



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

(11) PI 0922128-0 B1



(22) Data do Depósito: 11/12/2009

(45) Data de Concessão: 29/12/2020

(54) Título: APARELHO DE DETECÇÃO DE SOBRECORRENTE PARA ELEMENTO DE COMUTAÇÃO

(51) Int.Cl.: H03K 19/08.

(30) Prioridade Unionista: 12/12/2008 JP 2008-316488.

(73) Titular(es): NISSAN MOTOR CO., LTD..

(72) Inventor(es): SHO MARUYAMA.

(86) Pedido PCT: PCT IB2009007735 de 11/12/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/067193 de 17/06/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 31/05/2011

(57) Resumo: APARELHO DE DETECÇÃO DE SOBRECORRENTE PARA ELEMENTO DE COMUTAÇÃO. Trata-se de um aparelho de detecção de sobrecorrente para um elemento de comutação (1) que inclui uma fonte de alimentação de referência (8), um circuito comparador (8), um elemento de conversão de corrente (6), um primeiro resistor (R3) e um segundo resistor (R2). O circuito comparador (8) inclui um primeiro terminal de entrada que recebe uma tensão elétrica correspondente a uma corrente fluindo no elemento de comutação e um segundo terminal de entrada que recebe uma tensão de referência alimentada pela fonte de alimentação de referência (7). O elemento de conversão de corrente (6) converte uma tensão elétrica de um elemento de detecção de temperatura (4) que detecta uma temperatura do elemento de comutação (1) em uma corrente correspondente à tensão elétrica do elemento de detecção de temperatura (4). O primeiro resistor (R3) é conectado em série a um lado de alimentação de energia de referência do segundo terminal de entrada do circuito comparador (8). O segundo resistor (R2) é conectado em série a um lado de aterramento do segundo terminal de entrada do circuito comparador (8).

“APARELHO DE DETECÇÃO DE SOBRECORRENTE PARA ELEMENTO DE
COMUTAÇÃO”

REFERÊNCIA CRUZADA A PEDIDOS RELACIONADOS

[001] O presente pedido reivindica prioridade ao Pedido de Patente JP Nº 2008-316488, depositado em 12 de dezembro de 2008. Toda a revelação do Pedido de Patente JP Nº 2008-316488 é incorporada neste para fins de referência.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Campo da Invenção

[002] A presente invenção refere-se, de modo geral, a um aparelho de detecção de sobrecorrente que detecta uma anormalidade de sobrecorrente em um elemento de comutação. Antecedentes da Invenção

[003] Um transistor de força MOS normalmente tem um coeficiente de temperatura de resistência extremamente grande. Ele é conhecido por fornecer um circuito de proteção contra sobrecorrente para um transistor bipolar de porta isolada (IGBT) para proteger o IGBT de um circuito inversor contra uma sobrecorrente no IGBT. Propôs-se, na Publicação de Patente JP aberta à inspeção pública Nº 2002-26707, o emprego de um circuito de proteção contra sobrecorrente que levasse em conta uma característica de temperatura de uma tensão elétrica de detecção para proteger o IGBT do circuito inversor contra uma sobrecorrente no IGBT. Neste circuito de proteção contra sobrecorrente desta publicação, a tensão elétrica de detecção de um diodo proporcionado dentro de um chip semiconductor e uma tensão elétrica de referência são alimentadas a um amplificador operacional. Em seguida, o amplificador operacional compara uma diferença entre a tensão de detecção e a tensão de referência com um valor de referência de detecção de sobrecorrente. Dessa forma, suprime-se o grau ao qual o coeficiente de temperatura de resistência do transistor afeta um valor de corrente de detecção de sobrecorrente.

[004] US 5,501,517 divulga um dispositivo de detecção de corrente tendo uma função de compensação de temperatura usada para um dispositivo limitador de corrente. A resistência de detecção e a fonte de tensão de referência são conectadas a um dispositivo

de comparação. Um dispositivo de compensação, como elemento semicondutor, é inserido em série na fonte de tensão de referência em um circuito de fonte de tensão para fornecer uma tensão de referência para compensar uma dependência de temperatura da resistência de detecção.

[005] US 2008/0100978 A1 divulga um circuito para detectar fluxo de corrente excessivo através de um elemento de comutação comparando a magnitude de uma quantidade de condição elétrica com um valor limite correspondente ao nível máximo permitido de corrente. Um sinal de detecção de temperatura indicativo da temperatura do elemento de comutação é convertido em um sinal de compensação com uma característica de temperatura que é modificada em relação à do sinal de detecção de temperatura.

[006] O documento US 2007/0263334 A1 divulga um circuito detector de corrente que detecta uma corrente de carga que flui através de uma carga. O circuito detector de corrente inclui um primeiro circuito em série com um primeiro condutor e a carga conectada em série. O circuito detector de corrente compreende ainda um segundo circuito em série com um segundo condutor e um resistor conectado em série, em que o segundo condutor com uma característica de temperatura igual à característica de temperatura da resistência do primeiro condutor. Um circuito de controle é configurado para controlar uma queda de tensão no segundo condutor, de modo que a queda de tensão no segundo condutor seja igual a uma queda de tensão no primeiro condutor.

SUMÁRIO

[007] No entanto, com o aparelho de proteção contra sobrecorrente convencional descrito acima, o uso do amplificador operacional aumenta o custo geral do aparelho de detecção de sobrecorrente, além de exigir espaço adicional no aparelho de detecção de sobrecorrente para acomodar o amplificador operacional. Nas concretizações ilustradas, revela-se um aparelho de detecção de sobrecorrente que não utiliza um amplificador operacional. Portanto, nas concretizações ilustradas, o custo geral do aparelho de detecção de sobrecorrente pode ser reduzido em comparação com o aparelho de detecção de sobrecorrente que requer um amplificador operacional. Além do mais, nas concretizações ilustradas,

o aparelho de detecção de sobrecorrente pode ser mais compacto em comparação com o aparelho de detecção de sobrecorrente que requer um amplificador operacional.

[008] Em vista do estado da tecnologia conhecida, propõe-se um aparelho de detecção de sobrecorrente que não usa um amplificador operacional. Basicamente, nas concretizações ilustradas, propõe-se o aparelho de detecção de sobrecorrente para um elemento de comutação com uma fonte de alimentação de referência, um circuito comparador, um elemento de conversão de corrente, um primeiro resistor e um segundo resistor. O circuito comparador inclui um primeiro terminal de entrada que recebe uma tensão correspondente a uma corrente fluindo no elemento de comutação e um segundo terminal de entrada que recebe uma tensão de referência alimentada pela fonte de alimentação de referência. O elemento de conversão de corrente é conectado em série entre a fonte de alimentação de referência e o segundo terminal de entrada do circuito comparador. O elemento de conversão de corrente converte uma tensão elétrica de um elemento de detecção de temperatura que detecta uma temperatura do elemento de comutação em uma corrente correspondente à tensão elétrica do elemento de detecção de temperatura. O primeiro resistor é conectado em série a um lado de alimentação de energia de referência do segundo terminal de entrada do circuito comparador que está entre a fonte de alimentação de referência e o segundo terminal de entrada do circuito comparador. O segundo resistor é conectado em série a um lado de aterramento do segundo terminal de entrada do circuito comparador que está entre a terra e o segundo terminal de entrada do circuito comparador.

[009] Sendo assim, mediante a alimentação de uma tensão de referência para detecção de uma sobrecorrente a um terminal de entrada do circuito comparador, esse aparelho de detecção de sobrecorrente não utiliza um amplificador operacional. Em particular, a tensão de referência é obtida mediante o uso do elemento de conversão de corrente para converter um valor de tensão elétrica do elemento de detecção de temperatura do elemento de comutação em uma corrente e o uso de um resistor para converter a corrente em tensão elétrica. Em outras palavras, o elemento de conversão de corrente é usado para converter um valor de tensão elétrica de um elemento de detecção de temperatura com uma caracte-

rística de temperatura em um valor de corrente correspondente. O valor de corrente tem uma característica de temperatura similar (mesmo sinal) à tensão de detecção do elemento de comutação e a característica de temperatura do valor de corrente pode ser revisada para um coeficiente de temperatura correspondendo à tensão de detecção definindo-se apropriadamente os valores dos resistores. Esta revisão da característica de temperatura é realizada usando um elemento de conversão de corrente, e, portanto, não é necessário usar um amplificador operacional, que é caro e ocupa espaço.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[010] Faremos agora referência aos desenhos em anexo, que formam parte desta revelação original:

A Figura 1 é um diagrama de circuito elétrico que ilustra um aparelho de detecção de sobrecorrente de acordo com uma primeira concretização;

A Figura 2 é um diagrama de circuito elétrico que ilustra um aparelho de detecção de sobrecorrente de acordo com uma segunda concretização;

A Figura 3 é um diagrama de circuito elétrico que ilustra um aparelho de detecção de sobrecorrente de acordo com uma terceira concretização;

A Figura 4 é um gráfico que mostra curvas características de uma razão de máscara e uma tensão de referência versus uma temperatura de junção de um elemento de comutação; e

A Figura 5 é um gráfico que ilustra uma curva de um nível de detecção de sobrecorrente versus uma temperatura de junção de um elemento de comutação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS CONCRETIZAÇÕES

[011] As concretizações selecionadas serão explicadas agora com referência aos desenhos. Ficará evidente aos versados na técnica, com base nesta revelação, que as descrições seguintes das concretizações são apresentadas somente para ilustração e não com o objetivo de limitar a invenção, conforme definida pelas reivindicações anexas e seus equivalentes.

[012] Referindo-se inicialmente à Figura 1, um diagrama de circuito elétrico é ilus-

trado com um aparelho de detecção de sobrecorrente de acordo com uma primeira concretização. Este aparelho de detecção de sobrecorrente pode ser usado como um aparelho para detectar uma anormalidade em um transistor bipolar de porta isolada (IGBT) de um elemento de comutação, tal como um módulo de força inteligente. Essa primeira concretização irá exemplificar tal aplicação do aparelho de detecção de sobrecorrente. No entanto, o aparelho de detecção de sobrecorrente não se limita a tal aplicação e pode ser aplicado a vários tipos de elementos de comutação. Como explicado abaixo, o aparelho de detecção de sobrecorrente desta concretização ilustrada pode ser relativamente caro, relativamente compacto visto que o aparelho de detecção de sobrecorrente não utiliza um amplificador operacional para detectar se existe uma condição de sobrecorrente.

[013] Nesta concretização, o aparelho de detecção de sobrecorrente serve para detectar uma anormalidade de corrente em um elemento de comutação 1 (por exemplo, um IGBT). O elemento de comutação 1 é comutado por um sinal PWM de porta enviado a uma porta G do elemento de comutação 1 a partir de um circuito de acionamento de porta (não ilustrado), e uma corrente de coletor I_o flui a partir de um coletor C para um emissor E do elemento de comutação 1 devido a um sinal de acionamento. Nesta concretização, o elemento de comutação 1 é um transistor com um terminal de detecção de corrente 3. Quando a corrente de coletor I_o flui do coletor C para o emissor E devido a um sinal de acionamento sendo enviado à porta G, uma corrente I_s flui para o terminal de detecção de corrente 3. A corrente I_s é proporcional à corrente I_o (por exemplo, $I_s = I_o/N$; em que uma razão de máscara N das correntes I_o e I_s é conhecida). A corrente I_o/N fluindo do terminal de detecção de corrente 3 é convertida em uma tensão elétrica, isto é, uma tensão de detecção V_{sens} , por um resistor de detecção de corrente R_{sens} e a tensão de detecção V_{sens} é alimentada a um terminal de entrada positiva de um comparador 8.

[014] O elemento de comutação 1 tem um elemento de detecção de temperatura 4 incluindo um diodo para detectar uma temperatura do elemento de comutação 1. Um terminal positivo do elemento de detecção de temperatura 4 é conectado a um resistor de conversão de tensão R1 através de um terminal de detecção de temperatura 5, e uma corrente

fluindo através da conexão é convertida em tensão elétrica. A tensão convertida é alimentada para uma base de um elemento de conversão de corrente 6. Nesta concretização ilustrada, o elemento de detecção de temperatura 4 tem uma característica de temperatura negativa de modo que a tensão de detecção diminua quando a temperatura aumentar.

[015] Uma fonte de alimentação de referência 7 alimentando uma tensão de referência V_{cc} é conectada a um terminal negativo do comparador 8 através de um resistor R3 e do elemento de conversão de corrente 6, que compreende um transistor PNP. Um resistor R2 e um capacitor C1 são conectados entre o terminal negativo do comparador 8 e a terra. O resistor R2 serve para converter uma corrente I_{ref} fluindo do elemento de conversão de corrente 6 em uma tensão e o capacitor C1 serve para estabilizar esta tensão elétrica.

[016] Os princípios e efeitos operacionais do aparelho de detecção de sobrecorrente de acordo com a presente concretização serão explicados. A tensão de detecção V_{sens} pode ser expressa de acordo com a Equação 1 abaixo, em que I_o é uma corrente principal fluindo no elemento de comutação 1, I_o/N é uma corrente de detecção determinada por uma razão de máscara (1:N) em relação à corrente principal, e R_{sens} é um valor de resistência de um resistor usado para converter a corrente de detecção na tensão de detecção V_{sens} .

$$V_{sens} = (I_o/N) \times R_{sens} \quad (1)$$

[017] De acordo com a Equação 1, quando a razão de máscara N tem uma característica de temperatura negativa (isto é, quando a razão de máscara N diminui em resposta a um aumento na temperatura) como indicado com a curva *a* na Figura 4, a tensão de detecção V_{sens} tem uma característica de temperatura positiva (isto é, a tensão de detecção V_{sens} aumenta em resposta a um aumento na temperatura). Isto é, a tensão de detecção V_{sens} tem uma característica de temperatura similar à curva *b* na Figura 4.

[018] Nesse ínterim, uma tensão V_{temp} do elemento de detecção de temperatura 4 do elemento de comutação 1 é alimentada ao terminal de base do elemento de conversão de corrente (transistor PNP) 6 e a tensão de referência V_{cc} é conectada a um terminal emissor do elemento de conversão de corrente 6 através de um resistor R3. Dessa forma, a tensão de detecção de temperatura do elemento de detecção de temperatura 4 pode ser con-

vertida em uma corrente. Sob tais condições, a corrente I_{ref} fluindo no elemento de conversão de corrente (transistor PNP) 6 é expressa de acordo com a Equação 2 abaixo, onde V_{be} é uma tensão existente entre a base e o emissor do elemento de conversão de corrente (transistor PNP).

$$I_{ref} = (V_{cc} - V_{be} - V_{temp})/R_3 \quad (2)$$

[019] Obtendo-se um derivativo da corrente I_{ref} em relação à temperatura T , é possível chegar à Equação 3 apresentada adiante. Aqui, presume-se que a tensão V_{be} entre a base e o emissor do elemento de conversão de corrente (transistor PNP) 6 não possua uma característica de temperatura.

$$\delta I_{ref}/\delta T = (-\delta V_{temp}/\delta T)/R_3 \quad (3)$$

[020] De acordo com a Equação 3, quando a tensão de detecção de temperatura do elemento de detecção de temperatura 4 tiver uma característica de temperatura negativa, a corrente I_{ref} fluindo através do transistor 6 tem uma característica de temperatura positiva.

[021] Quando a corrente I_{ref} é convertida em uma tensão elétrica pelo resistor R_2 , a tensão elétrica de entrada V_{oc} do comparador 8 é expressa de acordo com a Equação 4 apresentada adiante.

$$V_{oc} = (V_{cc} - V_{be} - V_{temp}) \times R_2/R_3 \quad (4)$$

[022] A obtenção de um derivativo de ambos os lados em relação à temperatura resulta na Equação 5 apresentada abaixo.

$$\delta V_{oc}/\delta T = (-\delta V_{temp}/\delta T) \times R_2/R_3 \quad (5)$$

[023] Sendo assim, com o aparelho de detecção de sobrecorrente de acordo com a presente concretização, o coeficiente de temperatura positivo da tensão de entrada V_{oc} alimentada ao comparador 8 (que tem uma característica de temperatura positiva, como ilustrado com a curva *b* na Figura 4) pode ser alterado ajustando-se a razão dos valores de resistência R_2 e R_3 . Em outras palavras, mediante o ajuste da razão de R_2 e R_3 (R_2/R_3) de modo que a inclinação da característica de temperatura da tensão de entrada V_{oc} seja igual à inclinação da característica de temperatura positiva da tensão de detecção V_{sens} , o aparelho de detecção de sobrecorrente que funciona de maneira independente da temperatura

do elemento de comutação 1 pode ser realizado proporcionando-se somente um elemento de conversão de corrente (transistor PNP) como mostra a Figura 1.

[024] O método de ajuste dos valores de resistência R2 e R3 será explicado agora em mais detalhes. Quando a característica de temperatura da razão de máscara N for negativa, como indicado com a curva *a* na Figura 4 (isto é, a razão de máscara N diminui conforme a temperatura aumenta), a razão R2/R3 deve ser definida como igual ao valor absoluto (sinal oposto) da inclinação do coeficiente de temperatura da razão de máscara N. Dessa forma, a característica de temperatura positiva da tensão de detecção V_{sens} pode ser neutralizada.

[025] A curva *a* na Figura 4 ilustra um caso em que os valores dos resistores R2 e R3 foram definidos apropriadamente no aparelho de detecção de sobrecorrente ilustrado na Figura 1, de modo que um nível de detecção de sobrecorrente não dependa da temperatura. Inversamente, a curva *b* na Figura 4 mostra uma medição do nível de detecção de sobrecorrente obtido com um aparelho em que o transistor 6 do aparelho de detecção de sobrecorrente ilustrado na Figura 1 foi eliminado e o terminal de detecção de temperatura 5 não é conectado ao terminal de entrada negativo do comparador 8. Como ilustrado pela curva *a* na Figura 4, nesta concretização, o nível de detecção de sobrecorrente é afetado muito pouco por alterações em uma temperatura de junção em uma parte de junção de semiconductor do elemento de comutação 1.

SEGUNDA CONCRETIZAÇÃO

[026] Referindo-se agora à Figura 2, será explicado agora um aparelho de detecção de sobrecorrente de acordo com uma segunda concretização. A Figura 2 é um diagrama de circuito elétrico que ilustra o aparelho de detecção de sobrecorrente de acordo com uma segunda concretização. Em vista da similaridade entre a primeira e segunda concretizações, as partes da segunda concretização que são idênticas às partes da primeira concretização serão identificadas pelos mesmos numerais de referência que as partes da primeira concretização. Além do mais, as descrições das partes da segunda concretização que são idênticas às partes da primeira concretização podem ser omitidas para fins de concisão.

[027] Na primeira concretização, presume-se que a tensão V_{be} entre a base e o emissor do transistor PNP constituindo o elemento de conversão de corrente 6 não dependa da temperatura, e, portanto, a tensão base-emissor V_{be} não aparece na Equação 3. No entanto, há momentos em que a tensão base-emissor V_{be} do elemento de conversão de corrente 6 muda em resposta a uma temperatura ambiente que não uma temperatura de junção T_j do elemento de comutação 1. Portanto, na segunda concretização, usa-se um dispositivo de tensão variável como a fonte de alimentação de referência 7 de modo a compensar uma característica de temperatura da tensão base-emissor V_{be} do elemento de conversão de corrente 6. De resto, o aparelho é substancialmente igual ao da primeira concretização, e, portanto, omitiram-se as explicações das partes aqui.

[028] Exemplos de outra temperatura que não a temperatura de junção do elemento de comutação 1 incluem uma temperatura de um substrato no qual o elemento de conversão de corrente 6 é montado. Nesta concretização, um sensor de temperatura 10 é usado para detectar uma temperatura do substrato e um dispositivo de controle 11 revisa a tensão de referência V_{cc} da fonte de alimentação de referência 7 de modo a contrabalançar o efeito de uma alteração na temperatura detectada do substrato. Mais especificamente, o dispositivo de controle 11 controla a tensão V_{cc} da fonte de alimentação de referência 7 de modo que a tensão V_{cc} diminua à medida que aumenta a temperatura detectada pelo sensor 10. Dessa forma, é possível detectar uma sobrecorrente sem levar em conta uma flutuação característica causada por uma alteração de temperatura do elemento de conversão de corrente 6.

TERCEIRA CONCRETIZAÇÃO

[029] Referindo-se agora à Figura 3, será explicado agora um aparelho de detecção de sobrecorrente de acordo com uma terceira concretização. Nesta concretização, um elemento de conversão de corrente 9 incluindo um transistor PNP que é igual ao elemento de conversão de corrente 6 é usado para reduzir o efeito de uma temperatura ambiente do elemento de conversão de corrente 6. Um terminal de base do elemento de conversão de corrente 9 é conectado à fonte de alimentação de referência 7, que tem um pequeno grau

de dependência da temperatura, e um terminal emissor do elemento de comutação 9 é conectado a ponto de tensão de referência. O elemento de conversão de corrente 9 é montado no mesmo substrato que elemento de conversão de corrente 6.

[030] Nesta concretização, a Equação 2 anterior pode ser reformulada como a Equação 2' como ilustrado abaixo, em que V_{ref} é a tensão elétrica da fonte de alimentação de referência 7 e $V_{be(9)}$ é a tensão elétrica entre a base e o emissor do transistor PNP 9 conectado à fonte de alimentação 7.

$$I_{ref} = ((V_{ref} + V_{be(9)}) - V_{be} - V_{temp})/R_3 \text{ (2')}$$

[031] Uma vez que o transistor PNP 9 é idêntico ao transistor PNP constituindo o elemento de conversão de corrente 6 e é montado no mesmo substrato, as tensões base-emissor $V_{be(9)}$ e V_{be} são iguais e a Equação 2' pode ser reescrita como a Equação 2'' apresentada abaixo.

$$I_{ref} = (V_{ref} - V_{temp})/R_3 \text{ (2'')}$$

[032] Em suma, o circuito de detecção de sobrecorrente que não é afetado por uma característica de temperatura do elemento de conversão de circuito 6 pode ser obtido, pois o efeito da corrente base-emissor V_{be} do elemento de conversão de corrente 6 é contrabalançado (neutralizado) por meio do elemento de conversão de corrente 9.

[033] Embora apenas concretizações específicas tenham sido escolhidas para ilustrar a presente invenção, ficará evidente aos versados na técnica, à luz desta revelação, que várias alterações e modificações poderão ser feitas sem divergir do âmbito da invenção, conforme definido nas reivindicações anexas. As estruturas e funções de uma concretização podem ser adotadas em outra concretização. Não é necessário que todas as vantagens estejam presentes em uma concretização específica ao mesmo tempo. Cada aspecto único em relação à técnica anterior, sozinho ou em combinação com outros aspectos, também deve ser considerado uma descrição separada das invenções adicionais pelos requerentes, inclusive os conceitos funcionais e/ou estruturais incorporados por tais aspectos. Portanto, as descrições anteriores das concretizações de acordo com a presente invenção são apresentadas somente para ilustração, e não com o objetivo de limitar a invenção conforme defi-

nida pelas reivindicações anexas e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Aparelho de detecção de sobrecorrente para um elemento de comutação (1),

CARACTERIZADO por compreender:

uma fonte de alimentação de referência (7);

um circuito comparador (8) incluindo um primeiro terminal de entrada que recebe uma tensão elétrica correspondente a uma corrente fluindo no elemento de comutação (1) e um segundo terminal de entrada que recebe uma tensão de referência alimentada pela fonte de alimentação de referência (7);

transistor PNP (6) tendo um emissor, um coletor e uma base, em que uma tensão elétrica de um elemento de detecção de temperatura (4) que detecta uma temperatura do elemento de comutação (1) é aplicado à base de modo a converter em uma corrente correspondendo à tensão elétrica do elemento de detecção de temperatura (4);

um primeiro resistor (R3) conectado em série entre a fonte de alimentação de referência (7) e o segundo terminal de entrada do circuito comparador (8) com o transistor PNP (6) sendo localizado entre o primeiro resistor (R3) e o segundo terminal de entrada do circuito comparador (8) conectando o emissor ao primeiro resistor (R3) e o coletor ao segundo resistor (R2), respectivamente; e

um segundo resistor (R2) conectado em série entre a terra e o segundo terminal de entrada do circuito comparador (8).

2. Aparelho de detecção de sobrecorrente, de acordo com a reivindicação 1,

CARACTERIZADO pelo fato de que uma razão entre um valor de resistência do segundo resistor (R2) e um valor de resistência do primeiro resistor (R3) é definida para ser igual a um valor absoluto de uma inclinação de uma característica de temperatura de uma razão de máscara do elemento de comutação (1), o elemento de comutação (1) contendo uma porta, um coletor, um emissor e um terminal de detecção de corrente e a razão de máscara sendo a razão entre a corrente fluindo no emissor e no terminal de detecção de corrente, e de modo que um sinal da inclinação da característica de temperatura da tensão no segundo terminal de entrada do circuito comparador (8) seja oposto a um sinal da inclinação da caracterís-

tica de temperatura da razão de máscara do elemento de comutação (1).

3. Aparelho de detecção de sobrecorrente, de acordo com a reivindicação 1 ou 2,

CARACTERIZADO por adicionalmente compreender:

um dispositivo de regulação de tensão que é configurado para regular uma tensão da fonte de alimentação de referência (7) de acordo com uma temperatura do elemento de conversão de corrente (6).

4. Aparelho de detecção de sobrecorrente, de acordo com a reivindicação 3,

CARACTERIZADO pelo fato de que o dispositivo de regulação de tensão inclui um dispositivo de tensão variável (7), uma seção de detecção de temperatura (10) que detecta uma temperatura do elemento de conversão de corrente (6), e uma seção de controle (11) que é configurada para controlar o dispositivo de tensão variável (7) baseado em uma temperatura do elemento de conversão de corrente (6) detectada pela seção de detecção de temperatura (10), com a seção de controle (11) adicionalmente configurada para controlar o dispositivo de tensão variável (7) de modo que uma tensão elétrica do dispositivo de tensão variável (7) diminua de acordo com um aumento da temperatura do elemento de conversão de corrente (6).

5. Aparelho de detecção de sobrecorrente, de acordo com a reivindicação 3,

CARACTERIZADO pelo fato de que o elemento de conversão de corrente (6) inclui um transistor PNP.

6. Aparelho de detecção de sobrecorrente, de acordo com a reivindicação 5,

CARACTERIZADO pelo fato de que:

o dispositivo de regulação de tensão inclui um transistor PNP adicional que é idêntico ao transistor PNP do elemento de conversão de corrente (6), com a fonte de alimentação de referência (7) sendo conectada a uma base do segundo transistor PNP e com um emissor do transistor PNP do elemento de conversão de corrente (6) sendo conectado a um emissor do transistor PNP adicional.

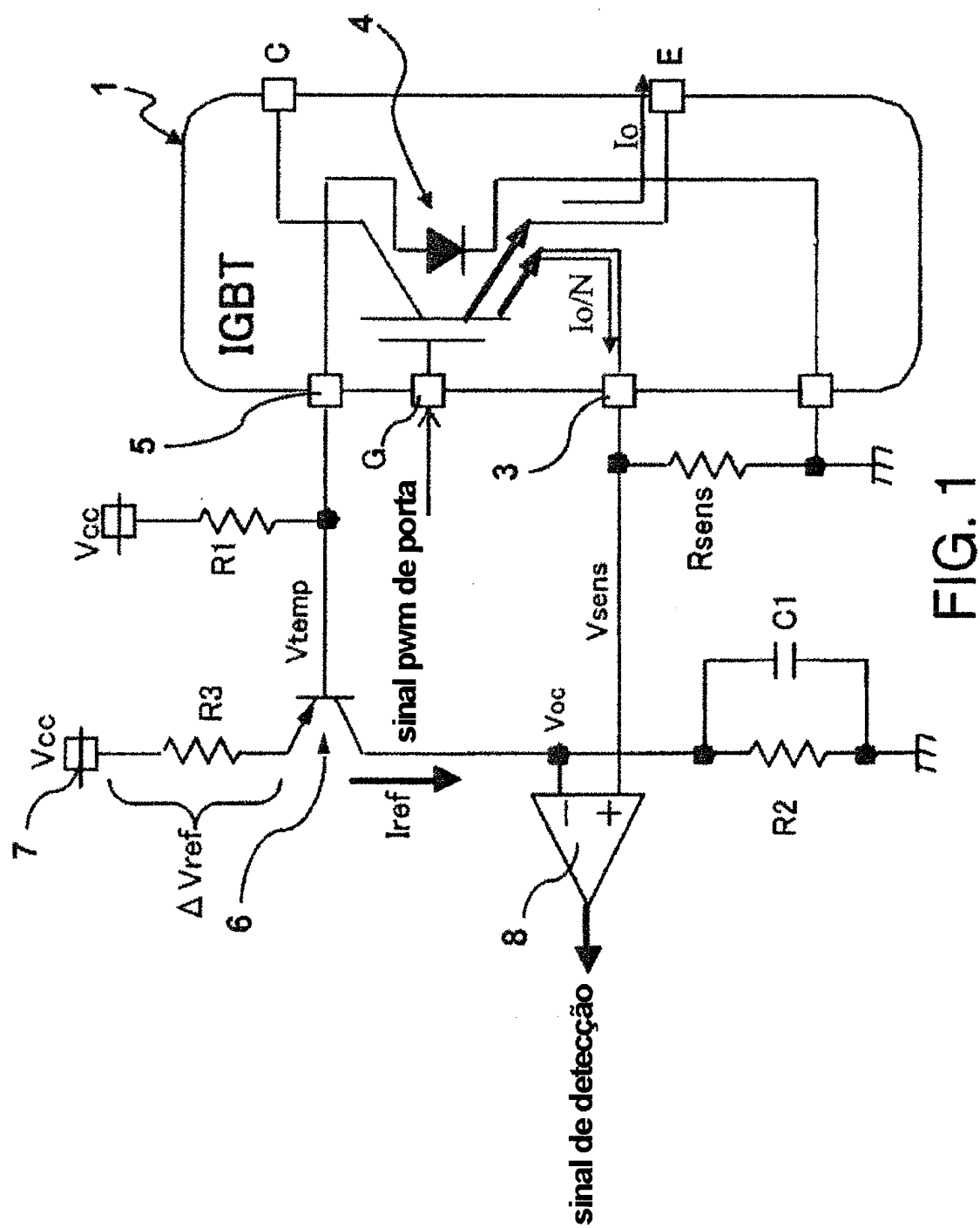


FIG. 1

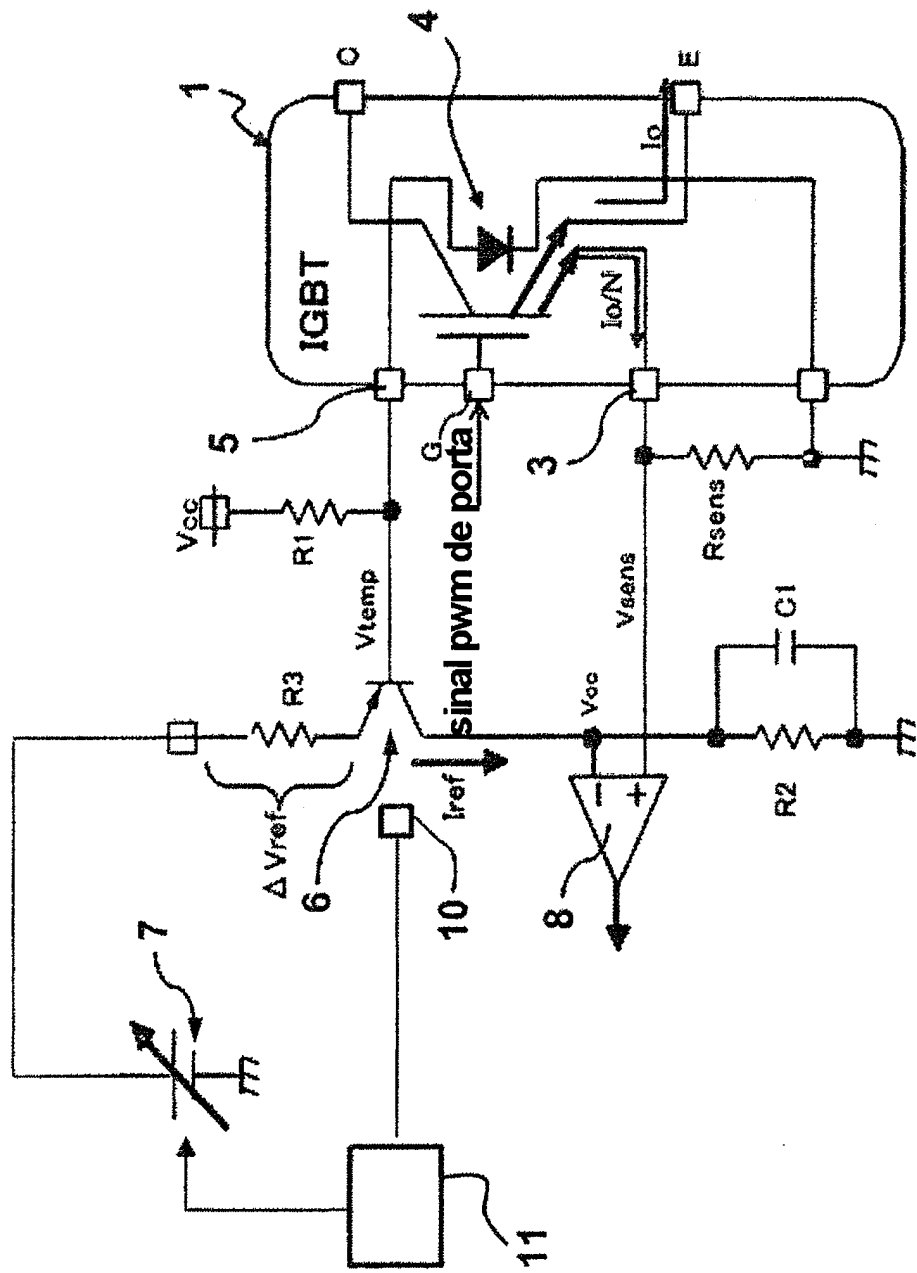


FIG. 2

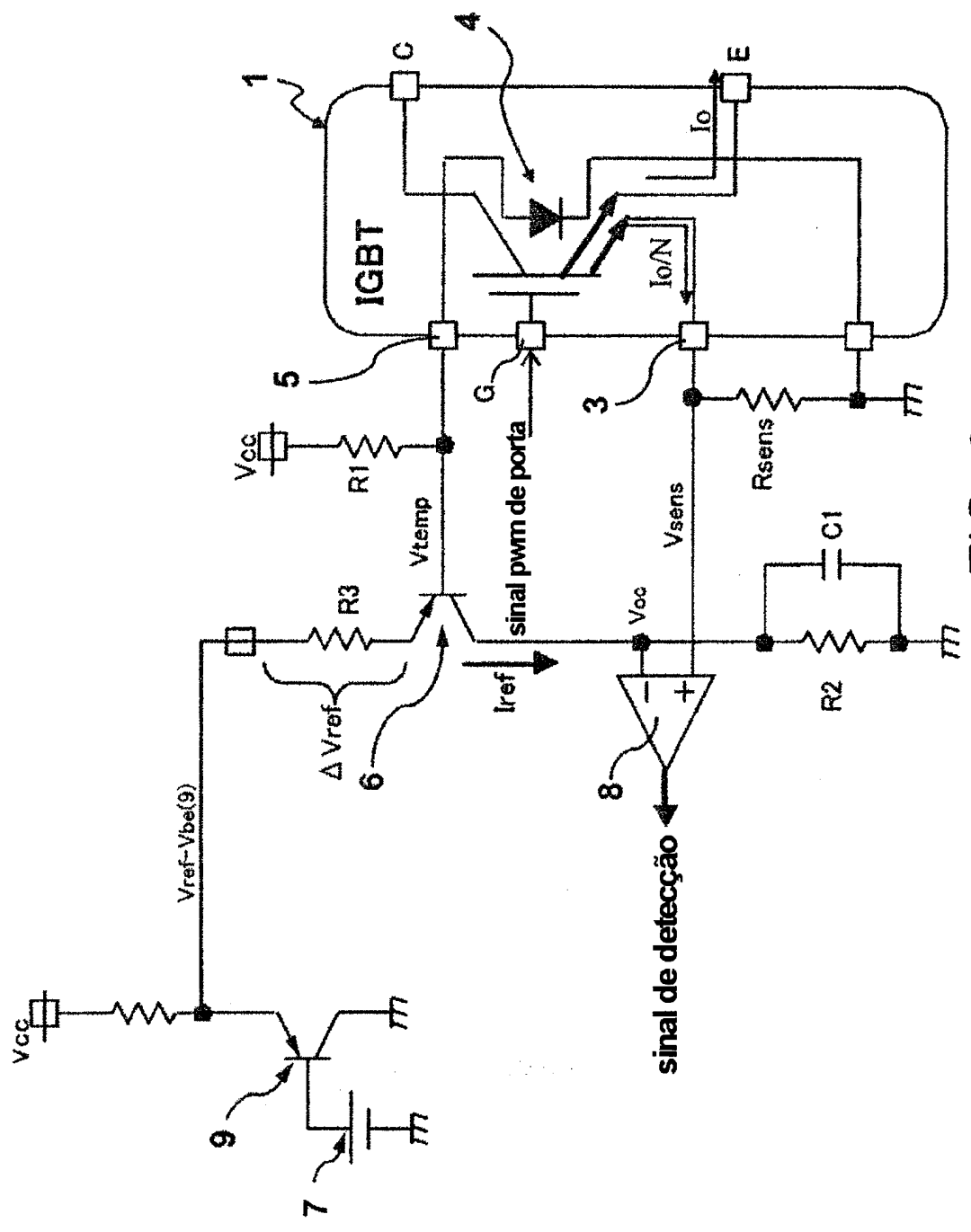


FIG. 3

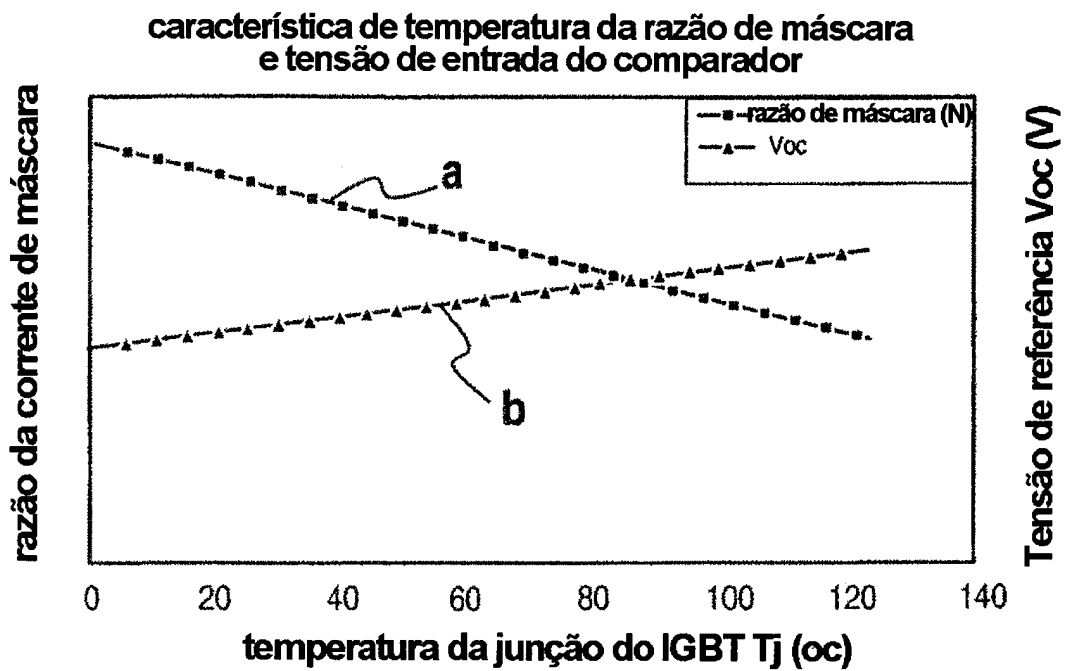


FIG. 4

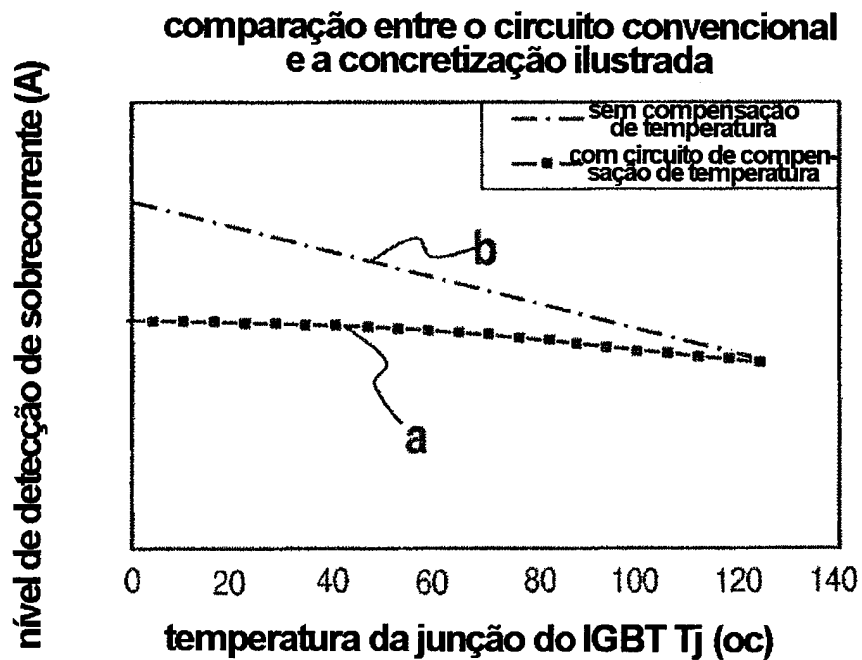


FIG. 5