



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

(21) PI 0808770-9 A2



* B R P I 0 8 0 8 7 7 0 A 2 *

(22) Data de Depósito: 11/03/2008
(43) Data da Publicação: 16/09/2014
(RPI 2280)

(51) Int.Cl.:
F42B 3/18

(54) Título: CIRCUITO DE PROTEÇÃO DE IGNIÇÃO DE UM DETONADOR

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 12/03/2007 US 60/894,312

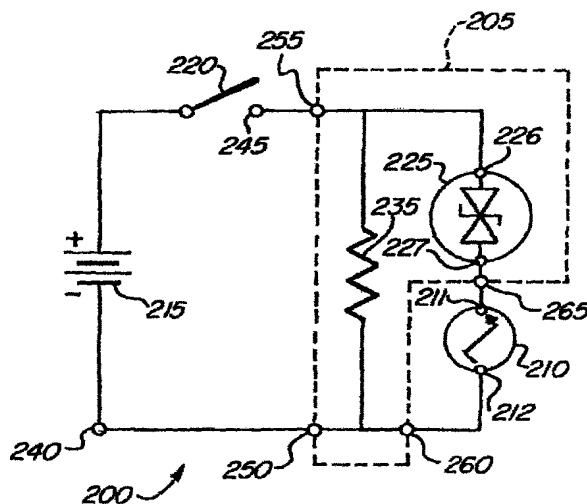
(73) Titular(es): Dyno Nobel INC.

(72) Inventor(es): Mark I. Jurras

(74) Procurador(es): Maria Pia Carvalho Guerra

(86) Pedido Internacional: PCT US2008003242 de 11/03/2008

(87) Publicação Internacional: WO 2008/112235de 18/09/2008



CIRCUITO DE PROTEÇÃO DE IGNIÇÃO DE UM DETONADOR

ANTECEDENTE DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se a detonadores elétricos e eletrônicos e, mais especificamente, a tais detonadores que têm um requisito de voltagem aumentada para ativação, para fornecer proteção contra ligação inadvertida correntes elétricas de fuga ou induzidas, campos magnéticos de condutores elétricos, sinais de rádio, ataques de raios ou similares.

10 Os detonadores de retardo elétricos e eletrônicos são conhecidos na técnica, incluindo detonadores que têm circuitos de tempo eletrônicos integrados. Isto possibilita ajustar os retardos de tempo eletrônicos entre o recebimento de um sinal de inicialização e a ativação do detonador. Tais detonadores de retardo elétricos e eletrônicos frequentemente são fornecidos com um circuito de teste e, por segurança, a energia usada para o teste é
15 normalmente ajustada a um nível que é insuficiente para iniciar o inflamador. Isto é normalmente obtido pela inclusão de um resistor de lastro em série com o inflamador de forma que a queda de voltagem no resistor é grande o suficiente para assegurar que a voltagem usada no teste do inflamador é insuficiente para ativar o inflamador. O resistor consome como calor residual uma quantia substancial da energia fornecida ao detonador.
20 Tais detonadores devem, portanto, ter um suprimento de energia capaz de satisfazer a queda de voltagem no resistor e realizar o teste. Quando o detonador deve ser inicializado, energia suficiente deve estar disponível para executar o circuito de tempo e, finalmente, para ligar o inflamador. A demanda de energia aumentou para os resultados de teste e de ignição em tamanhos de carga menores e uma redução nos tempos de retardo
25 disponíveis. Isto se deve, obviamente, porque tamanhos maiores de carga requerem mais energia e tempos de retardo mais longos requerem circuitos de retardo que tenham desempenho mais longo, consumindo assim mais energia.

Nas aplicações sísmicas, os furos da sonda são tipicamente bem preparados antes de realizar os furos. Um furo de sonda preparado não observado com um detonador de
30 lastro sísmico típico pode resultar na ativação do lastro por correntes de fuga ou manuseio. Mesmo a energia disponível de uma bateria de lanterna comum conectada nos fios expostos pode ativar o detonador. A técnica tem empregado vários métodos para aumentar a voltagem requerida para ativar um detonador para reduzir a sensibilidade a correntes de fuga e manuseio. Entretanto, tais métodos da técnica anterior também aumentar a e-
35 nergia requerida para iniciar as detonações. Da mesma maneira, há uma necessidade na técnica de circuito de proteção de ignição do detonador que supera esses inconvenientes.

BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Uma aplicação da invenção inclui um circuito de ignição para um detonador, tendo um inflamador, um supressor de voltagem transiente (TVS), uma fonte de energia e um interruptor, todos eletricamente conectados em série entre si. O fluxo de corrente através do inflamador suficiente para ativar o inflamador é evitado até que uma voltagem de ignição seja aplicada no TVS que seja igual ou maior do que a diminuição da voltagem do TVS.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Com referência aos desenhos, que pretender oferecer exemplos e não limitações, sendo que os elementos são numerados de forma similar nas figuras:

A figura 1 descreve em uma vista esquemática transversal, o corpo de um detonador para uso de acordo com uma aplicação da invenção;

A figura 2 descreve um esquema de um exemplo de circuito de ativação de acordo com uma aplicação da invenção; e

A figura 3 descreve um inflamador alternativo ao descrito na figura 2 para uso de acordo com uma aplicação da invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

Uma aplicação da invenção, como mostrada e descrita por várias figuras e texto anexados, fornece um circuito de proteção de ignição do detonador que fornece uma voltagem de ativação muito maior para ativar um inflamador elétrico ou eletrônico sem aumentar substancialmente os requisitos de energia do inflamador. Um supressor de voltagem transiente (TVS) ou diodo de TVS é colocado em série com o inflamador, um interruptor de ativação e um dispositivo de armazenamento de energia. Como alternativa para um diodo de TVS, um varistor de óxido de metal (MOV) pode ser empregado se o tamanho e a velocidade para mudar para um estado condutivo não é uma preocupação importante. O diodo de TVS e o MOV funcionam de maneira similar a um diodo zener.

Isto é, nenhuma corrente passará através destes dispositivos até que suas respectivas voltagens dos limiares do projeto sejam atingidas ou excedidas. Assim que a voltagem de limiar ou de diminuição de tal dispositivo for atingida ou excedida, os dispositivos apresentam uma alteração de resistência não ôhmica e conduzirá corrente. Apesar da alta diminuição da voltagem imposta pelo TVS em série com o inflamador, um aumento substancial na energia não é requerido para ativar o inflamador elétrico ou eletrônico devido à alteração de resistência não ôhmica uma vez que a diminuição da voltagem do TVS é atingida ou excedida. Em uma aplicação, o TVS tem uma voltagem de ruptura de

20 volts. Em outra aplicação, o TVS tem uma taxa de voltagem de ruptura de 200 volts.

Com relação à figura 1, um exemplo de detonador 100 é descrito em vista esquemática transversal que tem uma carcaça de detonador 105 que abriga um conector de entrada 110 que tem pinos de entrada 115 e pinos de saída 120, um circuito de proteção 125 (a ser discutido mais detalhadamente abaixo, em relação à figura 2), um conector de saída 130 que tem pinos de entrada 135 e pinos de saída 140, uma região de ignição 145, uma carga de detonador de primeiro estágio 150, uma carga de detonador de segundo estágio 155 e uma carga de detonador de terceiro estágio 160. O recebimento de uma voltagem de ignição planejada nos pinos de entrada 115 é transferida para o circuito de proteção 125 através dos pinos de saída 120, que adequadamente passa através do circuito de proteção 125 de maneira a ser discutida em maiores detalhes abaixo para causar uma reação em cadeia começando com a ignição de um inflamador 210 (discutido abaixo com referência à figura 2) disposta dentro da região de ignição 145, que sucessivamente causa ativação da carga do detonador do primeiro estágio 150, da carga do detonador do segundo estágio 155 e, em seguida, da carga do detonador do terceiro estágio 160. Em uma aplicação, a carcaça do detonador 105 é uma carcaça de detonador comercial padrão que tem 0,25 polegada (6,5 mm) de abertura de diâmetro nominal, a primeira carga do detonador 150 é diazo (diazo dinitrito fenol, normalmente chamado de DDNP), a carga do detonador de segundo estágio 155 é PETN (tetranitrate de pentaeritrol, também conhecido como pentrita) solto e a carga do detonador do terceiro estágio 160 é PETN prensado.

Em referência agora à figura 2, um exemplo de circuito de ignição 200 é descrito como tendo um circuito de proteção 205, um inflamador 210 que tem primeiro 211 e segundo 212 terminais, uma fonte de energia elétrica 215 e um interruptor 220. Em uma aplicação, o circuito de proteção 205 inclui um TVS 225 que tem um primeiro 226 e segundo 227 terminais e um resistor opcional 235. Como ilustrado, o TVS 225 está eletricamente conectado em série com o inflamador 210 no segundo terminal oposto 212. Também como ilustrado, a fonte de energia 215 e o interruptor 220 estão eletricamente conectados em série entre si e eletricamente conectados através do primeiro terminal 226 de TVS 225 e segundo terminal 212 do inflamador 210, que coloca todos os componentes do circuito de ignição 200 em série entre si na ausência do resistor opcional 235.

Relacionando a figura 2 à figura 1, os pontos de contato 240, 245 na figura 2 são eletricamente sinônimos com os pinos de entrada 115 na figura 1, os pontos de contato 250, 255 na figura 2 são eletricamente sinônimos com os pinos de saída 120 na figura 1, os pontos de contato 260, 265 na Figura 2 são eletricamente sinônimos com os pinos de entrada 135 na figura 1 e os terminais 211, 212 na figura 2 são eletricamente sinônimos

com os pinos de saída 140 da figura 1, será notado pela descrição e ilustração reveladas aqui que a fonte de energia 215 e interruptor 220 ilustrados na figura 2 estão conectados aos pinos 115 do detonador 100 na figura 1 (sinônimo com os pontos de contato 240, 245 da figura 2), fornecendo assim a energia necessária, os meios de interrupção e a voltagem de ignição para ativar o inflamador 210 disposto na região de ignição 145. Em uma aplicação, a fonte de energia 215 é uma bateria, um capacitor carregado ou qualquer outra fonte de energia adequada para os propósitos aqui revelados e o interruptor 220 é um dispositivo de interrupção eletrônico ou qualquer outros dispositivo de interrupção adequado para os propósitos aqui revelados, onde o interruptor 220 é um componente separado ou iutegrado em um módulo de retardo de tempo.

Como mencionado acima, o resistor 235 pode ser opcionalmente disposto em conexão elétrica através do primeiro terminal 226 do TVS 225 e o segundo terminal 212 do inflamador 210 e em paralelo com a fonte de energia conectada em série 215 e interruptor 220. Quando presente, o resistor 235 fornece um trajeto elétrico em frente do TVS 225 e inflamador 210 para pré-testar a integridade das conexões elétricas da estação de ativação (não ilustrada) até o circuito de proteção 205 e inflamador 210 e para a proteção do circuito 205 contra as voltagens estáticas de fuga.

De acordo com uma aplicação da invenção, o fluxo de corrente através do inflamador 210 suficiente para ativar o inflamador 210 é evitado até que uma voltagem de ignição seja aplicada através dos terminais 250, 255 do circuito de proteção 205 que é igual ou maior à voltagem de ruptura do TVS 225.

Em uma aplicação, o inflamador 210 é um condutor de ponte projetado para entrar em contato (por exemplo, estar embutido) com um dispositivo explosivo (por exemplo, a carga do detonador de primeiro estágio 150) com um par de fios guia estendendo-se a partir do condutor de ponte. Entretanto, será observado que outros inflamadores adequados para as finalidades aqui reveladas podem ser empregados no lugar do condutor de ponte, como uma ponte semicondutora 300, por exemplo, em geral descrita na figura 3, que tem regiões 305, 310 em contato elétrico com uma camada semicondutora 315, disposta sobre um substrato 320, com a carga do detonador de primeiro estágio 150 sendo disposta entre as regiões 305, 310 e a camada semicondutora 315. A operação de tal ponte semicondutora 300 no campo de detonadores explosivos é bem conhecida na técnica e não discutida adicionalmente aqui.

Em uma aplicação, o TVS 225 e o resistor opcional 235 são montados na superfície em uma placa de circuito, de forma geral descrita pelo número de referência 205 e a caixa gráfica com linha tracejada associada descrita na figura 2. A combinação da placa de circuito 205 com o TVS 225 montado na superfície e o resistor 235 (coletivamente

mencionados como componentes montados na superfície) é dimensionada de forma a ser inserida através do espaço definido pela abertura da carcaça do detonador 105, que em uma aplicação é uma carcaça de detonador comercial padrão que tem um abertura de diâmetro nominal de 0,25 polegada (6,5 mm). Quando a placa de circuito com os componentes montados na superfície está posicionada dentro da carcaça do detonador, a voltagem de ruptura dielétrica entre qualquer dos componentes montados na superfície e a parede interna da carcaça do detonador é maior do que a voltagem de ruptura do TVS 225 e de preferência a voltagem de ruptura dielétrica através do ar entre qualquer dos componentes montados na superfície e a parede interna da carcaça do detonador é maior do que a voltagem de ruptura do TVS 225. Em uma aplicação, a corrente de ruptura dielétrica através do ar é maior do que 500 volts, que resulta em uma distância através do ar não obstruída de cerca de 0,017 polegada (0,43 mm) em uma redução de voltagem através do ar de 30.000 volts/polegada (1,181 volts/mm).

Quando do fechamento do interruptor 220 (ignição planejada), não somente a fonte de energia 215 tem energia suficiente para gerar uma voltagem nos terminais 250, 255 excedendo a voltagem de ruptura do TVS 225 para gerar fluxo de corrente suficiente para ativar o inflamador 210, mas também a fonte de energia 215 terá adicionalmente energia suficiente para danificar permanentemente o TVS 225. Como o detonador 100 é um dispositivo intencionalmente autodestrutivo, não há necessidade de que o TVS 225 seja projetado para passar uma corrente de não vazamento sem danos. Assim, um TVS 225 que tem uma taxa de corrente condutora muito abaixo da corrente real passada é totalmente suficiente para os propósitos aqui revelador, permitindo dessa forma que um pequeno TVS seja usado em um projeto compacto para o circuito de proteção 205.

Em uma aplicação e no caso do interruptor 220 estar fechado, a fonte de energia 215 tiver energia suficiente para gerar uma voltagem de ignição para ativar o inflamador 210 que é igual ou maior do que 1,1 vez a voltagem de ruptura do TVS 225. E, no caso do interruptor 220 estar aberto, o TVS 225 tem voltagem de ruptura suficiente para evitar que o inflamador 210 seja ativado na ocorrência de uma corrente de fuga nos terminais 250, 255 menor que na voltagem de ruptura do TVS 225.

É observado que em uma aplicação onde o TVS 225 tem uma corrente de fuga de 200 Volts, proteção suficiente para o inflamador 210 será fornecida contra uma voltagem CAV-rms padrão 120 nos pinos de entrada 115 que têm uma voltagem de pico de cerca de 170 Volts. Ao empregar um TVS que tem uma voltagem de ruptura de 200 Volts e uma taxa de corrente muito pequena, um pulso de energia relativamente grande de um sistema de ativação de descarga de capacitador suficientemente carregado resultará em um uso único do TVS 225, que falhará no modo de execução. Como o TVS 225 precisa

funcionar somente uma vez, tal ocorrência de falha no modo de execução é perfeitamente adequada para os propósitos aqui revelados.

Apesar das aplicações da invenção terem sido descritas aqui empregando uma placa de circuito 205 com TVS 225 e resistor 235 montados em sua superfície, será observado que outros arranjos podem ser empregados para os propósitos aqui revelados, como TVS 225 integralmente moldado e resistor 235 em um plugue, novamente descrito de forma geral por referência numérica 205 e a caixa de gráfico com linha tracejada associada descrita na figura 2, onde o plugue 205 com o TVS 225 integralmente moldado e o resistor 235 é dimensionado de tal forma que possa ser inserido através do espaço definido pela abertura de uma carcaça de detonador de diâmetro de tamanho padrão de 0,25 polegada (6,5 mm).

Dispositivos que não o TVS 225 podem atuar de maneira similar como o dispositivo TVS mencionado acima, onde após a voltagem de ruptura ser atingida, a voltagem entre o dispositivo cai para muito próximo à voltagem zero, permitindo dessa forma poder de ignição total para passar através do circuito 205 para o inflamador 210. Por exemplo, um dispositivo MOV pode ser substituído pelo TVS 225 no circuito 205, com os outros componentes permanecendo os mesmos. Entretanto, os dispositivos TVS são os preferidos em lugar de um MOV devido às correntes de fuga de um TVS terem em geral uma ordem de magnitude inferior as de um MOV. E, como discutido acima, o dispositivo TVS ou o MOV pode ser prontamente moldado em linha com o fio guia ou com plugue interno do detonador.

A precisão do tempo de inicialização das cargas explosivas em um sistema de lastro de múltiplas cargas deve ser controlada de perto para atingir a fragmentação desejada do minério e da rocha e para reduzir a influência do lastro nas estruturas for a da zona de explosão. A precisão do tempo da inicialização das cargas individuais controla a eficácia da explosão ao fornecer a distribuição requerida das ondas de choque induzidas pela explosão. As aplicação da invenção fornecem detonadores que podem ser usado para controlar de perto o tempo da inicialização das cargas explosivas individuais em operações de explosão de carga explosiva múltipla. Por exemplo, para o retardo eletrônico do detonador 100, a voltagem de teste fornecida para os pontos de impacto 250, 255 do circuito de ignição 200 pode ser elevada com segurança para um nível abaixo da voltagem de ruptura do TVS 225 sem a preocupação de ativar prematuramente um inflamador de energia muito baixa 210, capacitando dessa forma melhor comunicação com outros detonadores conectados dentro do sistema de lastro de cargas múltiplas. Adicionalmente, e diferente de outros sistemas de explosão que empregam um resistor conectado em série para proteger o inflamador, que inerentemente resulta em uma perda de poder I^2R através

do resistor conectado em série durante a ignição, aplicações da invenção não têm tal perda de poder e, portanto, têm mais energia disponível da fonte de energia 215 para uso pelo circuito de retardo eletrônico, comunicações e controles do sistema de explosão.

Apesar de a invenção ter sido descrita com referência a exemplos de aplicações, 5 será entendido por aqueles versados na técnica que várias alterações podem ser feitas e equivalentes podem ser substituídos por outros elementos sem sair do escopo da invenção. Além disso, muitas modificações podem ser feitas para adaptar-se a uma situação em particular ou material para os ensinamentos da invenção sem deixar o seu escopo essencial. Portanto, pretende-se que a invenção não seja limitada à aplicação em particular 10 revelada como a melhor ou o único modo contemplado para realizar esta invenção, mas que a invenção incluirá todas as aplicações dentro do escopo das reivindicações em anexo. Também nos desenhos e na descrição, exemplos de aplicações da invenção também foram revelados e, embora termos específicos possam ter sido empregados, eles são, a menos que declarado em contrário, usados somente no sentido genérico e descritivo e 15 não para os propósitos de limitação; portanto o escopo da invenção não está limitado desta forma. Além disso, o uso dos termos primeiro, segundo, etc. não denota qualquer ordem ou importância, mas os termos primeiro, segundo, etc. são usados para distinguir um elemento do outro. Além disso, o uso dos termos um, uma, etc. não denota uma limitação de quantidade, mas denota a presença de pelo menos um do item referido.

REIVINDICAÇÕES

1. Circuito de ignição para um detonador, compreendendo:
um inflamador, um supressor de voltagem transiente (TVS), uma fonte de energia
5 e um interruptor, todos conectados eletricamente em série entre si;
caracterizado pelo fato de que o fluxo de corrente através do inflamador, suficiente para ativar o inflamador, é evitado até que uma voltagem de ignição seja aplicada no TVS que seja igual ou maior do que a voltagem de ruptura do TVS.
- 10 2. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o TVS tem características elétricas similares ao diodos zener casados que têm uma taxa de voltagem equivalente.
- 15 3. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a voltagem de ruptura entre o TVS na primeira direção é a mesma que voltagem de ruptura do TVS na direção oposta.
- 20 4. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o TVS está disposto diretamente entre o inflamador e o interruptor.
- 25 5. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o inflamador compreende um condutor de ponte.
- 30 6. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o inflamador compreende uma ponte semicondutora.
- 35 7. Circuito de ignição da reivindicação 1, compreendendo adicionalmente um resistor eletricamente conectado em paralelo através da fonte de energia conectada em série e interruptor, e eletricamente conectado em paralelo através dos TVS e inflamador conectados em série.
8. Circuito de ignição da reivindicação 1, compreendendo adicionalmente:
um resistor eletricamente conectado em paralelo através do TVS e inflamador conectados em série/
caracterizado pelo fato de que a voltagem de ruptura do TVS em uma primeira direção é a mesma que uma voltagem de ruptura do TVS na direção oposta.

9. Circuito de ignição da reivindicação 1, compreendendo adicionalmente:
uma placa de circuito que tem TVS montado na superfície;
caracterizado pelo fato de que a placa de circuito com o TVS montado na superfície é dimensionado de for a ser inserido através do espaço definido pela abertura de uma
5 carcaça de detonador de um quarto de diâmetro de tamanho padrão.
10. Circuito de ignição da reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que voltagem de ruptura dielétrica através do ar não obstruída entre o TVS montado na superfície e a parede interna da carcaça do detonador é maior do que a voltagem de ruptura do
10 TVS.
11. Circuito de ignição da reivindicação 10, compreendendo adicionalmente:
um resistor eletricamente conectado em paralelo entre a fonte de energia conectada em série e o interruptor, e eletricamente conectado em paralelo entre o TVS conectado
15 em série e o inflamador;
caracterizado pelo fato de que o resistor está na superfície montado na placa de circuito.
- 20 12. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que no fechamento do interruptor da fonte de energia haja energia suficiente para gerar uma voltagem entre os terminais de TVS excedendo à voltagem de ruptura do TVS e para gerar o fluxo de corrente suficiente para ativar o inflamador.
- 25 13. Circuito de ignição da reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que no fechamento do interruptor de fonte de energia tenha ainda energia suficiente para danificar permanentemente o TVS.
- 30 14. Circuito de ignição da reivindicação 12, onde no caso de um interruptor ser fechado, a fonte de energia ainda tenha energia suficiente para gerar uma voltagem de ignição para ativar o inflamador que seja igual ou maior que 1.1 vez a voltagem de ruptura do TVS.
- 35 15. Circuito de ignição da reivindicação 14, onde no caso do interruptor ser aberto, a voltagem de ruptura do TVS seja suficiente para evitar que o inflamador seja ativado mediante a ocorrência de uma corrente de fuga através dos terminais de TVS i-

igual ou menor que a corrente de ruptura do TVS.

- 5 16. Circuito de ignição da reivindicação 1, compreendendo também:
 um plugue que tem o TVS integralmente moldado nele;
 caracterizado pelo fato de que o plugue com o TVS integralmente moldado é dimensionado de tal forma que se possa inseri-lo através do espaço definido pela abertura de uma carcaça de detonador de um quarto de polegada de diâmetro de tamanho padronizado.
- 10 17. Circuito de ignição da reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o TVS tem uma voltagem de ruptura de 200 volts.

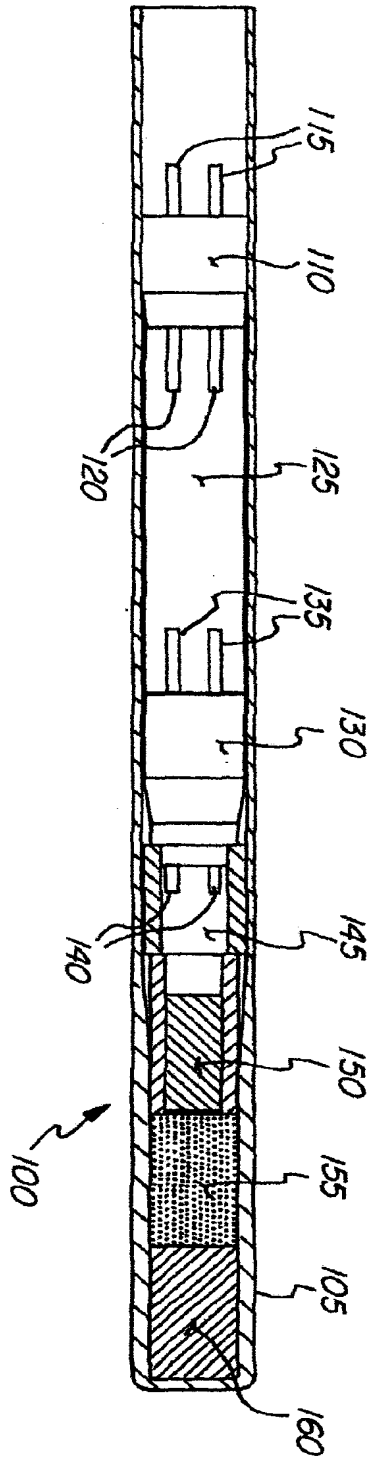


FIG. 1

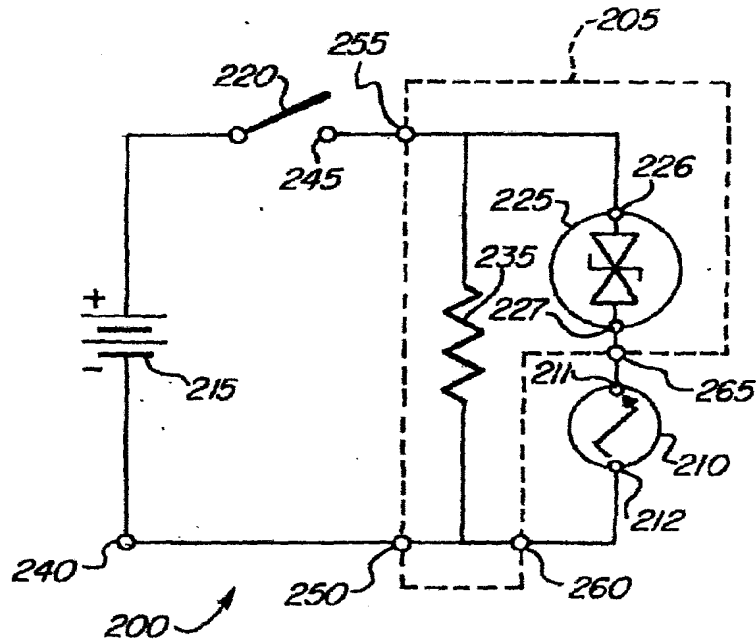


FIG. 2

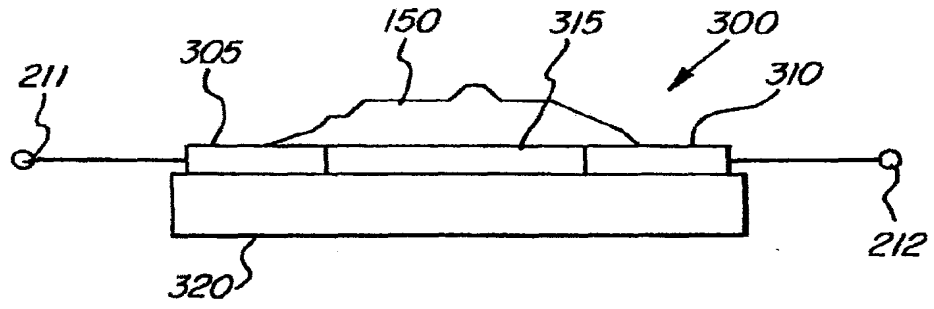


FIG. 3

CIRCUITO DE PROTEÇÃO DA IGNIÇÃO DE UM DETONADOR**RESUMO DA INVENÇÃO**

- 5 Um circuito de ignição para um detonador é revelado. O circuito inclui um inflamador, um supressor de voltagem (TVS), uma fonte de energia e um interruptor, todos eletricamente conectados em série entre si. O fluxo de corrente através do inflamador é suficiente para inflamar o inflamador é evitado até que uma voltagem de ignição seja aplicada através de TVS que seja igual ou maior do que a voltagem de ruptura do TVS.