suficiente para comandar o segundo transistor T2, por exemplo, quando do acionamento de um sistema de alimentação elétrica com corte, mesmo se o capacitor (capacitor intrínseco do diodo zener) conectado em série for insuficiente para o comando do segundo transistor T2.

[00036] Com referência às figuras 4B, 4C, 4E para limitar a dissipação no diodo zener Dz1, é possível acrescentar um capacitor adicional Cadd. Esse capacitor adicional Cadd é conectado em paralelo do diodo zener sozinho (Figura 4B) ou em paralelo do conjunto de comando em totalidade (figuras 4C e 4E). O valor do capacitor desse capacitor adicional Cadd é escolhido de maneira a poder sincronizar a abertura dos dois transistores e a representar um compromisso entre as perdas geradas no primeiro transistor T1 e as perdas geradas no diodo zener Dz1.

[00037] De acordo com a invenção, o acréscimo da fonte de tensão Vdc no comando da porta G do segundo transistor T2 retira assim qualquer esforço de dimensionamento de qualquer capacitor conectado em série. Ela permite garantir o bom funcionamento do segundo transistor e assegurar que este passa o limite de condução.

[00038] O funcionamento do dispositivo de comando, tal como representado na figura 4B, 4C ou 4E é o seguinte:

[00039] No fechamento:

[00040] Em t_0 : os dois transistores são abertos. A tensão nos bornes do diodo zener Dz1 se aplica aos bornes do primeiro transistor T1. A unidade de comando U envia um sinal de fechamento sobre a porta

do primeiro transistor T1.

[00041] Entre t_0 e t_1: o primeiro transistor T1 estando em curso de fechamento atenção em seus bornes, entre dreno e fonte, diminui. Essa diminuição força a descarga do capacitor nos bornes do diodo zener Dz1 para a porta do segundo transistor T2. Uma corrente em carga, então, a porta G do segundo transistor T2.

[00042] Em t_1: quando as cargas são suficientemente acumuladas sobre a porta G do segundo transistor T2, o segundo transistor T2 se fecha. A fonte de tensão permite garantir a passagem do limite de condução do segundo transistor T2.

[00043] Na abertura:

[00044] Em t_0: os dois transistores são fechados. A unidade de comando U envia um sinal de abertura sobre a porta G do primeiro transistor T1.

[00045] Entre t_0 e t_1: a tensão nos bornes do transistor T1 aumenta, acarretando o aumento da tensão nos bornes do diodo zener Dz1. Uma corrente circula, então, da porta do transistor T2 para o diodo zener Dz1 e o capacitor, acarretando a descarga da porta do segundo transistor T2. O capacitor adicional Cadd permite, então, estocar a energia de descarga do segundo transistor T2. O valor do capacitor do capacitor adicional Cadd é assim escolhido para regular a duração de comutação à abertura do segundo transistor T2, por exemplo, de maneira a sincronizar a abertura do segundo transistor T2 com a abertura do primeiro transistor T1. O diodo zener Dz1 fixa, por sua vez, a tensão máxima sobre o primeiro transistor T1.

[00046] Em t_1: os dois transistores estão abertos.

[00047] Partindo das arquiteturas descritas acima, a invenção consiste também em tornar em cascata os transistores acima do segundo transistor T2.

[00048] Para efetuar isto, é possível superpor um ou vários motivos

idênticos sobre a arquitetura anteriormente e compreendendo os dois transistores T1, T2. O primeiro motivo é conectado à porta G e ao dreno D do segundo transistor T2.

[00049] Com referência à figura 5, um motivo comporta dois pontos de conexão M, N. Cada motivo comporta um capacitor Cb conectado a um primeiro ponto de conexão M, um diodo zener Dz1 idêntico ao precedente para respeitar a divisão das tensões, conectada em série com o capacitor Cb, um transistor T3_i (i = 1 a n), do mesmo tipo que os transistores T1, T2 principais, cuja a porta G é conectada ao capacitor Cb, e a fonte S é conectada a um segundo ponto de conexão N. O motivo comporta também um diodo zener Dz3 (idêntico ou não a Dz2) conectado entre a porta G e a fonte S do transistor T3_i.

[00050] Cada motivo acrescentado vem se conectar por seu segundo ponto de conexão N sobre o dreno D do transistor (T3_n-1) do motivo precedente e por seu primeiro ponto de conexão M sobre a porta G do transistor (T3_n-1) do motivo precedente.

[00051] O dreno D do transistor do último motivo (T3_n) é conectado ao primeiro borne de entrada A descrito acima.

[00052] Na abertura do primeiro transistor T1 comandada pela unidade de comando U, as capacidades parasitas dos transistores em cascata se carregam por uma corrente (vindo do conversor). A tensão nos bornes de cada transistor T3_i é colocada na limitação à tensão de seu diodo zener Dz1. Os diodos zener levam e carregam os capacitores Cb dos motivos.

[00053] No fechamento, a tensão nos bornes de cada capacitor Cb dos motivos, compensa as quedas de tensão do diodo zener em condução direta (tensão VfwDz1) e do transistor subjacente em condução. Essa tensão Vn nos bornes de cada capacitor Cb de um motivo se expressa da seguinte maneira:

$$V1= V_{Dz3} – (Vdc-Vfw_{Dz1}) + Vfw_{Dz1}+ Id_{T2}*Rds_{on_T2}$$

$$Vn = V_{Dz3} - (Vdc - Vfw_{Dz1}) + Vfw_{Dz1} + Id_{Tn-1} * Rds_{on_Tn-1}$$

[00054] A invenção refere-se assim a um dispositivo de comando 1 com funcionamento otimizado, podendo ser empregado em um sistema de alimentação elétrica com recorte, tal como descrito acima. Esse sistema pode notadamente ser empregado em um variador de velocidade, tal como descrito acima.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo de comando (1) configurado para ser empregado em um sistema de alimentação elétrica comutada para controlar um conversor CC/CC do referido sistema de alimentação elétrica comutada, o referido dispositivo de comando **caracterizado** pelo fato de compreender:

- um primeiro borne de entrada (A) e um segundo borne de entrada (B),

- um primeiro transistor (T1) conectado ao segundo borne de entrada (B) e equipado com uma porta (G) destinado a ser conectado a uma unidade de comando (U) projetada para fornecer sinais de comando à porta,

- um segundo transistor (T2) em série com o primeiro transistor (T1) e equipado com uma porta (G),

- um conjunto de comando projetado para controlar o segundo transistor (T2), conectado à porta (G) do segundo transistor (T2) e ao segundo borne de entrada (B) e compreendendo uma fonte de tensão (Vcc) e um diodo Zener (Dz1) conectado em série com a fonte de tensão (Vdc),

- vários padrões idênticos, cada padrão compreendendo:

- um primeiro ponto de conexão (M) e um segundo ponto de conexão (N),

- um capacitor (Cb) conectado ao primeiro ponto de conexão (M),

- um primeiro diodo Zener (Dz1) conectado em série com o referido capacitor (Cb),

- um terceiro transistor (T3_i) fornecido com uma porta (G) conectada ao referido primeiro diodo Zener e com uma fonte (S) conectada ao segundo ponto de conexão (N),

- um segundo diodo Zener (Dz3) conectado entre a porta

(G) e a fonte (S) do terceiro transistor (T3_i),

- o primeiro padrão adicionado sendo conectado pelo seu segundo ponto de conexão (N) ao dreno (D) do segundo transistor (T2) e pelo seu primeiro ponto de conexão (M) à porta (G) do segundo transistor (T2),

- cada padrão adicional sendo conectado pelo seu segundo ponto de conexão (N) ao dreno (D) do terceiro transistor (T3_n-1) do padrão anterior e pelo seu primeiro ponto de conexão (M) à porta (G) do terceiro transistor (T3_n-1) do padrão anterior, o dreno do terceiro transistor do último padrão sendo conectado ao primeiro borne de entrada (A).

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por compreender um capacitor adicional (Cadd) conectado em paralelo ao diodo Zener (Dz1).

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** por compreender um capacitor adicional (Cadd) conectado em paralelo ao conjunto de comando.

4. Sistema de alimentação elétrica comutado compreendendo um primeiro borne (X) e um segundo borne (Y) entre os quais está conectada uma fonte de tensão CC, um conversor CC/CC conectado ao primeiro borne (X) e um dispositivo de comando (1) conectado em série com o conversor CC / CC e com o segundo borne (Y), **caracterizado** pelo fato de que o referido dispositivo de comando (1) estar de acordo com o definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 3.

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

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que o conversor CC / CC é do tipo "dianteiro" isolado.

7. Sistema de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que o conversor CC / CC é do tipo auxiliar.

8. Sistema de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que o conversor CC / CC é do tipo buck.

9. Variador de velocidade destinado a controlar uma carga elétrica (M), compreendendo:

- um módulo retificador (REC) destinado a retificar uma tensão CA fornecida por uma rede de distribuição elétrica (R),

- um barramento de fonte de alimentação CC conectado ao módulo retificador (REC) e compreendendo uma primeira linha de fonte de alimentação (10) com potencial elétrico positivo e uma segunda linha de fonte de alimentação (11) com potencial elétrico negativo entre as quais é aplicada uma tensão CC principal (Vbus) fornecido pelo módulo retificador,

- um capacitor de barramento (Cbus) conectado à primeira linha de alimentação (10) e à segunda linha de alimentação (11),

- um módulo inversor (INV) que compreende vários transistores de comutação destinados a converter a tensão CC (Vbus) disponível no barramento em uma tensão variável destinada à carga elétrica (M),

caracterizado pelo fato de compreender:

- um sistema de alimentação elétrica comutada como definido em qualquer uma das reivindicações 4 a 8 e em que o primeiro borne (X) do sistema de alimentação elétrica comutada esteja conectado à primeira linha de fonte de alimentação (10) do barramento da fonte de alimentação CC e o segundo borne (Y) do sistema de alimentação elétrica comutado é conectado à segunda linha de fonte de alimentação (11) do barramento de alimentação CC.

Fig. 1A

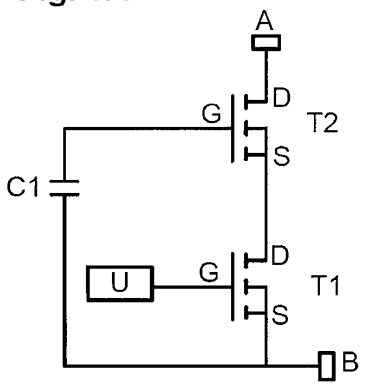


Fig. 1B

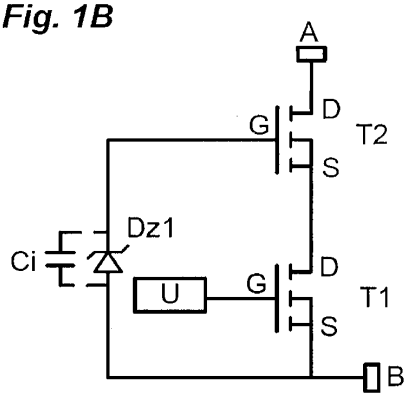


Fig. 2

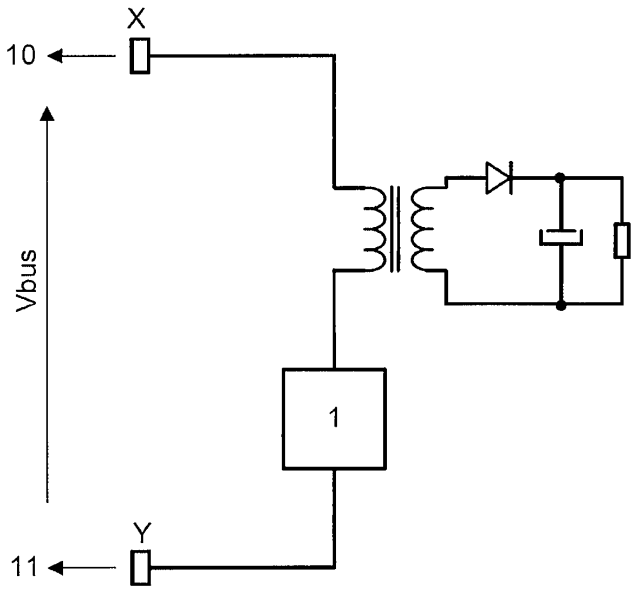


Fig. 3

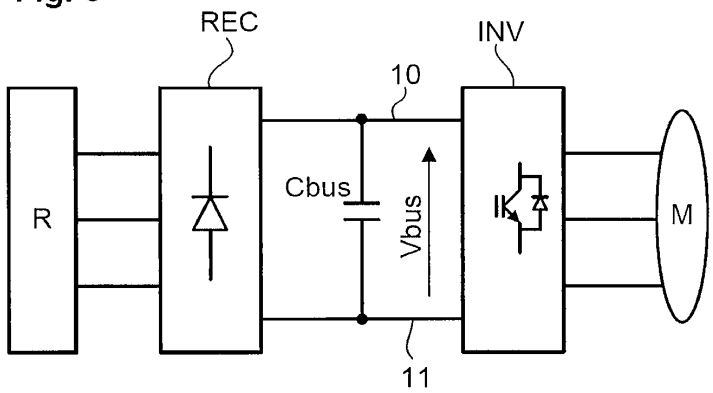


Fig. 4A

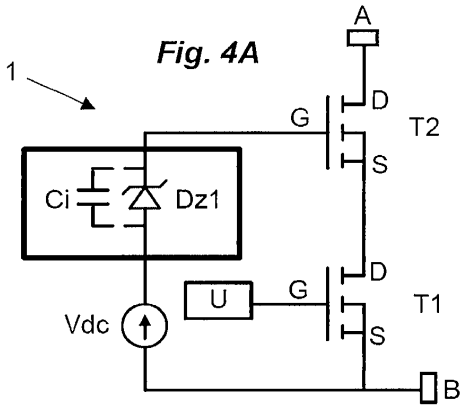


Fig. 4B

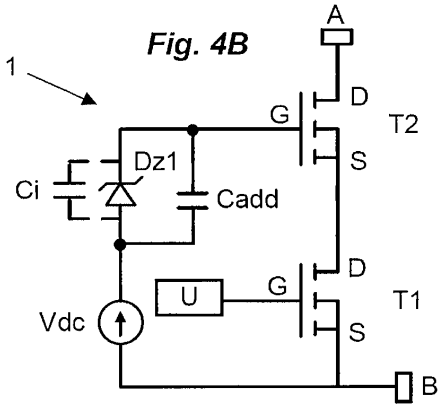


Fig. 4C

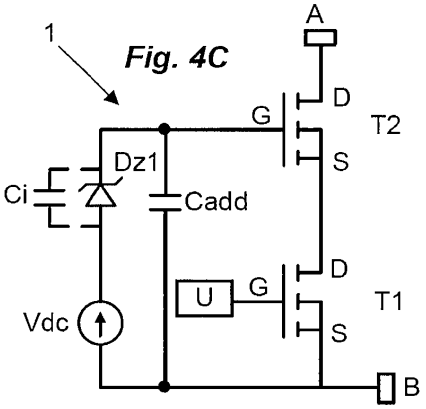


Fig. 4D

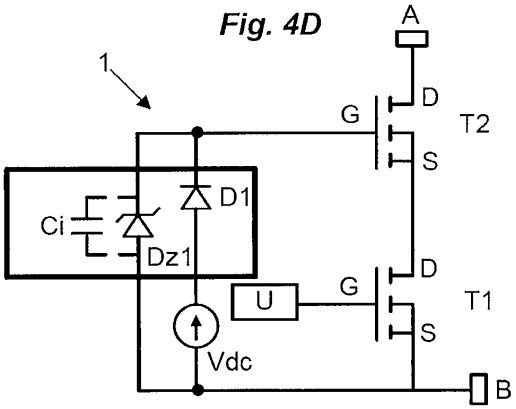


Fig. 4E

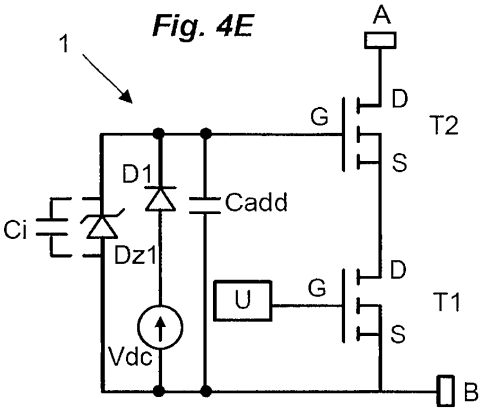


Fig. 5

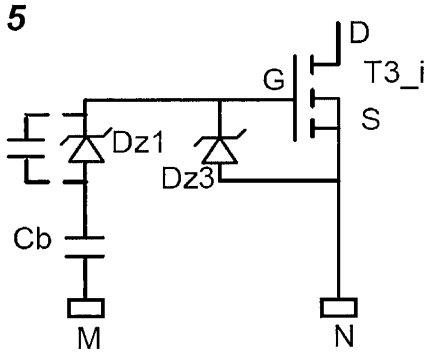
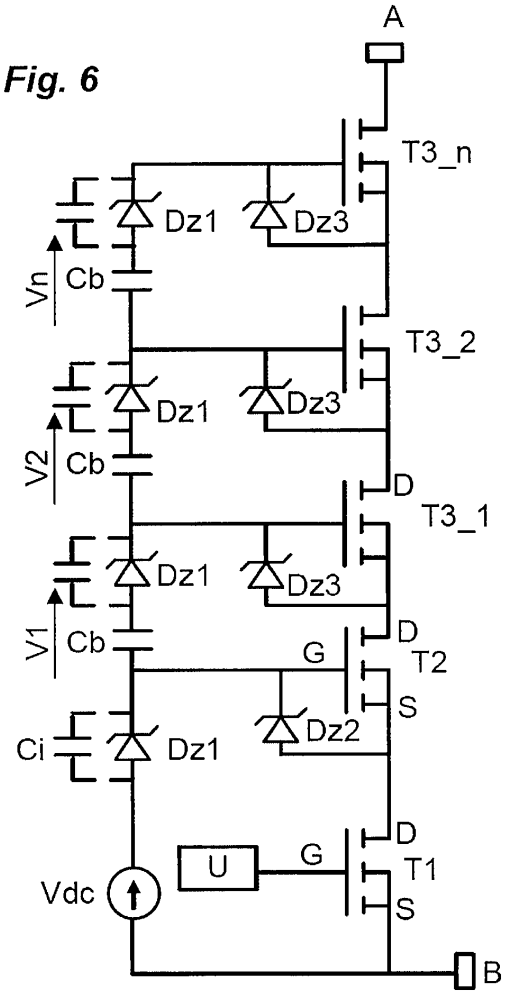

D
G
T3_i
S
Dz1
Dz3
Cb
M
N

Fig. 6


A
T3_n
Dz1
Dz3
Vn
Cb
T3_2
Dz1
Dz3
V2
Cb
D
T3_1
Dz1
Dz3
V1
Cb
D
G
T2
S
Ci
Dz1
Dz2
D
U
G
T1
Vdc
S
B