



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

(11) PI 0109490-4 B1



(22) Data de Depósito: 25/01/2001

(45) Data da Concessão: 08/09/2015
(RPI 2331)

(54) Título: Fonte de Energia Configurada para Fornecer Energia a uma Carga e Método de Operação da Mesma

(51) Int.Cl.: H02H9/02; G05F1/569

(30) Prioridade Unionista: 31/03/2000 US 09/540.654

(73) Titular(es): Micro Motion, INC.

(72) Inventor(es): William M. Mansfield

“FONTE DE ENERGIA CONFIGURADA PARA FORNECER
ENERGIA A UMA CARGA E MÉTODO DE OPERAÇÃO DA MESMA”

CAMPO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere a uma fonte de energia para cargas intrinsecamente seguras. Mais particularmente, a presente invenção se refere a um circuito que limita a corrente suprida à carga para atender a padrões intrinsecamente seguros.

PROBLEMA

Dispositivos eletrônicos, muitas das vezes são utilizados em ambientes perigosos, contendo material volátil. Muitas das vezes o problema ocorre, quando uma faísca ou calor provenientes dos dispositivos eletrônicos podendo causar a ignição do material volátil. Assim sendo os fabricantes dos dispositivos eletrônicos para uso nestes ambientes perigosos devem prover alguma proteção para assegurar que os dispositivos eletrônicos não inflamem o material volátil.

Uma destas formas de proteção é a de tornar o circuito intrinsecamente seguro. Padrões de segurança intrínseca são dispostos pelas autoridades de regulamento, tais como a UL nos Estados Unidos da América, a CENELEC na Europa, CSA no Canadá e TIIS no Japão. A fim de serem intrinsecamente seguros a corrente, a energia e a tensão através do circuito se limitam a níveis que impedem a ignição do material volátil a partir de uma faísca ou calor gerados no circuito.

Trata-se de um problema o fornecimento de eletricidade a um dispositivo intrinsecamente seguro. A energia, a

tensão e a corrente de eletricidade ficam limitadas a níveis insuficientes para inflamar o material volátil. Assim sendo, são necessários componentes na fonte de energia para limitar a energia, a tensão e a corrente fornecida ao dispositivo
5 intrinsecamente seguro.

Em uma fonte de energia convencional, a tensão se limita por meio da conexão de um ou mais diodos zener entre a linha de suprimento, conectando uma fonte de energia aos terminais de saída. Os diodos zener limitam a tensão a V . a
10 limitação de corrente é provida por meio da conexão de um resistor, apresentando uma resistência R , em série com um terminal de saída de alto potencial. O resistor limita a corrente a V/R . a energia é controlada pela limitação de corrente e da tensão.

15 Os componentes de limitação, isto é, os diodos e resistores devem ficar protegidos para impedir que os componentes excedam a tensão publicada no evento de uma falha. Tipicamente, se adiciona um fusível ao circuito para limitar a quantidade de corrente que pode ser fornecida aos compo-
20 nentes. Se seleciona um fusível que possua uma tensão que assegure que as taxas de dissipação de energia não sejam excedidas.

Embora não exigido para padrões de segurança intrínseca, um circuito de limitação de corrente é, muitas ve-
25 zes, adicionado ao circuito de fonte de energia para impedir uma explosão do fusível. Existem muitas topologias de limitação de corrente que podem ser empregadas tanto no lado de alto potencial, quanto no lado de baixo potencial de uma

fonte de energia. A maioria das topologias de limitação de corrente incluem um resistor para converter a corrente em tensão, a fim de prover realimentação, que seja proporcional à corrente. Se efetua uma comparação com uma tensão de referência. A impedância de uma série de elementos é ajustada, em resposta à comparação. Um problema com a adição de um circuito de limitação de corrente é que a conversão da corrente em tensão adiciona à resistência de saída total e ocasiona uma perda adicional de tensão, além da perda de tensão necessária para atendimento dos padrões de segurança intrínsecos.

SOLUÇÃO

Os problemas acima e outros são solucionados e se concretiza um avanço na técnica através de uma fonte de energia, apresentando uma realimentação de fonte de corrente integrada e um elemento de limitação de corrente de acordo com esta invenção. Uma vantagem de uma realimentação de fonte de corrente integrada e de elemento de limitação de corrente é que a perda de tensão pode ser minimizada à tensão que deve ser limitada para padrões de segurança intrínsecos. Uma segunda vantagem é que a quantidade de componentes de um circuito de fonte de energia são reduzidos, o que diminui o custo de produção de uma fonte de energia.

De acordo com a presente invenção, a função de um resistor de conversão de corrente em um circuito de limitação de energia se combina com a função de resistência de saída em barreira. Isso permite que a resistência de saída não seja maior do que a resistência exigida para impedir a igni-

ção de um material perigoso. A combinação de função é provida por meio do movimento de partes do circuito de limitação de corrente até um ponto após a resistência em barreira. Em particular, um dispositivo de variação de impedância é movi-
5 do até um ponto após a resistência em barreira. Um exemplo de dispositivo de variação de impedância é um transistor MOSFET.

Quando um transistor MOSFET é movido, existem duas novas trajetórias para os terminais de saída. Uma primeira é
10 uma saída de controle amp-op e uma realimentação a partir de uma realimentação proveniente da uma resistência em barreira. Uma entrada para um amplificador operacional e uma porta para o transistor MOSFET são de alta impedância e com resistores de valor relativamente altos, em comparação ao resistor em barreira posicionado em cada uma destas trajetórias.
15 A resistência em barreira total em combinação ao resistor, posicionado na trajetória com alimentações de entrada à porta do MOSFET e entrada de amp operacional. Isso limita a fonte de energia a uma resistência de saída, a qual é insignifican-
20 nificamente mais baixa do que a resistência em barreira, propriamente dita.

Um aspecto desta invenção compreende um circuito intrinsecamente seguro, configurado para suprir energia a uma carga conectada a um primeiro terminal de saída e a um
25 segundo terminal de saída, o referido circuito compreendendo:

uma fonte de suprimento de energia;

uma limitação de tensão, conectada, em paralelo à referida fonte de suprimento de energia para limitar a magnitude da tensão gerada pela referida fonte de suprimento de energia;

5 uma conexão entre uma primeiro lado da referida limitação de tensão e o referido primeiro terminal de saída; uma limitação de corrente conectada entre a segundo lado do referido limitador de tensão e o referido segundo terminal de saída, a referida limitação de corrente compreendendo:

10 um resistor em barreira;

 uma impedância variável;

 um dispositivo de comparação;

 caracterizada pelo fato de que a referida limitação de corrente adicionalmente compreende:

15 o referido resistor em barreira;

 a referida impedância variável ficando conectada entre o referido segundo terminal de saída e uma primeiro lado do referido resistor em barreira;

 uma segundo lado do referido resistor em barreira
20 ficando conectada à referida segundo lado da referida limitação de tensão;

 uma tensão de referência, conectada à entrada do referido dispositivo de comparação;

 uma saída do referido dispositivo de comparação,
25 conectada a uma entrada de controle da referida impedância variável;

 um sinal aplicado pela saída do referido dispositivo de comparação para a referida entrada da referida impe-

dância variável controlando a magnitude da impedância da referida impedância variável;

uma conexão entre a referida primeiro lado do referido resistor em barreira e a referida entrada do referido dispositivo de comparação para recebimento de uma tensão, representando a magnitude da corrente, através do referido resistor em barreira;

o referido dispositivo de comparação comparando as magnitudes da referida tensão de referência e a referida tensão recebida a partir do resistor em barreira, para limitação a um nível de corrente máximo, a magnitude a corrente fornecida à referida carga, através dos referidos terminais de saída.

Preferivelmente, o circuito intrinsecamente seguro ainda compreende um fusível, conectado entre um lado de tensão positiva da fonte de suprimento de energia e o circuito de limitação de tensão.

De preferência, a limitação de tensão compreende um diodo, apresentando um catodo, conectado à lateral positiva da fonte de suprimento de energia e um anodo, conectado à lateral negativa da fonte de suprimento de energia.

Preferivelmente, a limitação de tensão compreende um diodo zener.

Preferivelmente, a referida impedância variável compreende um transistor, conectado entre a primeiro lado em referência do referido resistor em barreira e o referido segundo terminal de saída, para controle da magnitude da corrente fornecida à carga;

o referido dispositivo de comparação sendo um amplificador operacional (OA), que controla a impedância do transistor;

o referido dispositivo de comparação apresentando
5 uma saída conectada à uma entrada de controle do transistor;

o referido dispositivo de comparação ainda apresentando uma primeira entrada, conectada a uma tensão, representando a magnitude da referida corrente de carga e ainda uma segunda entrada, conectada à referida tensão de referência;
10 e

um divisor de tensão, incluindo o referido resistor em barreira para geração de uma tensão representativa da referida corrente de carga, o referido divisor de tensão estando conectado à primeira entrada do amplificador operacional e à lateral negativa da fonte de suprimento de energia.
15

Preferivelmente, a limitação de corrente ainda compreende um resistor, conectado entre a saída do amplificador operacional e a entrada de controle do transistor.

De preferência, o transistor compreende um Metal
20 Oxide Semiconductor Field Effect Transistor - MOSFET (Transistor de Efeito de Campo, de Óxido Metálico Semicondutor).

Preferivelmente, o divisor de tensão compreende:

um primeiro resistor, conectado entre a primeira entrada do amplificador operacional e o dreno do transistor;
25 e

o referido resistor em barreira apresentando a primeira extremidade conectada ao referido dreno e uma se-

gunda extremidade, conectada à lateral negativa da fonte de suprimento de energia.

Preferivelmente, o circuito intrinsecamente seguro se caracteriza pelo fato da carga compreender dispositivos eletrônicos do medidor de fluxo Coriolis, possuindo um circuito condicionador de sinal para geração de um sinal de acionamento e para recebimento de sinais de coleta, o referido circuito condicionador de sinais de coleta estando conectado ao primeiro e ao segundo terminais de saída do circuito intrinsecamente seguro.

De preferência, o circuito condicionador de sinal ainda compreende:

um circuito de acionamento para geração do referido sinal de acionamento, o referido circuito de acionamento ficando conectado ao primeiro e ao segundo terminais de saída do circuito intrinsecamente seguro; e

um circuito de condicionamento para recebimento de sinais de coleta, o referido circuito de condicionamento apresentando uma entrada, conectada a uma saída do circuito de acionamento.

outro aspecto da invenção se refere a um método de operação de um circuito intrinsecamente seguro para fonte de energia a uma carga, através de um primeiro e de um segundo terminal de saída, o referido método compreendendo as etapas de:

conexão de uma limitação de tensão, em paralelo, com uma fonte de suprimento de energia para limitação da

magnitude da tensão gerada pela referida fonte de suprimento de energia;

extensão de uma conexão entre uma primeiro lado da referida limitação de tensão e o referido terminal de saída;

5 onde o referido método compreende ainda as etapas de:

conexão de uma primeiro lado do referido resistor em barreira em série com uma impedância variável ao referido segundo terminal de saída;

10 conexão de uma segundo lado da referida limitação de tensão a uma segundo lado de um resistor em barreira;

operação de um dispositivo de comparação para comparação de uma tensão de referência com a tensão através do referido resistor em barreira, representando a corrente fornecida à referida carga, através dos referidos terminais de
15 saída;

extensão de um sinal de controle a partir da referida saída do referido dispositivo de comparação para uma entrada da referida impedância variável;

20 operação da referida impedância variável em resposta ao recebimento do referido sinal de controle para limitar a corrente máxima, estendida através do referido resistor em barreira e a referida impedância variável até a referida carga.

Preferivelmente, a etapa de limitação de nível de
25 tensão inclui a etapa de operação de um diodo para limitação da referida tensão.

Preferivelmente, a etapa de operação de diodo inclui a etapa de operação de um diodo zener.

Preferivelmente, o método ainda inclui as etapas de:

aplicação de uma energia intrinsecamente segura, proveniente do referido terminal, ao circuito de acionamento
5 de um medidor de fluxo Coriolis, e

geração de um sinal de acionamento com o circuito de acionamento, em resposta ao recebimento da referida energia.

Preferivelmente, o método ainda inclui a etapa de
10 aplicação de sinais de coleta a um circuito de condicionamento do referido medidor de fluxo Coriolis, em resposta ao recebimento da referida energia.

Preferivelmente, a etapa de limitação da corrente máxima fornecida à carga compreende as etapas de:

15 operação de uma divisão de tensão para geração de uma tensão que seja representativa da corrente fornecida à referida carga, através do referido resistor em barreira;

operação do amplificador operacional para comparação de uma tensão de referência com a referida tensão, representando a corrente fornecida à carga; e
20

extensão de um sinal a partir da saída do amplificador operacional para uma entrada de controle de um transistor, definindo a referida impedância variável para limitação da magnitude da corrente fornecida à carga.

25 Preferivelmente, a etapa de operação do transistor inclui a etapa de operação de um MOSFET.

Outro aspecto da invenção compreende um circuito intrinsecamente seguro, configurado para suprimento de uma

energia a uma carga, conectada a um primeiro terminal de saída e um segundo terminal de saída, o referido circuito compreendendo:

uma fonte de suprimento de energia;

5 uma limitação de tensão, conectada, em paralelo à referida fonte de suprimento de energia para limitar a tensão máxima gerada pela referida fonte de suprimento de energia;

 uma conexão entre uma primeiro lado da referida
10 limitação de tensão e o referido primeiro terminal de saída;
e

caracterizado pelo fato de que o referido circuito compreende:

 uma limitação de corrente, conectada entre uma se-
15 gundo lado da referida limitação de tensão e um segundo terminal de saída;

o referido limitador de corrente compreendendo:

uma tensão de referência,

uma impedância variável,

20 um resistor em barreira, e

 uma segundo lado da referida limitação de tensão estando conectada em série com o referido resistor em barreira e a referida impedância variável ao referido segundo terminal de saída,

25 a referida limitação de corrente limita a corrente fornecida à referida carga através dos referidos terminais a um nível de corrente máximo, em resposta à comparação da re-

ferida tensão de referência com a tensão através do referido resistor em barreira.

Outro aspecto da invenção compreende um método de operação de um circuito intrinsecamente seguro para fonte de energia a uma carga, o referido método compreendendo as etapas de:

conexão de uma limitação de tensão, em paralelo à fonte de suprimento de energia para limitação da tensão máxima gerada pela referida fonte de suprimento de energia;

10 extensão de uma conexão entre uma primeiro lado da referida limitação de tensão e um primeiro terminal;

conexão de uma segundo lado da referida limitação de tensão, em série com um resistor em barreira e uma impedância variável a um segundo terminal de saída; e

15 limitação de uma corrente fornecida à referida carga, através dos referidos terminais de saída a um nível máximo de corrente, em resposta a uma comparação de uma tensão de referência com a tensão através do referido resistor em barreira, representativo da corrente fornecida à referida carga, através do referido resistor em barreira e os referi-

20 dos terminais de saída.

DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

As características acima e outras de acordo com esta invenção podem ser entendidas a partir da Descrição detalhada e dos desenhos a seguir:

25

A Figura 1 ilustrando uma fonte de energia segundo a técnica anterior para uma carga intrinsecamente segura;

A Figura 2 ilustrando uma fonte de energia a uma carga intrinsecamente segura de acordo com esta invenção; e

A Figura 3 ilustrando um medidor de fluxo Coriolis, incorporando uma fonte de energia de acordo com esta invenção em dispositivos de eletrônica de medição.

DESCRIÇÃO DETALHADA

Uma fonte de energia de acordo com esta invenção permite que a resistência de saída total não seja maior do que a necessária para impedir a ignição de um material volátil em um ambiente perigoso. Uma fonte de energia intrinsecamente seguro típico 100 se encontra ilustrado na Figura 1, para apresentar as diferenças entre uma fonte de energia de acordo com a presente invenção e uma fonte de energia intrinsecamente seguro típico.

A fonte de energia intrinsecamente seguro 100, segundo a técnica anterior fornece energia suficiente a uma carga para assegurar que esta carga possa operar de forma apropriada, enquanto limita os casos de pior tensão, corrente e energia à níveis insuficientes para causar a ignição de um material perigoso. O circuito de limitação de tensão 101 limita a tensão através da carga. Em uma fonte de energia 100, o circuito de limitação de tensão 101 é um diodo zener Z1, conectado entre as trajetórias 110 e 120. Um indivíduo versado na técnica irá observar que mais de um diodo zener pode ficar conectado entre as trajetórias 110 e 120 para limitação da tensão. Para fins desta discussão, o circuito de limitação de tensão 101 limita a magnitude da tensão através de uma carga (não ilustrada) em V_z .

Circuitos de limitação de corrente instantâneos 102 limitam a corrente instantânea aplicada à carga. Na fonte de energia 100, o circuito de limitação de corrente instantânea inclui um resistor R_b , que fica conectado em série com os terminais de saída T1 e T2. Nesta modalidade, o resistor R_b fica conectado entre o terminal de saída positivo T1 e a fonte de energia PS, ao longo da trajetória 110. Isso limita a corrente instantânea a V_z / R_b , onde R_b é a resistência do resistor R_b . A energia fornecida à carga (não 10 ilustrada) se limita aos limites de tensão e corrente.

O fusível F1 fica conectado entre a fonte de energia Ps e o terminal de saída positivo T1 para proteção do circuito de limitação de tensão 101 e o circuito de limitação de corrente instantânea 102, em caso de falha no circuito. O fusível F1 impede que o circuito de limitação de tensão 101 e o circuito de limitação de corrente instantânea 102 excedam o valor nominal dos componentes. 15

Um circuito de limitação de corrente média 103 impede que o fusível F1 exploda, no caso dos terminais de saída T1 e T2 serem curto-circuitados. Existem muitas topologias de limitação de corrente conhecidas que podem ser utilizadas para prover um circuito de limitação de corrente média 103. Na fonte de energia 100, o circuito de limitação de corrente média 103 se encontra provido por meio dos seguintes componentes. Uma fonte de transistor Q1, que fica conectado ao terminal de saída negativo T2. Um dreno de transistor Q1, que fica conectado ao resistor R_v . O resistor R_v converte a corrente através do mesmo em tensão, para prover 25

uma tensão de realimentação que seja proporcional à corrente através do mesmo. Uma saída para um amplificador operacional OA fica conectada à porta do transistor Q1 e um sinal é aplicado à porta com base na comparação com a tensão "REF" para ajuste da impedância do transistor Q1. A corrente limite é ajustada a $I_{lim} = V_{ref} / R^v$, onde I_{lim} é a corrente limite, V_{ref} é a tensão de referência ref e R^v é a resistência do resistor Rv.

Um indivíduo versado na técnica irá observar que os valores dos componentes na fonte de energia 100 são restritos pelas tabelas e fórmulas que caracterizam a energia e a energia com as quais ocorre uma ignição do material volátil. Em uma a operação normal, a carga (não ilustrada) fica conectada aos terminais de saída T1 e T2, arrastes de corrente e tensão são limitados através de uma resistência de saída. A fim de se maximizar a transferência de energia, é desejável que se limite a resistência de saída àquela necessária para impedir a ignição do material volátil.

Trata-se de um problema que um circuito de limitação de corrente média adicionado 103 resulte em perda adicional de tensão, além dos limites de tensão, para impedimento da ignição. A tensão é perdida devido à resistência de conversão de tensão junto com a resistência de saída total.

A fonte de energia 200, que se encontra ilustrado na Figura 2, soluciona o problema de acordo com a presente invenção. a fonte de energia 200 é uma fonte de energia intrinsecamente seguro, que limita a corrente, a energia e a tensão fornecidas a uma carga (não ilustrada). O circuito de

limitação de tensão 201 limita a tensão através de carga. O circuito de limitação de tensão 201 é um diodo zener Z1, conectado entre as trajetórias 210 e 220. Um indivíduo versado na técnica irá observar que mais de um diodo zener pode ser
5 conectado entre as trajetórias 210 e 220 para limitação de tensão. Para fins desta discussão, o circuito de limitação de tensão 201 limita a tensão através de uma carga (não ilustrada) a V_z .

De acordo com a presente invenção, as funções de
10 limitação de corrente instantânea e média ficam combinadas em um circuito. A utilização de um circuito para ambas as funções permite que a resistência de saída total seja reduzida à quantidade de resistência necessária para impedir a ignição de um material volátil. Isso se concretiza por meio
15 do movimento dos componentes dos circuitos de limitação de corrente média para um ponto além do circuito de limitação de corrente instantânea. Em particular, o dispositivo de impedância variável, o transistor Q1 é movido até um ponto após o circuito em barreira. A localização do dispositivo de
20 impedância variável gera duas novas trajetórias para os terminais de saída T1 e T2. As novas trajetórias são a saída do amplificador operacional OA e a realimentação proveniente de um resistor de conversão. A resistência de saída total é uma combinação em paralelo de resistores, ao longo de duas novas
25 trajetórias e da trajetória 210 para uma fonte de energia PS.

Na fonte de energia 200, o circuito de limitação de corrente 202, de acordo com a presente invenção se encon-

tra provido da seguinte maneira. Uma fonte de Transistor de efeito de Campo de óxido Metálico Semicondutor (Metal - Oxide Semiconductor Field - Effect Transistor) ou transistor Q1 MOSFET fica conectado a um terminal de alimentação da saída negativo T2. Um resistor em barreira R3 fica conectado ao longo da trajetória 220, entre o transistor Q1 e a fonte de energia Ps. Um segundo transistor R2 fica conectado entre um dreno de transistor Q1 e uma entrada de um OA para gerar uma comparação de tensão. O amplificador operacional OA apresenta uma entrada inferior conectada ao resistor R2 e recebe uma tensão de referência Ref em sua entrada superior. O amplificador operacional efetua uma comparação e aplica uma corrente à porta do transistor Q1 para ajustar a impedância deste transistor Q1. Um resistor R1 fica conectado entre a saída do amplificador operacional OA e a porta do transistor Q1. Os indivíduos versados na técnica irão observar que os valores dos resistores R1, R2 e R3 podem ser altos e que a resistência de saída total é uma combinação destes três resistores em paralelo, que é insignificamente mais baixa do que o valor da resistência em barreira. Assim sendo a transferência de energia é otimizada.

Um dispositivo no qual se necessita de uma fonte de energia 200 é uma fonte de energia para dispositivos eletrônicos em um medidor de fluxo Coriolis, operando em um ambiente perigoso. A Figura 3 ilustra um medidor de fluxo Coriolis 300, incorporando a fonte de energia 200. O medidor de fluxo Coriolis 300 inclui uma estrutura de medição de fluxo 310 e um dispositivo eletrônico de medição 350. O dis-

positivo eletrônico de medição 350 fica conectado a uma estrutura de medição 310 através de condutores 320 para prover, por exemplo, mas não de forma limitada, informações de densidade, taxa de massa em relação à fluxo, taxa de volume em relação à fluxo e taxa de massa e fluxo totalizadas através da trajetória 375. Se descreve uma estrutura de medição de fluxo Coriolis, contudo deveria ser aparente para aqueles versados na técnica que a presente invenção pode ser concretizada em conjunto com qualquer dispositivo possuindo circuitos intrinsecamente seguros, exigindo uma fonte de energia intrinsecamente seguro.

Se descreve uma estrutura de medição de fluxo Coriolis, embora deveria ser aparente para aqueles versados na técnica que a presente invenção pode ser concretizada em conjunto com qualquer dispositivo possuindo um conduíte de vibração para medição das propriedades de material fluindo através do conduíte. Um segundo exemplo de um dispositivo deste tipo seria um medidor de densidade ou densímetro em tubo de vibração, que não apresente uma capacidade de medição adicional, provida por medidores de fluxo de massa Coriolis.

A estrutura de medição 310 inclui um par de flanges 301 e 301', uma derivação 302 e conduítes 303A e 303B. O acionador 304, sensores de coleta 306 e 306' e um sensor de temperatura 307 ficam conectados a conduítes 303A e 303B. Hastes em braçadeira 305 e 305' servem para definir o eixo W e W' em torno do qual cada conduíte oscila.

Quando o medidor de fluxo 300 é inserido no sistema de tubulação (não ilustrado), que transporta o material de processo que esta sendo medido, este material penetra na estrutura de medição de fluxo 310 através de flange 301 e
5 passa através da derivação 302, onde o material é direcionado para penetrar nos conduítes 303A e 303B. O material flui então através dos conduítes 303A e 303B e de volta para o interior da derivação 302, a partir de onde deixa a estrutura de medição 310, através da flange 301'.

10 Os conduítes 303A e 303B são selecionados e montados de forma apropriada à derivação 302 de forma a apresentarem substancialmente a mesma distribuição de massa, momentos de inércia e módulos de elasticidade em torno dos eixos de flexão $W - W$ e $W' - W'$, respectivamente, os conduítes 303
15 A - 303B se estendem para o exterior, a partir da derivação, segundo uma forma essencialmente paralela.

Os conduítes 303 A - 303B são acionados por um acionador 304, em direções opostas, em torno de seus respectivos eixos de flexão W e W' , no que se denomina o primeiro
20 modo de flexão fora de fase do medidor de fluxo. O acionador 304 pode compreender qualquer uma dentre muitas disposições bem conhecidas, tais como um imã montado a um conduíte 303A e uma bobina oposta, montada ao conduíte 303B e através da qual é passada uma corrente alternada para vibração de ambos
25 os conduítes. Um sinal de acionamento adequado é aplicado por meio dos dispositivos eletrônicos de medição 350 ao acionador 304, através da trajetória 312.

Os sensores de coleta 306 e 306' ficam afixados a pelo menos um dentre os conduítes 303a e 303B, em extremidades opostas do conduíte para medição da oscilação dos conduítes. À medida em que o conduíte 303A - 303B vibra, os sensores de coleta 306 - 306' geram um primeiro sinal de coleta e um segundo sinal de coleta. O primeiro e o segundo sinais de coleta são aplicados às trajetórias 311 e 311'. O sinal de velocidade de acionamento é aplicado à trajetória 310.

O sensor de temperatura 307 fica afixado a pelo menos um conduíte 303A e/ou 303B. O sensor de temperatura 307 mede a temperatura do conduíte, a fim de modificar as equações para temperatura do sistema. A trajetória 311' transporta sinais de temperatura, provenientes do sensor de temperatura 307, até o dispositivo eletrônico de medição 350.

O dispositivo eletrônico de medição 350 recebe o primeiro e o segundo sinal de coleta que aparece nas trajetórias 311 e 311', respectivamente. O dispositivo eletrônico de medição 350 processa o primeiro e o segundo sinal de velocidade para computar a taxa de fluxo de massa, a densidade e outras propriedades do material passando através da estrutura de medição de fluxo 310. Esta informação computada é aplicada por meio do dispositivo eletrônico de medição 350, através da trajetória 375 para um elemento de utilização (não ilustrado).

É de conhecimento daqueles versados na técnica que um medidor de fluxo Coriolis 300 é bastante similar em estrutura a um medidor de densidade em tubo de vibração. Medi-

dores de densidade em tubo de vibração também utilizam um tubo de vibração através do qual flui o fluido ou, em caso de um medidor de densidade do tipo amostragem, no interior do qual o fluido é mantido. Medidores de densidade em tubo
5 de vibração também empregam um sistema de acionamento para excitação do conduíte para fins de vibração. Medidores de densidade em tubo de vibração, tipicamente, utilizam apenas um único sinal de realimentação, uma vez que a medição de densidade requer apenas a medição da frequência e uma medi-
10 ção de fase não se faz necessária. As descrições da presente invenção, neste caso, se aplicam igualmente a medidores de densidade em tubo de vibração.

Em um medidor de fluxo Coriolis 300, o dispositivo eletrônico de medição 350 fica fisicamente dividido em dois
15 componentes, um sistema de alojamento 370 e um condicionador de sinal 360. Em dispositivos eletrônicos de medição convencionais estes componentes ficam alojados em uma unidade.

O condicionador de sinal 360 inclui um circuito de acionamento 363 e um circuito de condicionamento de coleta
20 361. Um indivíduo versado na técnica poderá observar que em verdadeiros circuitos de acionamento 363 e circuitos de condicionamento de coleta 361 podem ser circuitos análogos separados ou podem ser funções separadas providas por um processador de sinal digital ou outros componentes digitais. O
25 circuito de acionamento 363 gera um sinal de acionamento e aplica este sinal de acionamento a um acionador 304, através da trajetória 312 da trajetória 320. Na realidade, a trajetória 312 é um primeiro e um segundo condutor. O circuito de

acionamento 363 fica conectado, em comunicação, ao circuito de condicionamento de sinal de coleta 361, através da trajetória 362. A trajetória 362 permite que o circuito de acionamento monitore a entrada de sinais de coleta para ajuste
5 do sinal de acionamento. A energia para operar o circuito de acionamento 363 e o circuito de condicionamento de sinal de coleta 361 é suprido a partir do sistema de alojamento 370, através de um primeiro fio 373 e um segundo fio 374. O primeiro fio 373 e o segundo fio 374 podem fazer parte de um
10 cabo de 2 fios, um cabo de 4 fios ou uma porção de um cabo de múltiplos pares.

O circuito de condicionamento de sinal de coleta 361 recebe sinais de entrada a partir de uma primeira coleta 305, de uma segunda coleta 305' e se um sensor de temperatura 307, através das trajetórias 311, 311' e 311''. O circuito de coleta 361 determina a frequência dos sinais de coleta e também pode determinar as propriedades do material fluindo através dos conduítes 303 A - 303B. após a frequência dos sinais de entrada provenientes dos sensores de coleta 305 -
15 305' e das propriedades do material terem sido determinadas, são gerados sinais de parâmetros, transportando esta informações, sendo transmitidos a uma unidade de processamento secundária 371 em um sistema de alojamento 370, através da trajetória 376. Em uma modalidade preferida, a trajetória
20 376 inclui dois condutores. No entanto, aqueles versados na técnica irão observar que a trajetória 376 pode ser transportada através do primeiro fio 373 e do segundo fio 374 ou através de qualquer outra quantidade de fios.

O sistema de alojamento 370 inclui uma fonte de energia 372 e um sistema de processamento 371. A fonte de energia 372 recebe eletricidade a partir de uma fonte e converte esta eletricidade recebida na energia apropriada, necessária para o sistema. O sistema de processamento 371 recebe os sinais de parâmetros provenientes do circuito de condicionamento de sinal de coleta 361 e então pode efetuar os processos necessários para provimento das propriedades do material que flui através dos conduítes 303A - 303B, necessárias para o usuário. Tais propriedades podem incluir, mas não se limitam, à densidade, taxa de fluxo em relação à massa e taxa de fluxo volumétrico.

Nesta modalidade, a fonte de energia 372 inclui o circuito de fonte de energia 200 ilustrado na Figura 2. Isso permite que a fonte de energia 372 possa prover energia, atendendo limites intrinsecamente seguros, ao condicionador de sinal 360, que inclui um circuito atendendo padrões intrinsecamente seguros.

REIVINDICAÇÕES

1. Fonte de energia (200), configurada para suprir energia a uma carga conectada a um primeiro terminal de saída (T1) e a um segundo terminal de saída (T2), o referido
5 circuito compreendendo:

uma fonte de suprimento de energia (PS);

uma limitação de tensão (Z1), conectada, em paralelo à referida fonte de suprimento de energia (PS) para limitar a magnitude da tensão gerada pela referida fonte de
10 suprimento de energia (PS);

uma conexão entre uma primeiro lado da referida limitação de tensão (Z1) e o referido primeiro terminal de saída (T1);

uma limitação de corrente (202) conectada entre
15 uma segundo lado da referida limitação de tensão (Z1) e o referido segundo terminal de saída (T2), a referida limitação de corrente (202) compreendendo:

um resistor em barreira (R3);

uma impedância variável (Q1);

20 um dispositivo de comparação (OA);

uma tensão de referência, conectada a uma entrada do referido comparador (OA);

uma saída do referido dispositivo de comparação (OA) conectada a uma entrada de controle da referida impe-
25 dância variável (Q1);

um sinal aplicado pela saída do referido dispositivo de comparação (OA) para a referida entrada da referida

impedância variável (Q1) controlando a magnitude da impedância da referida impedância variável (Q1);

uma conexão entre o primeiro lado do referido resistor em barreira (R3) e a referida entrada do referido dispositivo de comparação (OA) para recebimento de uma tensão, representando a magnitude da corrente através do referido resistor em barreira (R3);

o referido dispositivo de comparação (OA) comparando as magnitudes da referida tensão de referência e a referida tensão recebida a partir do resistor em barreira (R3), para limitação a um nível de corrente máximo a magnitude da corrente fornecida à referida carga, através dos referidos terminais de saída (T1, T2);

CARACTERIZADO pelo fato de que a referida limitação de corrente (202) adicionalmente compreende:

a referida impedância variável (Q1) é conectada entre o referido segundo terminal de saída (T2) e o referido primeiro lado do referido resistor em barreira (R3); e

um segundo lado do referido resistor em barreira (R3) é conectado ao referido segundo lado da referida limitação de tensão (Z1).

2. Fonte de energia (200), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** por adicionalmente compreender um fusível (F1), conectado entre um lado de tensão positiva da fonte de suprimento de energia (PS) e o circuito de limitação de tensão.

3. Fonte de energia (200), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a limitação de

tensão (Z1) compreende um diodo, apresentando um catodo, conectado à lateral positiva da fonte de suprimento de energia (PS) e um anodo, conectado ao lado negativo da fonte de suprimento de energia (PS).

5 4. Fonte de energia (200), de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o diodo da limitação de tensão (Z1) compreende um diodo zener.

 5. Fonte de energia (200), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a limitação de
10 corrente (202) compreende:

 a referida impedância variável (Q1) compreendendo um transistor, conectado entre a primeiro lado do referido resistor em barreira (R3) e o referido segundo terminal de saída (T2), para controle da magnitude da corrente fornecida
15 à carga;

 o referido dispositivo de comparação (OA) que é um amplificador operacional, que controla a impedância do transistor;

 o referido dispositivo de comparação (OA) adicionalmente apresentando uma saída conectada a uma entrada de controle do transistor;
20

 o referido dispositivo de comparação (OA) adicionalmente apresentando uma primeira entrada, conectada a uma tensão, representando a magnitude da referida corrente de carga e ainda uma segunda entrada, conectada à referida tensão de referência; e
25

 um divisor de tensão, incluindo o referido resistor em barreira (R3) para geração de uma tensão representa-

tiva da referida corrente de carga, o referido divisor de tensão estando conectado à primeira entrada do amplificador operacional e à lateral negativa da fonte de suprimento de energia (PS).

5 6. Fonte de energia (200), de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a limitação de corrente (202) adicionalmete compreende um resistor (R1), conectado entre a saída do amplificador operacional e a entrada de controle do transistor.

10 7. Fonte de energia (200), de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o transistor compreende um Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor - MOSFET (Transistor de Efeito de Campo, de Óxido Metálico Semicondutor).

15 8. Fonte de energia (200), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o divisor de tensão compreende:

 um primeiro resistor (R2), conectado entre a primeira entrada do amplificador operacional e o dreno do transistor; e

20

 o referido resistor em barreira (R3) apresentando a primeira extremidade conectada ao referido dreno e uma segunda extremidade, conectada à lateral negativa da fonte de suprimento de energia (PS).

25 9. Fonte de energia (200), de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADA** pelo fato de que a carga compreende dispositivos eletrônicos do medidor de fluxo Coriolis (300), possuindo um circuito condicionador de sinal (360) para ge-

ração de um sinal de acionamento e para recebimento de sinais de coleta, o referido circuito condicionador de sinais (360) estando conectado ao primeiro e ao segundo terminais de saída (T1, T2) da fonte de energia (200).

5 10. Fonte de energia (200), de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADA** pelo fato de que o circuito condicionador de sinal (360) adicionalmente compreende:

 um circuito de acionamento (363) para geração do referido sinal de acionamento, o referido circuito de acionamento (363) ficando conectado ao primeiro e ao segundo terminais de saída (T1, T2) da fonte de energia (200); e

 um circuito de condicionamento (361) para recebimento de sinais de coleta, o referido circuito de condicionamento (361) apresentando uma entrada, conectada a uma saída do circuito de acionamento (363).

 11. Método de operação de uma fonte de energia (200) para fornecer energia a uma carga através de um primeiro e de um segundo terminal de saída (T1, T2), o referido método compreendendo as etapas de:

20 conectar uma limitação de tensão (Z1) em paralelo com uma fonte de suprimento de energia (PS) para limitação da magnitude da tensão gerada pela referida fonte de suprimento de energia (PS);

 estender uma conexão entre uma primeiro lado da referida limitação de tensão (Z1) e o referido primeiro terminal de saída (T1);

 operar um dispositivo de comparação (OA) para comparação de uma tensão de referência com a tensão através do

referido resistor em barreira (R3), representando a corrente fornecida à referida carga através dos referidos terminais de saída (T1, T2);

5 estender um sinal de controle a partir de uma saída do referido dispositivo de comparação (OA) para uma entrada de uma impedância variável (Q1);

10 operar a referida impedância variável (Q1) em resposta ao recebimento do referido sinal de controle para limitar a corrente máxima estendida através do referido resistor em barreira (R3) e a referida impedância variável (Q1) até a referida carga;

CARACTERIZADO pelo fato de que o referido método compreende adicionalmente as etapas de:

15 conectar um primeiro lado de um resistor em barreira (R3) em série com uma impedância variável (Q1) ao referido segundo terminal de saída (T2);

20 conectar um segundo lado da referida limitação de tensão (Z1) a um segundo lado de um resistor em barreira (R3).

20 12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de limitar o nível de tensão inclui a etapa de operar um diodo para limitação da referida tensão.

25 13. Método, de acordo com a reivindicação 12, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de operar o diodo inclui a etapa de operar um diodo zener.

14. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** por adicionalmente incluir as etapas de:

aplicar uma energia intrinsecamente segura proveniente do referido terminal ao circuito de acionamento (363) de um medidor de fluxo Coriolis (300), e

5 gerar um sinal de acionamento com o circuito de acionamento (363) em resposta ao recebimento da referida energia.

15. Método, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** por adicionalmente incluir a etapa de aplicar sinais de coleta a um circuito de condicionamento (361) do referido medidor de fluxo Coriolis (300), em resposta ao recebimento da referida energia.

16. Método, de acordo com a reivindicação 11, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de limitar a corrente máxima fornecida à carga compreende as etapas de:

15 operar uma divisão de tensão para geração de uma tensão que seja representativa da corrente fornecida à referida carga através do referido resistor em barreira (R3);

20 operar o amplificador operacional para comparação de uma tensão de referência com a referida tensão representando a corrente fornecida à carga; e

estender um sinal a partir da saída do amplificador operacional para uma entrada de controle de um transistor, definindo a referida impedância variável para limitação da magnitude da corrente fornecida à carga.

25 17. Método, de acordo com a reivindicação 14, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a etapa de operação do transistor inclui a etapa de operação de um MOSFET.

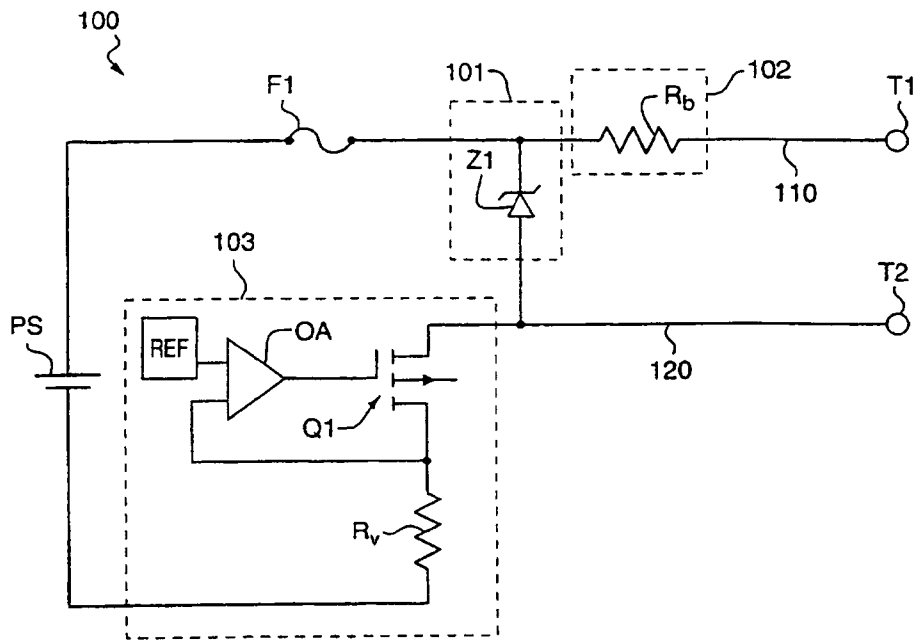


FIG. 1

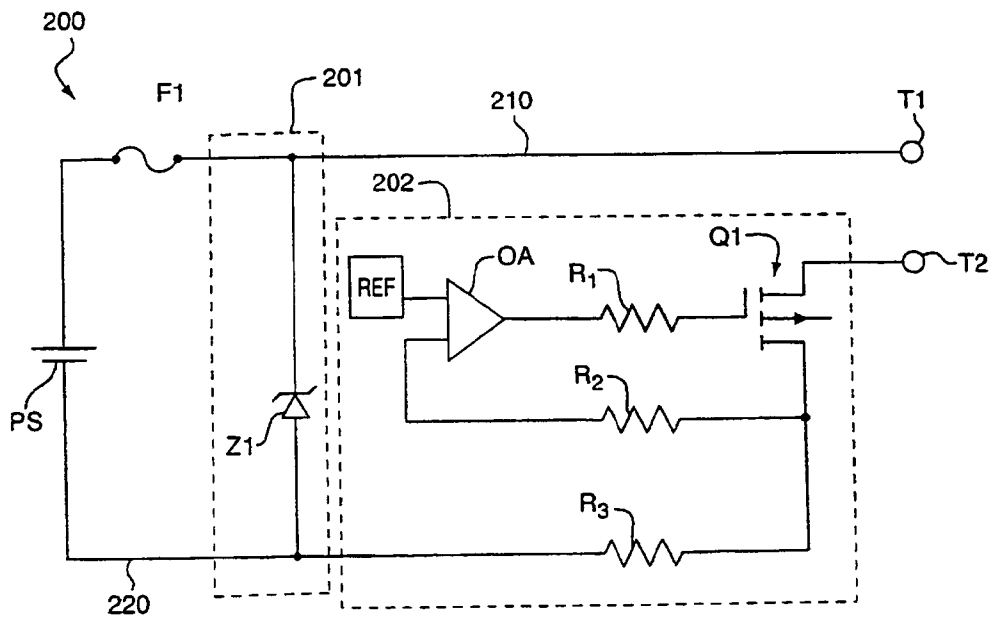


FIG. 2

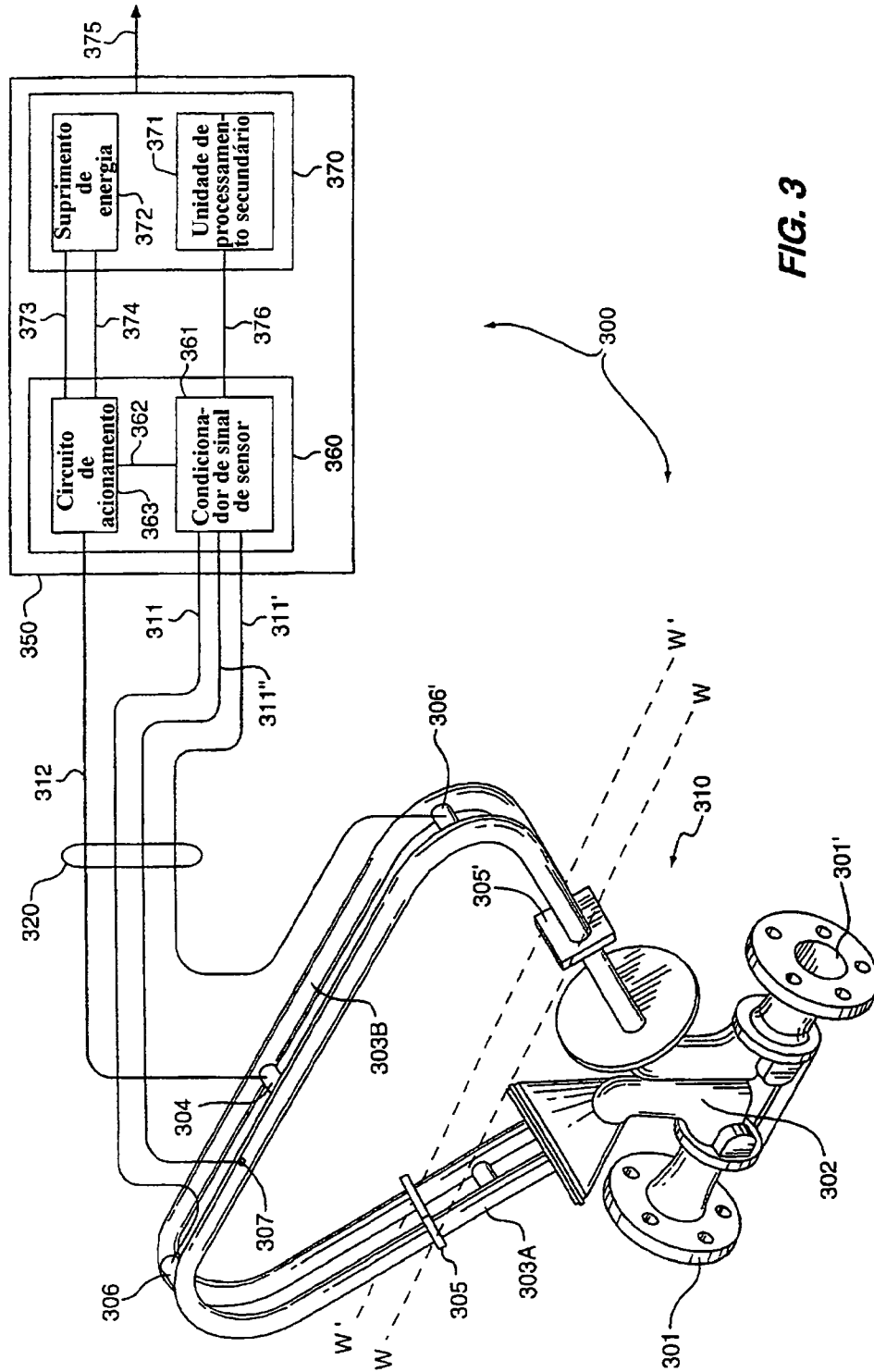


FIG. 3

RESUMO

"FONTE DE ENERGIA CONFIGURADA PARA FORNECER ENERGIA A UMA CARGA E MÉTODO DE OPERAÇÃO DA MESMA"

Descreve-se uma fonte de energia (200) para fonte
5 de energia a uma carga intrinsecamente segura, apresentando
uma realimentação de fonte de corrente integrada e um elemento de limitação de corrente. A fonte de energia (200) inclui uma fonte de suprimento de energia (PS) e terminais de saída (T1 - T2) que conectam os circuitos à carga intrinse-
10 camente segura. Um circuito de limitação de tensão (Z1) entre a fonte de suprimento de energia (PS) e os terminais de saída (T1 - T2) limitam a tensão através da carga. O circuito de limitação de corrente (202) inclui resistores de barreira que convertem corrente em tensão para comparação em um
15 amplificador operacional (OA) que ajusta a impedância através de um dispositivo de impedância variável (Q1) e limita a corrente aplicada à carga.