



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

(21) **PI 1003213-4 A2**

(22) Data de Depósito: 26/08/2010
(43) Data da Publicação: 12/03/2013
(RPI 2201)



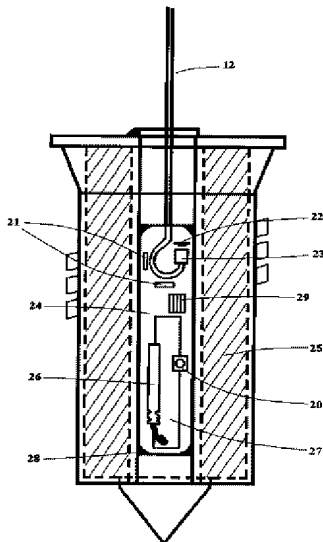
(51) *Int.Cl.:*
F42B 3/16
F42C 11/02

(54) **Título:** SISTEMA DE RETARDO DE ALTA PRECISÃO

(30) **Prioridade Unionista:** 30/12/2009 PE 001341-2009-DIN

(73) **Titular(es):** Industrias Minco S.A.C.

(72) **Inventor(es):** JUAN CARLOS TREJO MAGUIÑA, Pio Francisco Pérez Córdova



(57) **Resumo:** SISTEMA DE RETARDO DE ALTA PRECISÃO. A invenção compreende um sistema de retardo de iniciação de dinamitação utilizado em operações de mineração, canteiros e construções a céu aberto. Este sistema é conformado por um enlace de linha superficial, um recipiente de contenção e uma carga intensificadora de reação explosiva. O enlace de linha superficial que consiste em um tubo de choque enrolado em um carretel de plástico com um terminal de conexão em uma extremidade e um bloco conector na outra envia o sinal de iniciação de forma unidirecional. O tempo de retardo pré-estabelecido proporcionado pelo enlace de linha superficial é determinado pela velocidade de propagação da deflagração da massa explosiva impregnada dentro do tubo de choque e pelo comprimento do tubo de choque. Ademais, os conectores de superfície se unem de forma seqüencial através de seus terminais e blocos de conexão, conforme o projeto estrutural da malha de dinamitação, levando-se em conta que entre as uniões se encontram os furos incluindo os conjuntos em seu interior. Adicionalmente, o enlace de linha superficial contém a quantidade suficiente de tubo de choque para ser usado em qualquer projeto de malha de perfuração. O recipiente de contenção dos elementos de iniciação inclui um dispositivo eletrônico, uma fonte de energia elétrica, um canalizador de impacto, um detonador elétrico e um trecho de tubo de choque. Ali, o recipiente de contenção é montado com uma carga intensificadora de forma adaptativa, para que a montagem proporcione uma iniciação efetiva com um alto grau de confiabilidade e segurança ao se evitar uma iniciação não desejada ante a influência de sinais fora do acionamento normal. A montagem chega a ser instalada no fundo de cada um dos furos, sendo sujeitada pelo tubo de choque e deixando uma extremidade na superfície fora do furo, para que possa se conectar ao sistema de retardo de iniciação seguinte. O dispositivo eletrônico incluído no recipiente de contenção, se compõe por um circuito eletrônico, sensores e um micro-interruptor, além de oferecer um aumento no controle eficiente da distribuição de energia entre seus componentes que para este relatório chamaremos de autonomia. O detonador elétrico incluído no recipiente de contenção é acionado unicamente pelo dispositivo eletrônico após um tempo pré-programado. O acionamento do detonador elétrico é levado a cabo quando o micro-interruptor está habilitado, o circuito eletrônico recebe os sinais dos sensores, e os sensores (que medem as diferentes magnitudes físicas emitidas pelo tubo de choque aceso) registram de maneira repetitiva os sinais emitidos pelo tubo de choque. Adicionalmente, o recipiente de contenção é de material plástico, e outorga um aumento na segurança do sistema, devido ao fato de o material servir como amortecedor de baixo atrito e não manter a combustão, quando a fonte de ignição é retirada. A carga intensificadora de reação explosiva de maneira preferida e não imitante é um explosivo alto, por exemplo, pentolita ou uma emulsão explosiva.



SISTEMA DE RETARDO DE ALTA PRECISÃO

DESCRIÇÃO

Campo Técnico da invenção

5 Esta invenção está relacionada a dispositivos eletrônicos com retardo para a iniciação de cargas explosivas, mais concretamente relacionada a dispositivos acionados com sinais não elétricos, como, por exemplo, tubos de choque, em que os sinais não elétricos são convertidos em elétricos através de sensores conectados com o circuito eletrônico para o acendimento posterior de uma carga intensificadora de reação explosiva.

10 Estado da Técnica

Em mineração, a dinamitação com retardos visa melhorar e uniformizar a fragmentação, facilitar a extração, reduzir a vibração, reduzir a projeção de fragmentos e o grau de afetação da rocha circundante; por isso, ao se iniciarem cargas explosivas dentro dos furos, é comum usar como método de iniciação o não elétrico, onde se utilizam detonadores de retardo conectados a tubos de choque, estes últimos possuindo baixa energia, razão pela qual não iniciam diretamente os agentes de dinamitação, mas ao formarem parte da espoleta geram a iniciação do agente de dinamitação. Os detonadores devem controlar com precisão o retardo, para garantia das seqüências adequadas de iniciação por filas e fileiras em dinamitações de canteiros e cortes abertos.

20 Como se sabe, o uso de retardos eletrônicos (substituição dos retardos químicos) aumenta a precisão do retardo de ativação do detonador, eliminando a superposição e contribuindo de forma significativa para a melhoria da ruptura e para o controle da vibração. Entretanto, não é suficiente combinar o retardo eletrônico com os tubos de choque, se não se tiver um limite de proteção, devido ao fato de a combinação poder ser danificada por impactos, correntes erráticas, cargas eletrostáticas ou campos magnéticos produzindo iniciações indesejáveis, razão pela qual o pedido se baseia em diminuir essa probabilidade de iniciação usando sensores que capturam sinais de diferente natureza física, além de usar estruturas e recipientes com proteção inerentes

30 contra impactos, movimentos ou atritos.

O tubo de choque conhecido na técnica é feito de uma mangueira de



plástico ou de uma combinação de plásticos que em seu interior porta uma massa explosiva ou pirotécnica, a referida massa explosiva podendo ser do tipo de alto explosivo. Os exemplos de explosivos aplicáveis são o PETN, hexógeno ou octógeno, HNS ou uma mistura de material pirotécnico.

5 Nos documentos de patente U.S. 5.435.248, E.S. 2.219.789 e U.S. 5.377.592, é descrito um detonador de retardo programável, cujo tempo de retardo é pré-estabelecido e eletronicamente controlado pela recepção de um sinal elétrico de impulso gerado por uma onda de choque através de um transdutor piezoelétrico e uma carga explosiva expansiva de baixa energia, para em seguida dar lugar à iniciação da carga do detonador; entretanto, o uso da referida carga explosiva expansiva torna muito vulnerável o sistema, devido à possível ocorrência de ativação por descarga eletrostática, dado que muitos dos componentes do detonador apenas minimizam o dano potencial, além da sensibilidade da carga explosiva expansiva, que não apenas é sensível à descarga eletrostática, mas também a impacto e às vibrações. Também, nas patentes U.S. 5.435.248 e U.S. 5.337.592, os tempos de retardo que são programados não podem ser muito grandes, devido ao fato de o funcionamento do relógio do circuito elétrico depender indiretamente do condensador de armazenamento de energia na entrada, e que habilita a ativação do circuito de controle desde a bateria. Dado que a energia do condensador diminui com o tempo, não apenas há a possibilidade de o relógio ou o circuito de controle deixar de funcionar em sua totalidade, mas também de se encontrar em um ponto no qual o meio iniciador recebe pouca ou nenhuma energia, com que se voltaria ao sistema muito impreciso pelo tempo de aquecimento do elemento pirotécnico, e muito ineficaz no caso de se tentar ativar o elemento iniciador com tão pouca energia que não se consegue iniciar a carga do detonador.

10
15
20
25
30 No documento de patente U.S. 2008/0110612 se descreve um aparelho eletrônico com tempo de retardo e um método de acionamento. O referido aparelho tem em sua entrada um elemento que se desloca para conexão da fonte de energia ao circuito e iniciar o elevador de voltagem para a detonação; entretanto, o aparelho possui baixa eficiência na entrega de energia mecânica e elétrica, resolvendo-se o último propondo-se um circuito de economia de



energia e retirando-se todo o complexo mecanismo de acionamento hidráulico e possível falso contato elétrico pelos líquidos usados no acionamento por deslocamento.

5 Uma vantagem da presente invenção é o uso de agrupamentos de circuitos independentes dentro de todo o sistema, o que torna mais efetiva a proteção do mesmo contra a iniciação não desejada e garantia de economia de energia, conseguindo-se manter o sistema operando durante pelo menos 10 dias.

10 Ademais, uma outra vantagem da invenção, não limitante, é a de uso de um microcontrolador incluído no bloco de controle, para tornar mais compacto o conjunto de componentes encarregados da contagem digital, dado que para os antecedentes é muito comum o uso de vários circuitos integrados para a contagem digital. O bloco de controle é uma parte do circuito eletrônico onde se processam o algoritmo de operação, os sinais de entrada e onde se controla a

15 habilitação de outras partes do circuito eletrônico. Além disso, faz-se um uso especial da tecnologia de consumo ultrabaixo para microcontroladores e circuitos integrados que fazem parte do circuito eletrônico para esta invenção, se agrega um controle extra aos relógios internos, para se produzir um consumo de energia ainda mais baixo.

20 Além disso, uma outra vantagem da invenção é que o enlace de linha superficial é simples de operar, não requer uma capacitação especial de manipulação, tampouco uma programação do tempo de retardo devido ao fato de que este depende da velocidade de propagação e do comprimento do tubo de choque, e menos de uma conexão de cabos elétricos em paralelo a isto.

25 Portanto, o sistema se torna prático e fácil de usar, além de ser seguro e confiável.

30 Correntes erráticas: denominam-se correntes erráticas aquelas que fazem seu retorno à fonte emissora por um caminho distinto do previsto. A corrente tende a circular pelo caminho mais fácil, por exemplo, é mais fácil que circule pelo caminho onde encontre componentes eletrônicos de menor resistência elétrica ou, melhor ainda, por onde não haja nenhuma resistência elétrica à passagem da corrente.



Breve Descrição dos Desenhos

A invenção é descrita em seguida tomando-se como referência as figuras 1 a 8.

5 A Figura 1 é um esquema do recipiente de contenção e uma carga intensificadora de reação explosiva.

A Figura 2 é um esquema de seção longitudinal da montagem.

A Figura 3 é um diagrama de blocos do dispositivo eletrônico.

A Figura 4 é um esquema do circuito do dispositivo eletrônico.

10 A Figura 5 é composta por vistas superior e inferior do circuito eletrônico impresso.

A Figura 6 é um esquema da ancoragem retrátil para adaptação.

A Figura 7 mostra a composição do enlace de linha superficial.

A Figura 8 mostra a forma de conexão seqüencial de todo o sistema em malha.

15 Descrição Detalhada da Invenção

A presente invenção consiste em um sistema que visa à iniciação de uma coluna explosiva de forma controlada e eficiente para um tempo pré-programado, usando-se um sistema de acionamento não elétrico. Neste documento, também denominaremos a espoleta eletrônica como montagem, a
20 montagem representando a união do recipiente de contenção de elementos de iniciação com uma carga intensificadora de reação explosiva.

É proporcionada uma iniciação efetiva devido ao fato de o detonador elétrico ser acionado unicamente pelo circuito eletrônico depois de um tempo pré-programado, além de a espoleta eletrônica proporcionar um alto grau de
25 segurança ao se evitar uma iniciação não desejada ante a influência de sinais fora do acionamento normal.

O circuito eletrônico proporciona um aumento na autonomia, devido ao controle eficiente da distribuição e do consumo da energia para todos os componentes do mesmo. O acionamento do detonador elétrico é levado a cabo
30 quando o circuito eletrônico recebe os sinais dos sensores que medem as diferentes magnitudes físicas emitidas pelo tubo de choque aceso.

A invenção também compreende o uso de recipientes para os

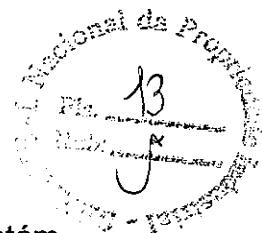
componentes da montagem, que são feitos de um material plástico amortecedor de baixo atrito que não mantém a combustão, quando se retira a fonte de ignição, para o maior aumento da segurança do sistema.

Na presente invenção, não limitante, a iniciação da espoleta eletrônica se deve ao acionamento do tubo de choque, onde será detectado o acendimento do tubo de choque através de sensores de diferente natureza, tais como sensores eletromecânicos, fotoelétricos, eletroacústicos e piezoelétricos, e iniciará a detecção redundante para verificação do acionamento completo do tubo de choque. O sensor de impacto é conectado ao terminal de saída do tubo de choque através do canalizador de impacto, este último dirigindo o sinal de onda expansiva que sempre é obtido na terminação do tubo de choque. Na modalidade preferida e não limitante, o sensor que é afixado diretamente ao tubo de choque e o sensor de verificação de acionamento são da mesma natureza fotoelétrica, detectando a luz emitida pelo tubo de choque que possui uma cobertura plástica semitransparente.

Os primeiros sinais enviados a partir dos sensores para o circuito eletrônico servem tanto para se ativar o microcontrolador de seu estado de consumo ultrabaixo quanto para se conectar o segundo transistor de derivação, controlado pelo sensor de verificação, através do primeiro transistor de derivação com o pólo negativo da fonte de energia elétrica, por exemplo, uma bateria, por um tempo maior por aquilo configurado como tempo de retardo do sistema.

A invenção não limitante também define o uso de uma janela de tempo para a recepção de todos os sinais de impulso, filtrando-se os sinais úteis daqueles que não contêm informação.

Cada um dos conectores de superfície pode proporcionar tempos de retardo pré-estabelecidos, em que os referidos tempos de retardo são definidos em função do comprimento do tubo de choque, encontram-se de preferência na faixa de 4 a 12 milissegundos (sem que isto signifique uma limitação para a patente), com uma variação máxima de +/-5%; o que torna possível conseguir obter altas precisões com respeito ao uso de massas explosivas como retardos químicos.

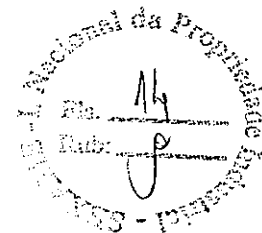


O carretel compreendido pelo enlace de linha superficial contém enrolado um tubo de choque com medidas de preferência na faixa de 6 a 23 metros (sem que isto signifique uma limitação para a patente). Um trecho do tubo de choque que se une ao terminal de conexão mede pelo menos 500 milímetros de comprimento. Além disso, o carretel apresenta uma cobertura externa de material plástico que tem uma ranhura longitudinal, por onde sai o bloco conector, e é firmemente unida a um mecanismo de material plástico de forma concêntrica de corpo prolongado e localizado no centro do carretel. O corpo plástico permite desenrolar e enrolar o tubo de choque, de forma tal que entre cada furo o referido tubo permaneça de forma estendida.

O bloco conector que faz parte do enlace de linha superficial tem alojado um detonador de potência baixa, com uma quantidade de carga explosiva de preferência na faixa de 250 a 500 miligramas, que permite iniciar o conjunto de tubos de choque que se pode conectar a este.

A conexão seqüencial dos conectores de superfície oferece a segurança de não ter superposições entre cada detonação de cada um dos furos, devido à resposta precisa nos tempos de retardo do sistema. Eliminando-se, assim, os riscos de corte, obtém-se uma melhor fragmentação da rocha e do mineral.

Uma modalidade preferida da invenção solicitada é ilustrada na Figura 1. Esta modalidade consiste em um recipiente de contenção 10 de material plástico impermeável a que é montada uma carga intensificadora de reação explosiva 11, que está contida em outro recipiente também de plástico, mas de estrutura polimérica diferente, de maior peso específico. O sistema inclui na entrada um tubo de choque 12 para sua iniciação desde uma linha de tiro em uma dinamitação, por exemplo, a céu aberto, e também inclui na saída uma ancoragem retrátil de forma cônica 13 de material plástico semi-rígido, para montagem e adequação com o recipiente de carga intensificadora de reação explosiva 11. Na modalidade preferida, o recipiente da carga intensificadora de reação explosiva 11 possui um adaptador de enganchamento 14 ao tubo de choque, que se encontra conectado na entrada do dispositivo eletrônico 10, e fios na parte superior externa 15 do mesmo, que formam a estrutura enroscável, tornando o recipiente adaptável para a adição de cargas adicionais



com o mesmo material explosivo de magnificação de reação.

Esta modalidade também consiste em um micro-interruptor de retorno que conecta a fonte de energia elétrica ao circuito, ambos incluídos dentro do recipiente do dispositivo 10, onde o micro-interruptor se encontra próximo da superfície do recipiente dentro de uma protuberância flexível 16, que oferece a facilidade de movimento para que o micro-interruptor seja acionado no momento de obtenção da adaptação do recipiente do dispositivo 10 com uma carga intensificadora de reação explosiva 11.

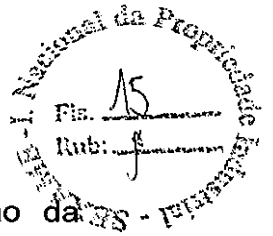
De acordo com a modalidade preferida da invenção, é ilustrado na Figura 2 um esquema do dispositivo eletrônico 10 e da carga intensificadora de reação explosiva 11 (Figura 1), ambos adaptados e mostrados com uma vista de seção longitudinal, com um tipo de distribuição possível que compreende um micro-interruptor 20 que é habilitado ao se introduzir o recipiente de contenção dentro do orifício da carga intensificadora de reação explosiva 11, conectando-se a fonte de energia elétrica 29 ao circuito 27 para sua alimentação.

O recipiente de contenção compreende internamente uma base 24 com trilhos de fixação com seus devidos apoios de adaptação 28 ao recipiente do dispositivo 10, para se colocar e encaixar um circuito integrado 27 com todos os componentes eletrônicos, um canalizador de impacto 23 sujeitado firmemente ao tubo de choque 12, que faz as vezes de controlador do sinal de onda expansiva gerada, sensores para a detecção do acionamento do tubo de choque 12, um detonador elétrico 26 para acendimento da massa pirotécnica de forma elétrica, e uma carga explosiva.

Os sensores são de natureza diferente, como o sensor de impacto 22 colocado diretamente na saída do tubo de choque 12, assim como os sensores de presença 21 afixados à mangueira do tubo de choque.

A carga intensificadora de reação explosiva compreende uma formação de massa explosiva 25, por exemplo, pentolita, para intensificação da reação final, e um recipiente 11 (Figura 1) para conter a massa explosiva.

O diagrama de blocos da modalidade preferida desta invenção é ilustrado na Figura 3, na qual suas partes constituintes compreendem um



condensador de descarga 30, uma unidade redundante de detecção da presença 31, uma unidade de detecção de impacto 32, uma unidade de controle 33, uma unidade de disparo 34, um gerador de sinal 35, um elevador de tensão 36, um detonador elétrico 26 representado por uma ponte de resistência incandescente 37, um interruptor de habilitação 38, interruptores de derivação 39a e 39b, e um interruptor de disparo 40.

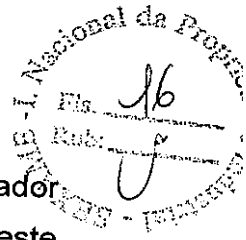
A unidade de controle 33 administra as funções de entrega adequada da energia através do controle do interruptor de habilitação 38, controla de forma adequada a autonomia do sistema, envia o sinal de comando de acionamento para a unidade de disparo 34, e recebe os sinais de impulso de entrada dos diferentes sensores.

As unidades de detecção recebem os sinais em janelas de tempo pré-estabelecidas entre as faixas de 0,1 a 10 milissegundos, em que uma janela de tempo é definida neste documento como o lapso de tempo quando se executa uma ação; fora deste tempo, a ação não pode ser executada.

A unidade redundante de detecção de presença 31 que controla os interruptores de derivação 39a e 39b que, ao serem ativados, conectam o elevador de tensão ao pólo negativo da fonte de energia elétrica, também envia um sinal de detecção de acendimento 66a do tubo de choque 12 (Figura 1) para a unidade de controle 33, para que, em seguida, de forma instantânea, a unidade de controle receba outro sinal do tipo de confirmação 66b detectando o mesmo evento de acendimento.

A unidade de detecção de impacto 32 envia um sinal gerado automaticamente para a unidade de controle 33, devido à detecção da onda expansiva emitida pelo tubo de choque 12 (Figura 1) para que o microcontrolador incluído na unidade de controle saia de seu estado de consumo ultrabaixo.

A unidade de disparo 34 adéqua o sinal de comando enviado a partir da unidade de controle 33 para controlar, assim, e acionar o interruptor de disparo 40, com o que o interruptor de disparo 40 une ao condensador de descarga 30 com a ponte de resistência incandescente 37, que recebe toda a energia acumulada no condensador para sua iniciação. O elevador de tensão 36



recebe um sinal pulsante a uma frequência pré-definida a partir de um gerador de sinal 35, acumula a energia no condensador de descarga 30, quando este estiver referenciado ao sistema através do pólo negativo da fonte de energia elétrica.

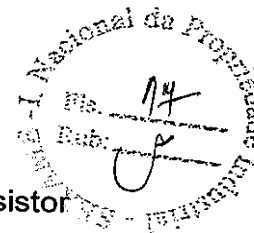
5 Na Figura 4, é ilustrado o esquema elétrico das diferentes partes do circuito elétrico da modalidade preferida, que compreende: uma fonte de energia elétrica 29 conectada ao circuito através do micro-interruptor e provê ao circuito dois níveis de voltagem V1 e V2, o valor de voltagem V1, que é menor do que V2, sendo usado na parte digital do circuito, além de não superar o nível limite de iniciação da carga pirotécnica através da ponte de resistência incandescente 37. O nível de voltagem V2 é utilizado para a alimentação dos circuitos de potência e iniciação da carga pirotécnica.

10 A carga pirotécnica é aquela que fica única à ponte de resistência incandescente 37 que, em conjunto, ficam encapsuladas em uma formação com coberturas de laca. Ali, a referida carga pirotécnica inicia a carga explosiva do detonador elétrico, devido ao fato de o conjunto de massa pirotécnica e ponte de resistência incandescente fazer parte do detonador elétrico 26.

15 Um circuito de controle 45 que trabalha em conjunto com o oscilador 44a e que é conectado aos sensores através de diferentes componentes passivos e ativos como são as resistências limitantes de corrente 58 e 59, os diodos anti-retorno 53, 55 e 56, diodos zener limitadores de tensão 62, 63 e 64 para proteção do circuito de controle 45, o condensador de manutenção de sinal 65, também se conecta ao transistor mosfet 41 de canal p que trabalha como um interruptor que habilita a passagem de energia.

20 Há um circuito de controle de disparo 49 para a iniciação do detonador elétrico 26.

25 Há circuitos de controle de presença que utilizam preferencialmente sensores de natureza fotoelétrica 42 e 43. De acordo com a modalidade ilustrada, os sinais que o circuito de controle recebe são dois, de maneira que o primeiro sinal que é enviado a partir do circuito de controle de presença 46a dê início à contagem e, por sua vez, habilita todos os circuitos, cujo sensor é conectado através dos terminais 42a e 42b; então, dá origem a que, no



momento de detecção, o circuito de controle de presença ativa o transistor mosfet de canal n 50a, que, em conjunto com o transistor mosfet de canal n 50b, conecta ao aterramento o condensador de descarga 30. O segundo sinal que é enviado a partir do circuito de verificação de controle de presença 46b, cujo sensor é conectado através dos terminais 43a e 43b, ativa o transistor mosfet de canal n 50b para completar a conexão com o aterramento, em seguida o circuito de controle habilitando seu funcionamento através da ativação do transistor mosfet 41 em um lapso de tempo instantâneo.

Um circuito gerador de sinal 47 opera em conjunto com um outro oscilador 44b, de acordo com a modalidade preferida, e envia um sinal ao circuito elevador de tensão 48 com a amplitude de um nível V2, que varia de 6 V a 20 V, a uma frequência na faixa de 500 Hz a 3000 Hz para a entrega da energia adequada, e para a iniciação correta do detonador elétrico 26. O condensador de descarga 30 entrega energia através de um diodo anti-retorno de corrente 57 e uma resistência limitante de proteção 60, buscando um controle adequado dos tempos de carregamento e descarga do condensador 30.

A resistência limitante de proteção 60 serve para controle do tempo de carregamento do condensador 30 para os níveis estabelecidos pela saída do circuito elevador de tensão. Caso ocorra uma falha, a referida resistência protegerá o sistema de detonação, pois não permitirá que o condensador 30 esteja suficientemente carregado para detonar a gota; além disso, deve-se levar em conta que os transistores mosfet 50a e 50b deveriam estar com defeito e em curto-circuito para que se produzisse uma falha.

O condensador de descarga 30 é conectado a uma resistência em paralelo 61, para a dissipação da energia em uma falha de iniciação.

O circuito de controle de disparo 49 também compreendido adéqua o sinal para a ativação efetiva do transistor mosfet 51 de canal n que se conecta, através dos terminais 37a e 37b, à ponte incandescente 37 (representação elétrica do detonador elétrico) em paralelo com o condensador de descarga 30 para seu acendimento.

Além disso, como um exemplo de sensor de impacto é compreendido

um transdutor do tipo piezoelétrico 52 que gera a energia sem a necessidade de se tirar energia da fonte de energia elétrica 29, e que é conectado através dos terminais 52a e 52b.

5 A fonte de energia elétrica 29 que entrega a energia com dois níveis de tensão, com um nível V1 para alimentação da parte digital e com um nível V2 para a alimentação da parte de potência é conectada ao circuito através dos terminais 20a e 20b e do micro-interruptor 20.

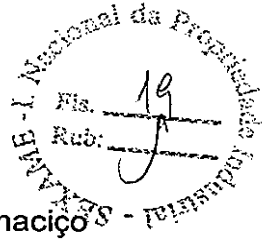
Nas Figuras 5A e 5B são ilustradas correspondentemente a vista inferior 70 e a superior 71 do circuito eletrônico preferido da presente invenção.

10 Na Figura 6, são ilustradas as formas diferentes da ancoragem retrátil 13 do tipo cônico 67 ou do tipo em V em duas vistas 68a e 68b, para adaptação mecânica entre os respectivos recipientes de material plástico das duas partes da montagem.

15 Na Figura 7, é mostrada a composição do enlace de linha superficial 77, com um carretel 75 que, para nossa invenção, receberá uma cor diferente segundo o tempo de retardo, além de levar de forma impressa uma etiqueta com o mesmo tempo de retardo 73. Também é mostrado o terminal de conexão 74 que marca o terminal de início, e que se une a um bloco conector 76 anterior, que marca o terminal de fim. O referido bloco conector 76 que pode
20 conter até 6 tubos de choque contém uma extremidade do tubo de choque que faz parte da montagem 80 (Figura 8). Ali, o tubo de choque que faz parte da montagem 80 chega a medir preferencialmente entre 6 e 30 metros, de acordo com o comprimento do furo 79 (Figura 8), sem significar isto um limitador para a invenção, de forma tal que a única maneira de se enlaçar à malha 82 (Figura
25 8) seja através dos conectores de superfície. Como parte móvel e componente do enrolamento, é mostrado o mecanismo de corpo plástico 78 concêntrico prolongado e com uma saída na seção longitudinal.

Na Figura 8, é mostrada a forma de conexão seqüencial 81 tida na malha 82, onde o enlace de linha superficial é unido ao tubo de choque
30 derivado da montagem incluída no fundo do furo 79.

Como se pode inferir da descrição, o uso deste sistema envolve muita precisão, e se observa que este sistema permite obter uma melhor



fragmentação e reduz as vibrações induzidas pela dinamitação sobre o maciço rochoso circundante.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de retardo de alta precisão para o acionamento não elétrico de cargas explosivas em um tempo pré-estabelecido, que compreende um recipiente de contenção de material plástico com fechamento hermético impermeável, onde se encaixa uma base com trilhos de fixação com apoios de contato, a referida base se dividindo em compartimentos onde são colocados um circuito eletrônico que realiza o controle de todo o sistema, sensores que detectam o acionamento do tubo de choque, um detonador elétrico que inicia a seqüência de carga explosiva, um tubo de choque que transporta o sinal de início de acendimento, um micro-interruptor que conecta a fonte de energia elétrica ao circuito, e um canalizador de impacto que sujeita o tubo de choque e guia a onda expansiva até o sensor de impacto, o sistema **caracterizado**:

- pelo fato de o circuito elétrico proporcionar um alto grau de confiabilidade e segurança ao se evitar uma iniciação não desejada, ante a influência de sinais fora do acionamento normal, além de administrar a energia de forma eficiente através de todos os seus componentes;

- pelo fato de os sensores serem de diferente natureza física para o acionamento do detonador elétrico de forma segura, detectando-se as diferentes magnitudes físicas emitidas pelo tubo de choque;

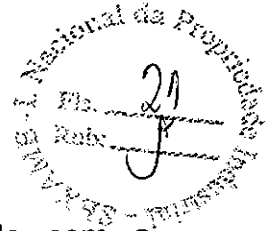
- pelo fato de a base ser conformada por um material supressor de impactos, diminuindo-se o dano do circuito elétrico, e o acionamento por impacto do detonador elétrico;

- pelo fato de os apoios de contato permitirem a proteção do sistema dos movimentos e das vibrações;

- pelo fato de um canalizador de impacto evitar as perturbações internas devido ao movimento provocado pela força do impacto, por sua vez controlar de forma regulada para que o sensor diretamente conectado ao terminal de saída do tubo de impacto aproveite o sinal emitido para gerar um impulso com a energia útil e necessária;

- pelo fato de o micro-interruptor ser acionado unicamente na montagem do dispositivo com a carga intensificadora de explosão;

- pelo fato de o dispositivo prover uma pluralidade de níveis de



proteção para se evitar o acionamento do sistema.

2. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender uma unidade de controle que recebe os sinais de impulso adequados ao nível de voltagem usado pela parte digital do circuito.

3. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender uma unidade de controle que administra de forma adequada as funções de entrega de energia através de um interruptor de habilitação.

4. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com as reivindicações 1 e 3, **caracterizado** pelo fato de o circuito de controle ao administrar de forma eficiente a energia usada aumentar a autonomia do sistema, de maneira tal que torne o circuito muito eficiente, visando manter o sistema operativo durante pelo menos 10 dias.

5. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender uma unidade de controle que envia o sinal de comando de acionamento à unidade de disparo, para que, em seguida, esta unidade controle o interruptor de disparo que habilita a passagem de um nível de voltagem usado pela parte de potência do circuito.

6. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender uma unidade de controle na qual se prefere um microcontrolador como componente principal do circuito de controle, a qual entra em um estado de consumo de energia ultrabaixo logo após o acionamento do micro-interruptor.

7. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender uma unidade de controle que tem pré-programado um tempo de retardo.

8. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender unidades de detecção que liberam a unidade de controle de seu estado de consumo ultrabaixo.



9. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender unidades de detecção que, ao enviarem sinais à unidade de controle, dão início à contagem do tempo de retardo.

5 10. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender unidades de detecção que acionam, de forma independente, a unidade de controle, e interruptores de derivação que detectam o pólo negativo da fonte de energia elétrica.

10 11. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender unidades de detecção que recebem e adéquam o sinal medido para enviá-lo à unidade de controle de forma repetitiva, de preferência detectando a luz de forma redundante com pelo menos dois sensores.

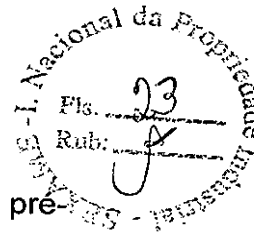
15 12. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com as reivindicações 1 e 11, **caracterizado** pelo fato de a unidade de detecção formar o primeiro nível de proteção devido a como se realiza a seqüência de ativação do sistema.

20 13. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender unidades de detecção que recebem os sinais em janelas de tempo pré-estabelecidas entre as faixas de 0,01 e 10 milissegundos.

25 14. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender uma variedade de disparo que adéqua o sinal trocando as referências de nível de voltagem para um acionamento adequado do interruptor de disparo.

30 15. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com as reivindicações 1 e 14, **caracterizado** pelo fato de a unidade de disparo formar o segundo nível de proteção devido a como se realiza a seqüência de ativação do sistema.

16. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender



um elevador de tensão que recebe um sinal pulsante a uma frequência pré-definida a partir de um gerador de sinal a uma frequência dentro da faixa de 500 a 3000 Hertz.

5 17. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender um elevador de tensão que entrega a energia em um condensador de descarga para que se acumule e seja usada no disparo através da resistência limitante e um diodo para não haver retorno de corrente.

10 18. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com as reivindicações 1 e 17, **caracterizado** pelo fato de a resistência limitante e um diodo para não haver retorno de corrente fazerem parte do terceiro nível de proteção devido a como se realiza a seqüência de ativação do sistema.

15 19. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de o circuito eletrônico compreender uma fonte de energia elétrica que proporciona ao circuito digital e à potência dois níveis diferentes de voltagem.

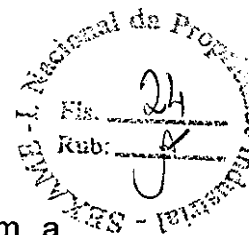
20 20. Sistema de retardo de alta precisão, que compreende um enlace de linha superficial que pode proporcionar tempos de retardo pré-estabelecidos de acordo com o comprimento do tubo de choque, **caracterizado** pelo fato de o enlace de linha superficial compreender:

- um carretel de material plástico com uma cobertura exterior e um mecanismo que permite desenrolar e enrolar o tubo de choque nos comprimentos requeridos, de acordo com o comprimento do furo;

25 - um terminal de conexão como marcador de início unido a um trecho de tubo de choque de pelo menos 500 milímetros de comprimento;

- um bloco de conector que pode conter até 6 tubos de choque, e que marca o final.

30 21. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato de o bloco conector conter um detonador de baixa carga explosiva de 250 a 350 miligramas que se conecta a uma extremidade do tubo de choque, que faz parte da montagem incluída no furo.



5 22. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato de o mecanismo de material plástico permitir o desenrolamento e o enrolamento do tubo de choque, de forma tal que entre cada furo o referido tubo apresente uma forma estendida e tensa para que não seja possível o cruzamento com outros tubos de choque de outros furos.

23. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato de o tempo de retardo oferecido pelo enlace de linha superficial ter uma variação menor do que 5%.

10 24. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 21, **caracterizado** pelo fato de a conexão seqüencial dos conectores de superfície oferecer a segurança de não ter superposições de detonação de cada um dos furos, devido à resposta precisa nos tempos do sistema.

15 25. Sistema de retardo de alta precisão, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado** pelo fato de a conexão seqüencial eliminar os riscos de corte e, desse modo, obtendo-se uma melhor fragmentação da rocha e do mineral.

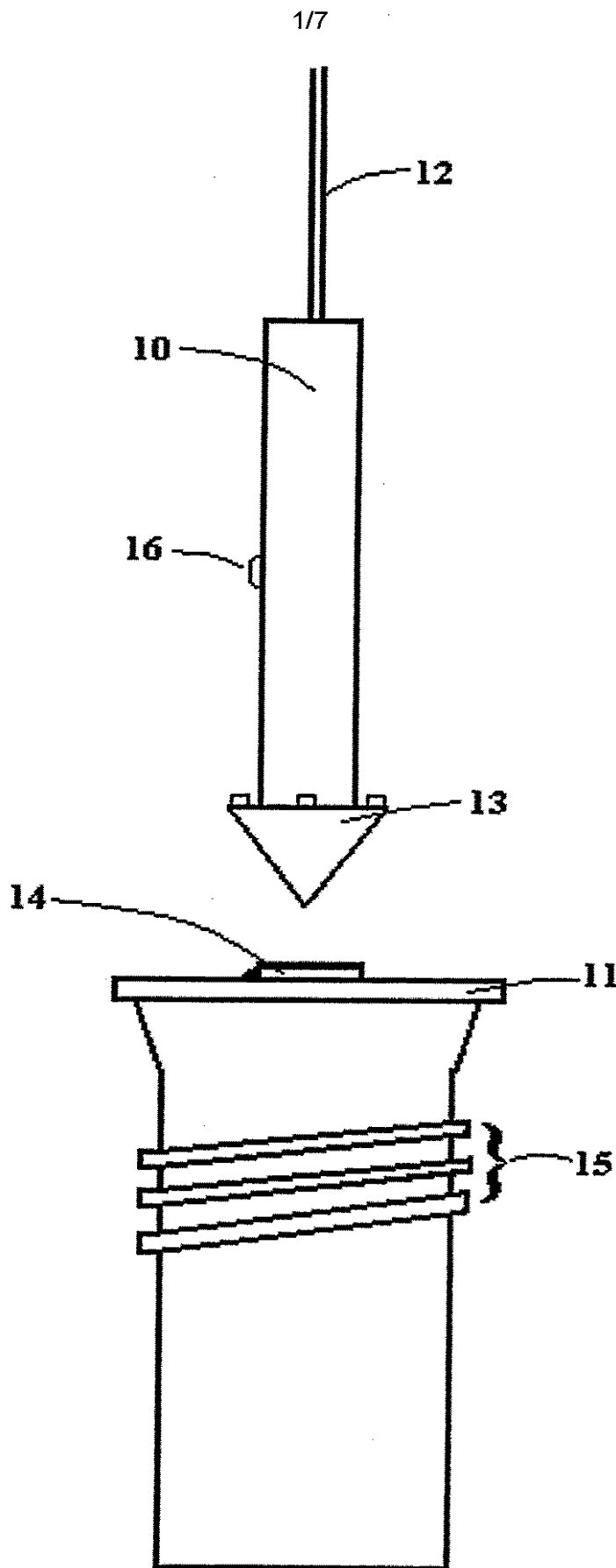


FIGURA 1

Oficiul Național de Proprietate Industrială
Fig. 26
Rubr. J

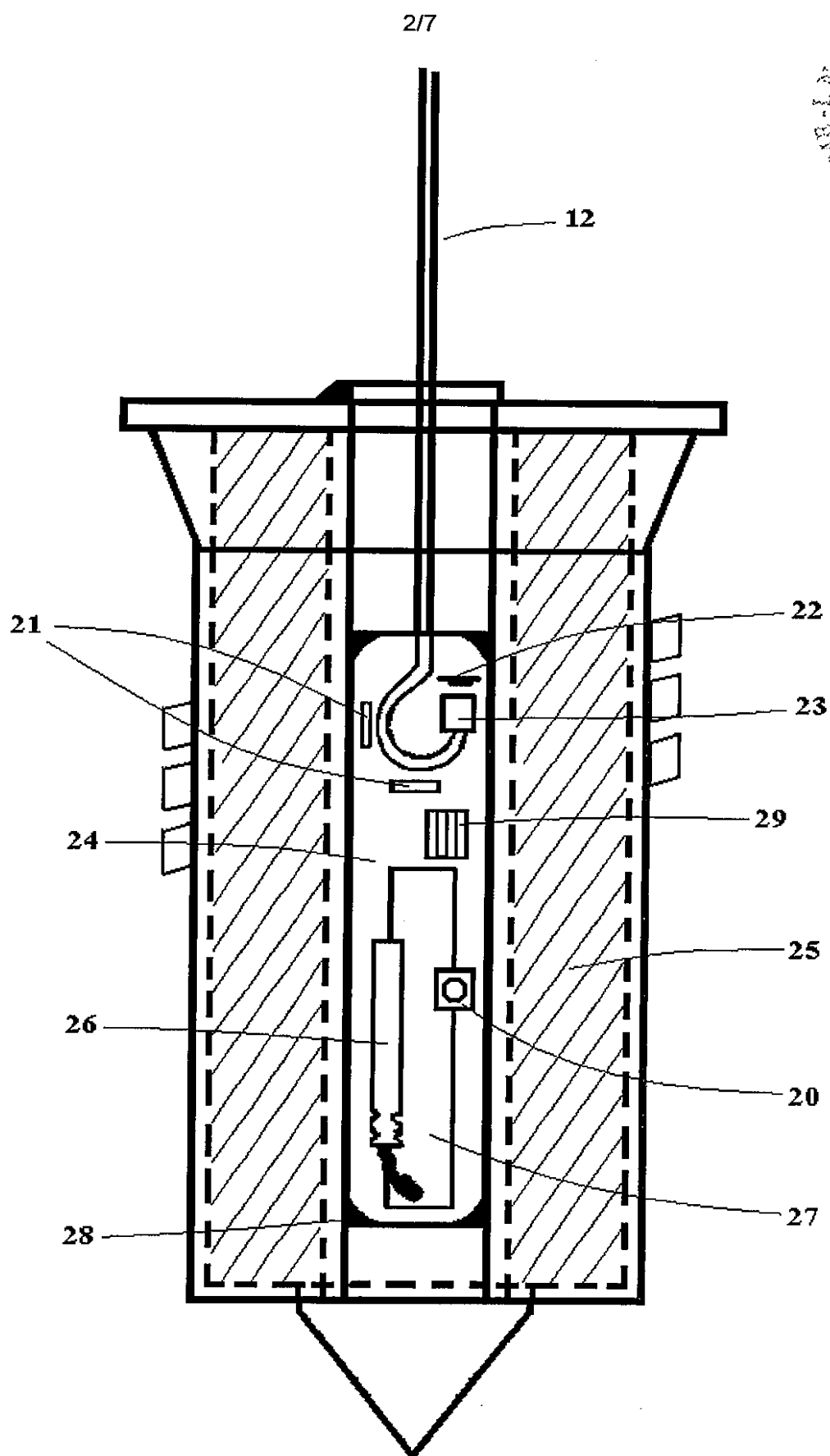


FIGURA 2

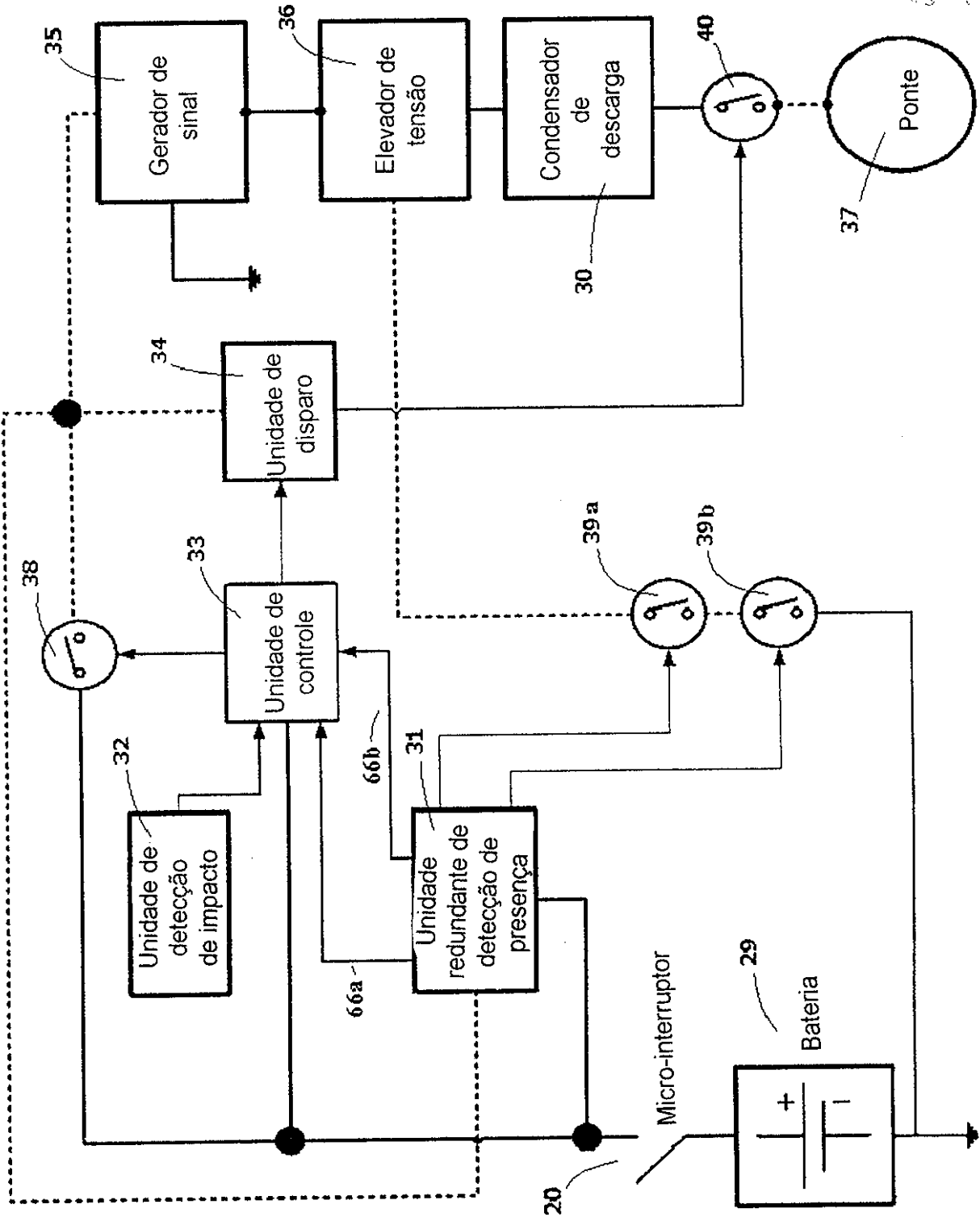
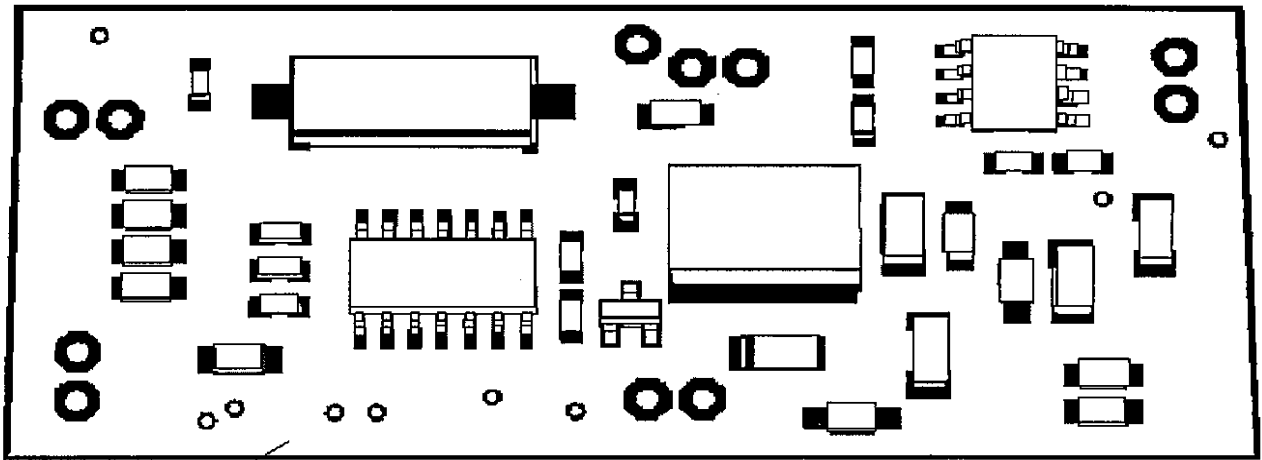


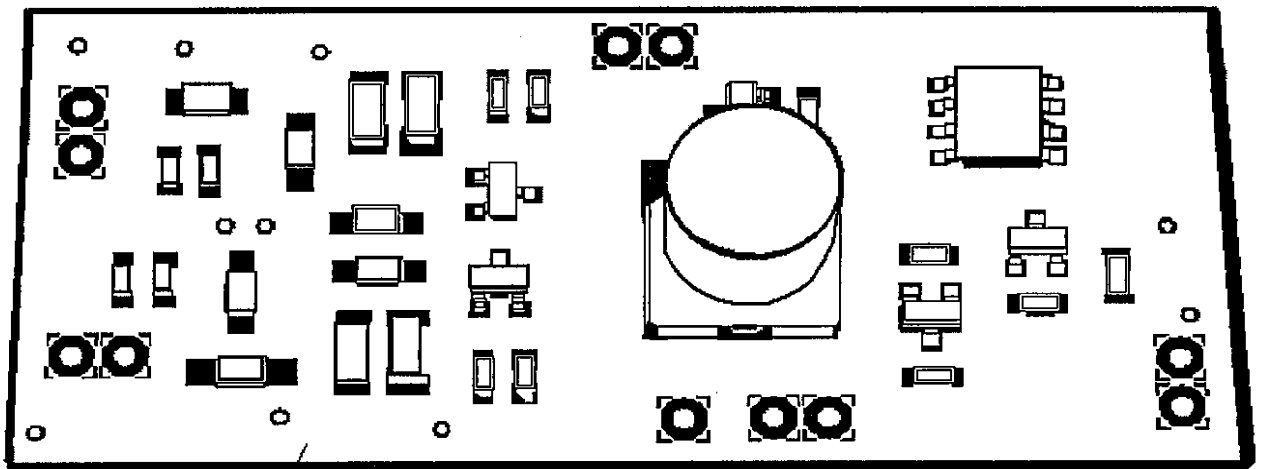
FIGURA 3

29
Kobu
2000



70

FIGURA 5A



71

Figura 5B

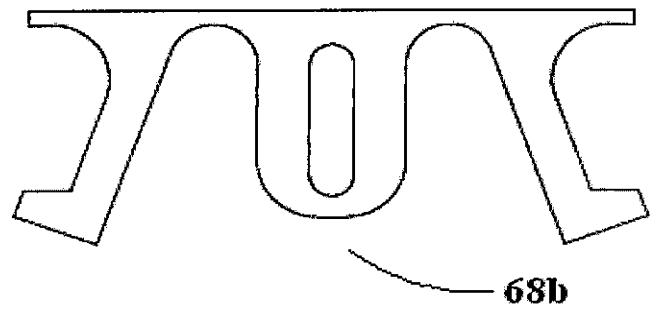
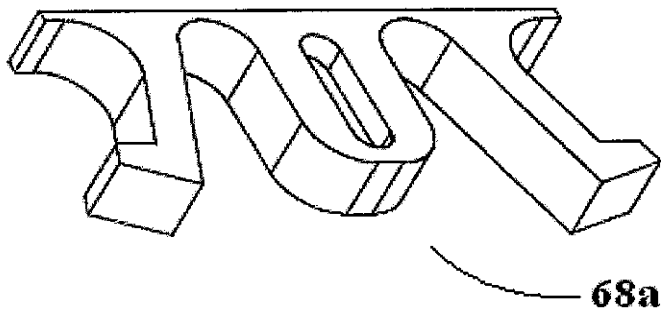
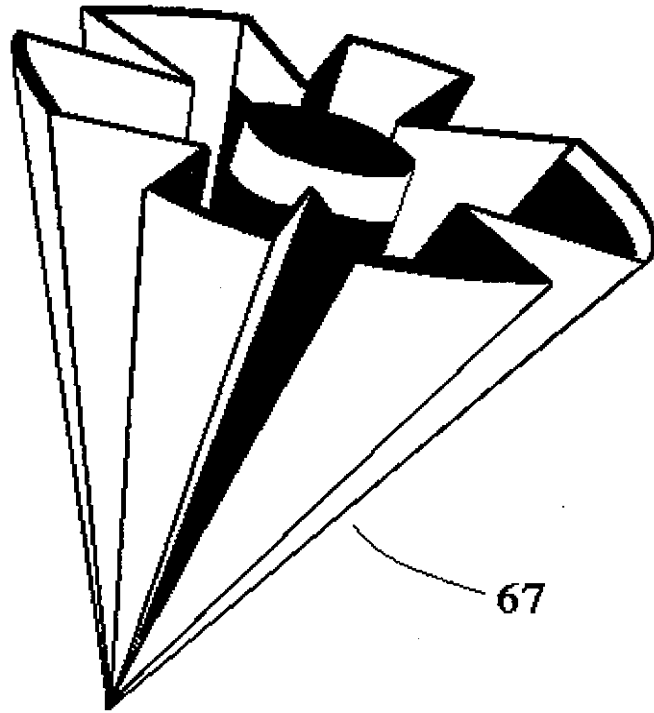


FIGURA 6

717

Ufficio Nazionale de Proprietate Industriali
Fig. 31
Rub. J

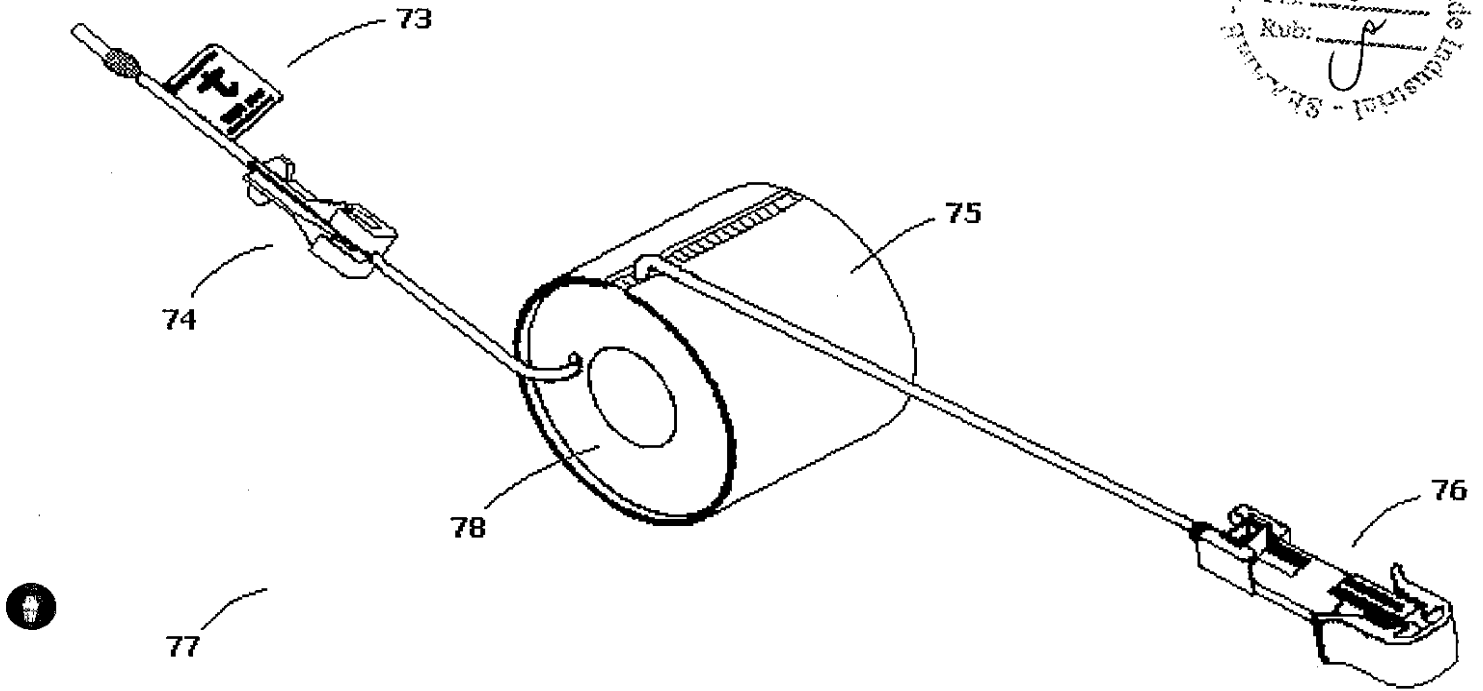


FIGURA 7

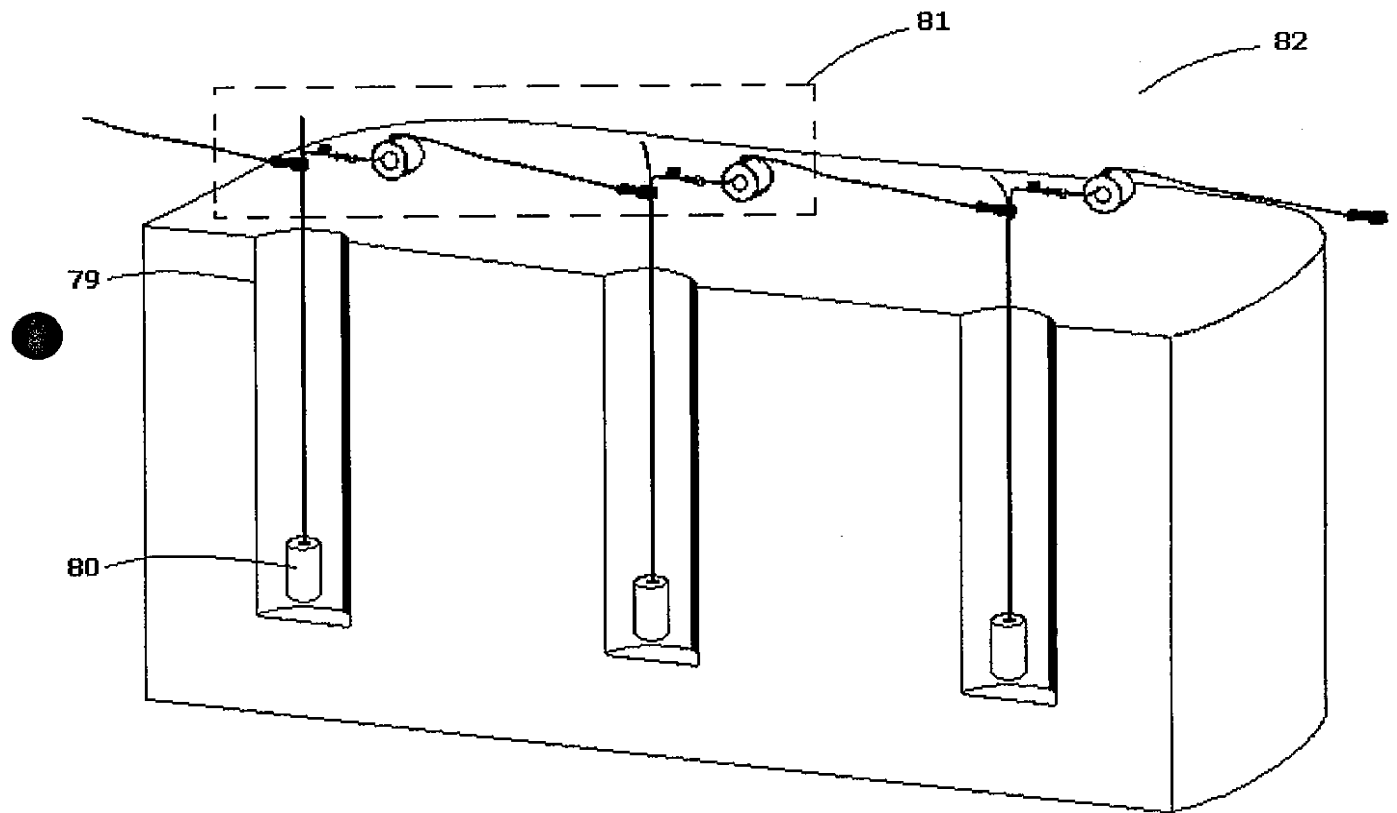
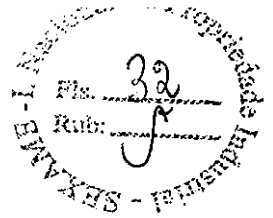


FIGURA 8



RESUMO

SISTEMA DE RETARDO DE ALTA PRECISÃO

5 A invenção compreende um sistema de retardo de iniciação de dinamitação utilizado em operações de mineração, canteiros e construções a céu aberto. Este sistema é conformado por um enlace de linha superficial, um recipiente de contenção e uma carga intensificadora de reação explosiva.

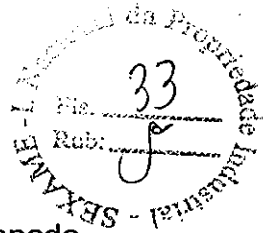
10 O enlace de linha superficial que consiste em um tubo de choque enrolado em um carretel de plástico com um terminal de conexão em uma extremidade e um bloco conector na outra envia o sinal de iniciação de forma unidirecional. O tempo de retardo pré-estabelecido proporcionado pelo enlace de linha superficial é determinado pela velocidade de propagação da deflagração da massa explosiva impregnada dentro do tubo de choque e pelo comprimento do tubo de choque. Ademais, os conectores de superfície se unem de forma seqüencial através de seus terminais e blocos de conexão,

15 conforme o projeto estrutural da malha de dinamitação, levando-se em conta que entre as uniões se encontram os furos incluindo os conjuntos em seu interior. Adicionalmente, o enlace de linha superficial contém a quantidade suficiente de tubo de choque para ser usado em qualquer projeto de malha de perfuração.

20 O recipiente de contenção dos elementos de iniciação inclui um dispositivo eletrônico, uma fonte de energia elétrica, um canalizador de impacto, um detonador elétrico e um trecho de tubo de choque. Ali, o recipiente de contenção é montado com uma carga intensificadora de forma adaptativa, para que a montagem proporcione uma iniciação efetiva com um alto grau de confiabilidade e segurança ao se evitar uma iniciação não desejada ante a

25 influência de sinais fora do acionamento normal. A montagem chega a ser instalada no fundo de cada um dos furos, sendo sujeitada pelo tubo de choque e deixando uma extremidade na superfície fora do furo, para que possa se conectar ao sistema de retardo de iniciação seguinte.

30 O dispositivo eletrônico incluído no recipiente de contenção, se compõe por um circuito eletrônico, sensores e um micro-interruptor, além de oferecer um aumento no controle eficiente da distribuição de energia entre seus



componentes que para este relatório chamaremos de autonomia.

5 O detonador elétrico incluído no recipiente de contenção é acionado unicamente pelo dispositivo eletrônico após um tempo pré-programado. O acionamento do detonador elétrico é levado a cabo quando o micro-interruptor está habilitado, o circuito eletrônico recebe os sinais dos sensores, e os sensores (que medem as diferentes magnitudes físicas emitidas pelo tubo de choque aceso) registram de maneira repetitiva os sinais emitidos pelo tubo de choque.

10 Adicionalmente, o recipiente de contenção é de material plástico, e outorga um aumento na segurança do sistema, devido ao fato de o material servir como amortecedor de baixo atrito e não manter a combustão, quando a fonte de ignição é retirada.

A carga intensificadora de reação explosiva de maneira preferida e não limitante é um explosivo alto, por exemplo, pentolita ou uma emulsão explosiva.