

(19)



(11)

EP 1 456 598 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
13.02.2008 Bulletin 2008/07

(21) Numéro de dépôt: **02793234.2**

(22) Date de dépôt: **14.11.2002**

(51) Int Cl.:
F42D 1/05 (2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR2002/003891

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2003/044451 (30.05.2003 Gazette 2003/22)

(54) **INSTALLATION DE TIRS PYROTECHNIQUES PROGRAMMABLES**

ANLAGE FÜR PROGRAMMIERBARE PYROTECHNISCHE ABSCHÜSSE

INSTALLATION FOR PROGRAMMABLE PYROTECHNIC SHOT FIRING

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
IE IT LI LU MC NL PT SE SK TR**

(30) Priorité: **19.11.2001 FR 0114916**

(43) Date de publication de la demande:
15.09.2004 Bulletin 2004/38

(73) Titulaire: **Chemical Holdings International Ltd.
Port Louis (MU)**

(72) Inventeur: **BERNARD, Thierry
F-06200 Nice (FR)**

(74) Mandataire: **Power, Philippa Louise
Frank B. Dehn & Co.
St Bride's House
10 Salisbury Square
London EC4Y 8JD (GB)**

(56) Documents cités:
**DE-A- 19 912 688 DE-C- 19 909 535
US-B1- 6 283 227**

EP 1 456 598 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] Dans le domaine des mines et des carrières, l'abattage des roches est réalisé par explosifs.

[0002] Une campagne de tirs consiste à réaliser une pluralité de forages dans la roche, que l'on remplit d'explosifs avec pour chaque forage un détonateur permettant la mise à feu. Certains de ces détonateurs sont à commande électronique, ce qui permet de programmer l'exécution des explosions selon un plan de tirs prédéterminé.

[0003] L'exécution d'un plan de tirs consiste donc, après avoir disposé tous les détonateurs dans les forages réalisés et les avoir reliés à une unité de commande, à identifier chaque détonateur par un numéro d'ordre et à lui appliquer un temps de retard qui va déterminer le moment de l'allumage de la charge par rapport à un top de mise à feu général.

[0004] La présente invention concerne une telle installation de tirs pyrotechniques programmables dans laquelle tous les détonateurs sont reliés à l'unité de commande par des fils. Le document DE19912688 décrit le préambule de la revendication 1.

[0005] Classiquement un détonateur électronique comprend une amorce pyrotechnique, une réserve d'énergie, un pilote électronique et deux conducteurs électriques qui relient le pilote électronique à une ligne de tir qui circule au sol depuis une unité centrale de programmation et de commande. Le pilote électronique comprend un microprocesseur embarqué grâce auquel une communication peut intervenir entre le détonateur et l'unité centrale. Le microprocesseur est programmé ou programmable pour être capable de recevoir des requêtes émises dans la ligne de tir par l'unité centrale et de répondre à ces requêtes soit en direction de l'unité centrale soit en direction de la réserve d'énergie qu'il libérera avec un temps de retard déterminé lorsque l'ordre de mise à feu sera reçu de l'unité centrale. La programmation du microprocesseur embarqué dans le pilote électronique du détonateur peut se faire a priori avant sa mise en place dans le champ de tir ou, comme c'est le cas pour l'invention, a posteriori après avoir été mis en place. La ligne de tir au sol sert également à apporter l'énergie électrique nécessaire pour remplir la réserve d'énergie et ce juste avant le tir afin de satisfaire aux conditions de sécurité demandant que les détonateurs soient inactivables jusqu'au dernier moment.

[0006] On rappellera qu'une ligne de tir peut posséder une longueur de l'ordre du kilomètre. Pour cette raison, dans les installations actuelles, il est relativement simple de transmettre à partir de l'unité de commande des signaux à l'adresse de chaque détonateur aussi éloigné qu'il puisse être de l'unité de commande, car à partir de l'unité de commande on maîtrise totalement l'énergie nécessaire à fournir à ces signaux pour qu'ils atteignent leur cible. En revanche, un détonateur possède très peu d'énergie embarquée et si l'on souhaite qu'il puisse répondre à l'unité centrale, on constate que la puissance

limitée des signaux qu'il émet subit une forte atténuation qui les rend quasiment inaudible par l'unité centrale si le détonateur-émetteur est éloigné de celle-ci sur la ligne de tir.

[0007] La présente invention est une solution à ce problème de communication bidirectionnelle entre une unité centrale et chacun des détonateurs d'une ligne de tir, solution simple et économique.

[0008] A cet effet, l'invention a pour objet une installation de tirs pyrotechniques programmables comportant une unité de programmation et de commande des tirs, une ligne de programmation et de commande comportant deux fils conducteurs et une pluralité de détonateurs électroniques montés en parallèle sur cette ligne bifilaire, dans laquelle l'unité de programmation comporte des moyens d'établissement d'une tension continue entre les deux fils, des moyens pour engendrer des impulsions de cette tension pour former des signaux codés, et des moyens de lecture des variations de courant existant sur la ligne bifilaire tandis que chaque détonateur comporte un module électronique apte à engendrer, en réponse à certains des signaux codés de l'unité de programmation, correspondant à des requêtes de celle-ci, des impulsions de courant dans la ligne bifilaire pour former des signaux codés.

[0009] En d'autres termes, lorsqu'un détonateur, quelle que soit sa position sur la ligne de tir, a à répondre à une requête de l'unité centrale, il engendrera dans la ligne de tir filaire des pics de surintensité, par exemple en fermant la ligne sur une résistance calibrée dans un temps donné et ce, en fonction d'un programme d'impulsions correspondant à un code généré par le microprocesseur embarqué, ces pics de surintensité étant immédiatement détectables par l'unité centrale qui, au moyen d'une résistance, les convertira en une tension modulée apte à être interprétée par son microprocesseur, ceci constituant la réponse du détonateur concerné à la requête de cette unité centrale.

[0010] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description donnée ci-après à titre non limitatif, d'un exemple de sa réalisation.

[0011] Il sera fait référence aux dessins annexés parmi lesquels :

- 45 - la figure 1 est un schéma illustrant une installation de tirs pyrotechniques,
- la figure 2 illustre de manière schématique une unité centrale de programmation et de commande de l'installation,
- 50 - la figure 3 est un schéma fonctionnel de la partie du pilote électronique de chaque détonateur concernée par le dialogue avec l'unité centrale de programmation et de commande.

[0012] Pour réaliser une campagne de tirs, on a foré des trous 1 dans une roche 2 à partir par exemple du sol 3. Dans chacun de ces forages 1 on a mis en place des détonateurs 4 et des charges explosives 5, chaque dé-

tonateur 4 étant relié à une ligne de tir au sol 6 par des conducteurs 7. Une unité centrale de programmation et de commande est représentée en 8, connectée à la ligne de tirs 6.

[0013] Cette unité 8, voir figure 2, comporte un microprocesseur 9 qui agit sur un dispositif 10 de fourniture de tension d'alimentation continue entre les deux fils 6a, 6b de la ligne 6 et qui permet d'insérer dans cette tension continue des séquences de baisse de tension afin de former des créneaux correspondant à n'importe quel type de codage binaire d'un signal. En outre, l'unité centrale 8 est pourvue d'un dispositif 11 de conversion en tension du courant circulant sur la ligne 6a, 6b afin de rendre des variations de ce courant compréhensibles par le microprocesseur 9.

[0014] Le pilote électronique 12 du détonateur représenté schématiquement et partiellement à la figure 3, comporte un régulateur de tension 13 dont l'entrée est connectée à la ligne 6a, et la sortie à un microprocesseur embarqué 14, ce afin de constituer une alimentation de ce microprocesseur 14 augmenté d'une capacité 15 permettant de lisser les chutes de la tension dans la ligne 6. Ce pilote 12 comporte également un circuit 16 de détection des codes véhiculés par la ligne 6, dont l'entrée est également connectée à la ligne 6a et dont la sortie est dirigée vers le microprocesseur 14. Entre les lignes 6a et 6b, le pilote électronique 12 possède un circuit de tirage de courant 17 par exemple un transistor et une résistance, commandé par le microprocesseur 14. Enfin, le microprocesseur 14 commande un interrupteur 18 de la ligne 6a, d'une manière qui sera expliquée ci-après.

[0015] Chacun des détonateurs 4 est connecté à la ligne bifilaire 6a, 6b en parallèle de celle-ci au point A, B (figure 3). En réalité, de ce pilote électronique 12 sortent quatre fils 19, 20, 21, 22 qui forment les conducteurs 7 de la figure 1. Les fils 19 et 20 permettent de relier le pilote aux fils 6a et 6b de la ligne de tir. La ligne 6a possède un tronçon 23 interne au pilote 12 qui comporte l'interrupteur 18 et qui ressort du pilote par la ligne 21 devenant 6a au niveau de la surface du sol. De la même manière la ligne 6b possède un tronçon 24 interne au pilote qui par le conducteur 22 ressort du forage pour constituer le fil 6b de la ligne de tir au niveau du sol. Au moment de la mise en place des détonateurs dans les forages, l'interrupteur 18 est ouvert. Les pilotes électroniques sont raccordés les uns à la suite des autres. On comprend par ce montage que le premier détonateur raccordé à l'unité 8 est monté en série sur la ligne 6a, 6b tant que l'interrupteur 18 est ouvert. Lorsque l'interrupteur 18 est fermé, ce détonateur est monté en parallèle avec le suivant sur la ligne 6a, 6b.

[0016] La ligne de tir étant réalisée, l'unité centrale 8 établit une tension par-exemple 24 ou 48 volts aux bornes des conducteurs 6a, 6b. Cette tension, régulée par le dispositif 13, constitue l'alimentation du processeur 14 ainsi que la charge de la capacité 15. Par hachage de cette tension au moyen du dispositif 10, le microprocesseur 9 de l'unité centrale 8 transmet au pilote 12 un nu-

méro d'ordre enregistré par le microprocesseur 14, et un certain temps de retard. La séquence de fonctionnement du microprocesseur 9 peut ensuite comprendre une requête (un signal binaire sur la tension de la ligne 6) à laquelle le microprocesseur 14 répondra en agissant sur le circuit de tirage de courant 17 pour créer des pics de surintensité qui, convertis par le dispositif 11 seront assimilés comme une réponse à sa requête par le microprocesseur 9. Le dernier ordre transmis par le microprocesseur 9 au microprocesseur embarqué 14 sera de fermer l'interrupteur 18. A cet instant, le pilote du détonateur suivant se trouve dans le même état à l'égard de l'unité centrale 8 que le pilote précédent et la séquence de programmation peut recommencer.

[0017] Lorsque tous les détonateurs sont ainsi programmés, l'installation de tir est prête à fonctionner. Le microprocesseur 9 peut comprendre dans son programme d'autres étapes et d'autres requêtes concernant les détonateurs. Il transmettra ensuite un ordre général à tous les détonateurs pour procéder à la charge de la réserve d'énergie, non représentée aux figures, suivi le cas échéant d'une vérification de l'état de cette réserve et transmettra enfin à tous les détonateurs un top de mise à feu.

Revendications

1. Installation de tirs pyrotechniques programmables comportant une unité (8) de programmation et de commande des tirs, une ligne de programmation et de commande comportant deux fils (6a, 6b) conducteurs et une pluralité de détonateurs électroniques (4) montés en parallèle sur cette ligne bifilaire, l'unité de programmation (8) comportant des moyens (9, 10) d'établissement d'une tension continue entre les deux fils (6a, 6b), des moyens (9, 10) pour engendrer des impulsions de cette tension afin de former des signaux codés, et des moyens (11, 9) de lecture des variations de courant existant sur la ligne bifilaire **caractérisée en ce que** chaque détonateur (4) comporte un module électronique (12) possédant des moyens (14, 17) aptes à engendrer, en réponse à certains des signaux codés de l'unité (8) de programmation, des impulsions de courant dans la ligne bifilaire (6a, 6b) pour former des signaux codés.
2. Installation de tir selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** chaque module électronique (12) de détonateur comporte un interrupteur (18) de la ligne bifilaire (6a, 6b), normalement ouvert et fermé en réponse à un signal émis par l'unité de programmation (8).

Claims

1. A programmable pyrotechnical firing installation

comprising a programming and firing control unit (8), a programming and control line comprising two conductor wires (6a, 6b) and a plurality of electronic detonators (4) mounted in parallel on this two-wire line, the programming unit (8) comprising means (9, 10) for establishing a continuous voltage between the two wires (6a, 6b), means (9, 10) for producing pulses of this voltage so as to form coded signals, and means (11, 9) for reading the current variations existing on the two-wire line, **characterized in that** every detonator (4) comprises an electronic module (12) that has means (14, 17) suitable for producing, in response to certain of the coded signals of the programming unit (8), current pulses in the two-wire line (6a, 6b) for forming coded signals.

2. A firing installation according to claim 1, **characterized in that** every electronic detonator module (12) comprises a switch (18) of the two-wire line (6a, 6b), which normally is open and is closed in response to a signal emitted by the programming unit (8).

Patentansprüche

1. Anlage für programmierbare pyrotechnische Abschüsse, welche eine Einheit (8) zur Programmierung und Steuerung der Abschüsse, eine Programmierungs- und Steuerungsleitung, die zwei Leitungsdrähte (6a, 6b) umfasst, und mehrere elektronische Zünder (4), die zu dieser zweidrähtigen Leitung parallelgeschaltet sind, umfasst, wobei die Einheit zur Programmierung (8) Mittel (9, 10) zur Erzeugung einer Gleichspannung zwischen den zwei Drähten (6a, 6b), Mittel (9, 10) zum Erzeugen von Impulsen dieser Spannung, um codierte Signale zu bilden, und Mittel (11, 9) zum Ablesen der Stromschwankungen, die auf der zweidrähtigen Leitung vorhanden sind, umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Zünder (4) ein Elektronikmodul (12) umfasst, das Mittel (14, 17) besitzt, die geeignet sind, in Reaktion auf gewisse der codierten Signale der Einheit (8) zur Programmierung Stromimpulse in der zweidrähtigen Leitung (6a, 6b) zu erzeugen, um codierte Signale zu bilden.
2. Anlage für Abschüsse nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** jedes Elektronikmodul (12) eines Zünders einen Unterbrecher (18) der zweidrähtigen Leitung (6a, 6b) umfasst, der normalerweise offen ist und in Reaktion auf ein Signal, das von der Einheit zur Programmierung (8) ausgesendet wird, geschlossen wird.

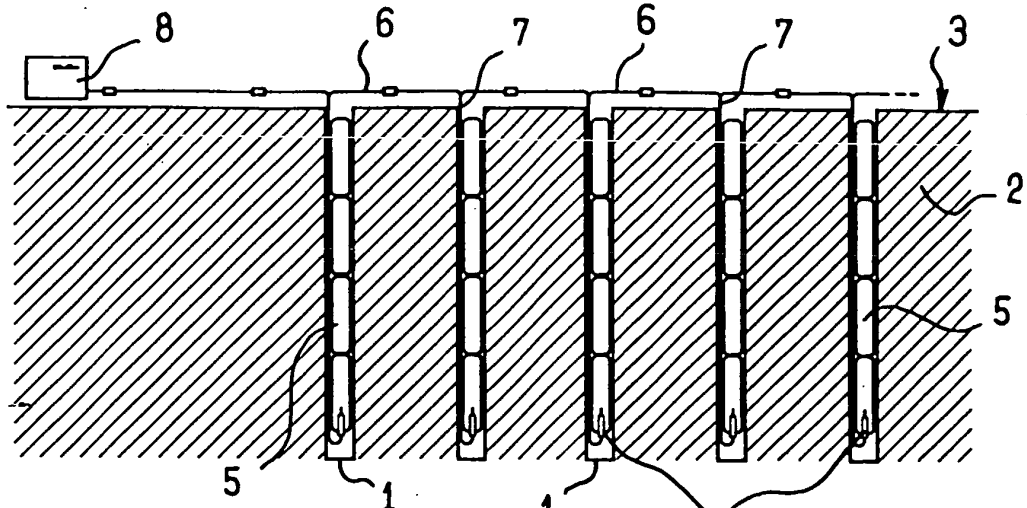


FIG. 1

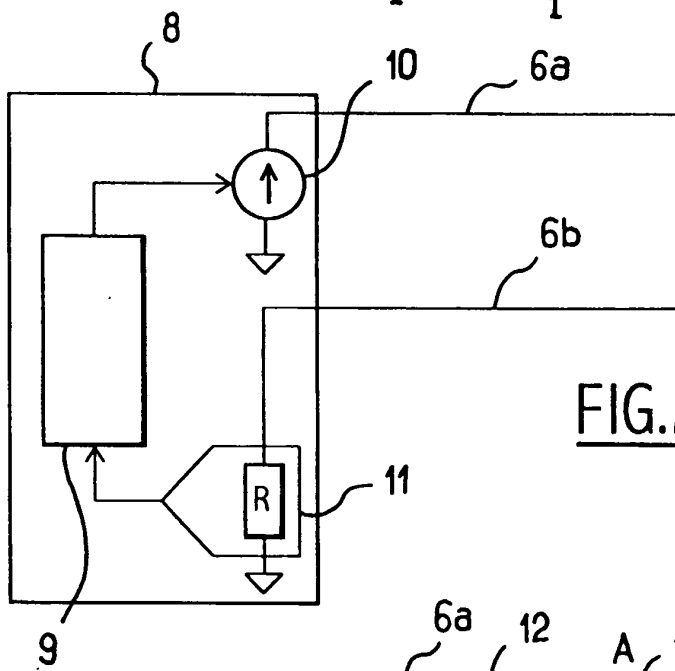
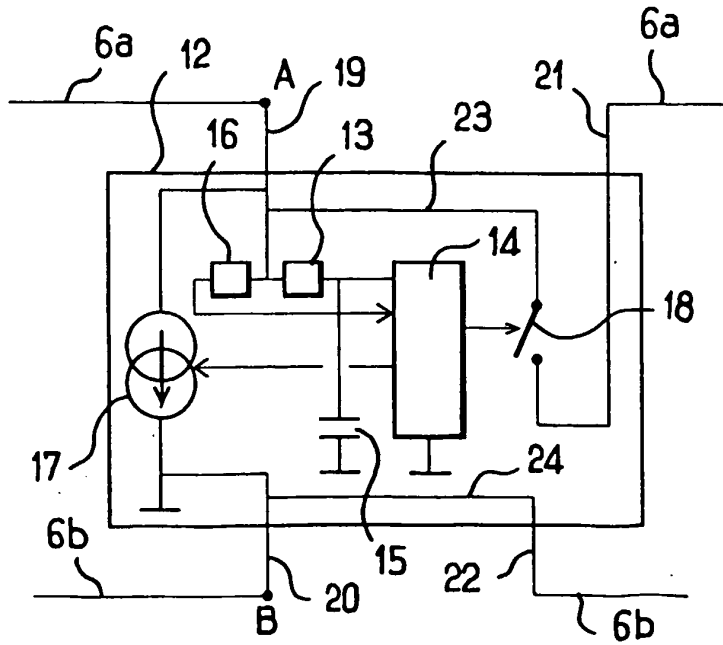


FIG. 2

FIG. 3



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- DE 19912688 [0004]