

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

**N° 82 00424**

---

⑤④ Dispositif de transmission multivoies d'un ordre pyrotechnique comportant un ensemble relais à relèvement de pièces.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). G 05 D 15/00; F 42 D 1/06.

②② Date de dépôt..... 13 janvier 1982.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée :

④① Date de la mise à la disposition du  
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 28 du 18-7-1983.

---

⑦① Déposant : SOCIÉTÉ NATIONALE INDUSTRIELLE AEROSPATIALE, société anonyme. — FR.

⑦② Invention de : Jacques Philippe Durand.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Brevatome,  
25, rue de Ponthieu, 75008 Paris.

La présente invention a pour objet un dispositif de transmission multivoies d'un ordre pyrotechnique comportant un ensemble relais à relèvement de pièces. Elle s'applique en particulier dans le domaine de la pyrotechnie.

La réalisation des programmes d'engins balistiques futurs imposera, dans tous les domaines, des spécifications de fiabilité et de sécurité de plus en plus sévères, qui se répercuteront sur tous les composants qui constituent ces engins.

Le respect de ces spécifications pour chacun des composants nécessite des programmes d'essais longs et coûteux. C'est particulièrement vrai dans le domaine de la pyrotechnie où le bon fonctionnement et la fiabilité requise des composants ne sont le plus souvent vérifiables qu'après coup et uniquement au moyen de contrôles du type "tout ou rien", impliquant un grand nombre d'essais pour couvrir tous les types d'ambiances rencontrées et pour disposer de bases statistiques convenables à défaut d'être parfaites.

C'est la raison pour laquelle il paraît intéressant de s'orienter vers des composants dont on connaît les mécanismes de fonctionnement élémentaires de manière à pouvoir, dès le stade de la conception, tenir compte au mieux des objectifs de performances, de fiabilité et de sécurité, et à limiter le nombre d'essais, donc leur coût et leur durée.

Or, un des principaux aspects du fonctionnement des chaînes pyrotechniques est la transmission des chocs aux interfaces des composants, cette transmission se faisant le plus souvent, pour les composants actuels, soit par impact de particules, soit par projection d'une plaque métallique.

Le premier mode de transfert par impact de particules n'a jamais fait l'objet d'une modélisation

réaliste, aussi bien en ce qui concerne le mécanisme de formation des particules que celui du choc transmis lors de l'impact de celles-ci.

5 En revanche, le mécanisme de projection de plaque et de transfert d'énergie par impact de celle-ci permet une analyse et un contrôle physique des paramètres de fonctionnement bien meilleurs. En effet, l'impact de plaque est utilisé pour obtenir des résultats quantitatifs sur la sensibilité au choc des explosifs. C'est pourquoi, il paraît intéressant de généraliser ce mode de fonctionnement à la transmission des chocs partout où cela est possible.

10 La minimisation du volume et de la masse de tout le système pyrotechnique, embarqué à bord des engins balistiques, ainsi que l'amélioration de la fiabilité de fonctionnement passent aussi par la réduction du nombre total de composants. Ceci implique, en particulier, de centraliser le déclenchement du signal pyrotechnique et de distribuer ensuite ce signal vers les différentes fonctions pyrotechniques par l'intermédiaire de dispositifs de transmission multivoies détonant.

20 Or, l'étude des différentes solutions de dispositifs de transmission multivoies existant montre que celles-ci ne répondent pas aux objectifs de compréhension et de contrôle des mécanismes de transmission des chocs qu'implique la recherche d'une meilleure fiabilité et d'une meilleure sécurité.

30 Dans ces dispositifs multivoies, la transmission d'un ordre pyrotechnique, d'un composant donneur à plusieurs composants récepteurs tels que des relais, est effectuée soit par un choc, induit par l'impact de particules issues du composant donneur, sur les composants récepteurs, soit en utilisant l'effet de charge creuse d'un cordeau détonant de découpa-

35

ge pour amorcer les composants récepteurs.

L'invention a justement pour objet un dispositif de transmission multivoies d'un ordre pyrotechnique répondant aux objectifs d'analyse et de contrôle des mécanismes de transmission des chocs. Ce dispositif utilise le principe de projection d'une pièce et de transfert d'énergie par impact de celle-ci.

De façon plus précise, l'invention a pour objet un dispositif de transmission multivoies permettant la transmission d'un ordre pyrotechnique d'un composant donneur à plusieurs relais de sortie, et comportant un bâti sur lequel sont montés le composant donneur et les relais de sortie, et un ensemble relais assurant la transmission dudit ordre du composant donneur aux relais de sortie, ce dispositif se caractérise en ce que l'ensemble relais comprend au moins une pièce mobile accolée à une bande d'explosif pouvant être amorcée en régime détonant, au niveau de l'une de ses extrémités, par le composant donneur de façon que la détonation de la bande d'explosif entraîne le relèvement de la pièce mobile suivant un angle  $\theta$ , et en ce que les relais de sortie sont montés sur le bâti de façon que leur extrémité devant recevoir l'ordre pyrotechnique, transmis par le relèvement de la pièce mobile, forme avec ladite pièce mobile, avant le relèvement de celle-ci, ledit angle  $\theta$ .

Ce dispositif permet une analyse et un contrôle physique des principaux paramètres liés notamment au relèvement de la pièce mobile et à l'amorçage des relais de sortie sous l'effet de l'impact de la pièce. En conséquence, ce dispositif de transmission permet d'obtenir une évaluation de la fiabilité et une optimisation des dimensions, meilleures que celles obtenues avec les dispositifs de transmission de l'art

antérieur dont le fonctionnement est uniquement vérifiable par statistique sur des résultats d'essais du type "tout ou rien".

5 Selon un mode préféré de réalisation de l'invention, le composant donneur est un générateur de choc comprenant des moyens de percussion pouvant engendrer un choc dans l'axe longitudinal de la pièce mobile, avant le relèvement de celle-ci.

10 Selon un autre mode préféré de réalisation de l'invention la pièce mobile présente la forme d'une plaque plane.

15 Selon une première variante de ce mode de réalisation, l'ensemble relais comprend une seule pièce mobile et une pièce fixe, solidaire du bâti et accolée à la bande d'explosif de façon que la pièce mobile et la pièce fixe soient situées de part et d'autre de la bande d'explosif.

20 Selon une deuxième variante de ce mode de réalisation, l'ensemble relais comprend deux pièces mobiles accolées de part et d'autre de la bande d'explosif et les relais de sortie sont constitués par deux séries de relais disposées de part et d'autre dudit ensemble relais.

25 Selon un autre mode préféré de réalisation de l'invention, la pièce mobile présente la forme d'un tube creux dans lequel est logée ladite bande d'explosif, qui dans ce cas est un cylindre, et les relais de sortie sont constitués de plusieurs séries de relais disposées symétriquement et tout autour dudit tube.

30 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui suit, donnée à titre illustratif mais non limitatif, en référence aux figures annexées, sur lesquelles :  
35 - la figure 1 représente, schématiquement, une vue en coupe d'un premier mode de réalisation du dispositif

de transmission selon l'invention ;

- la figure 2 représente, schématiquement une vue en coupe selon la ligne II-II de la figure 1 ;
- la figure 3 représente une vue en perspective éclatée du dispositif de la figure 1, avec une partie agrandie ;
- la figure 4 représente une vue comparable à la figure 1 illustrant une variante du premier mode de réalisation du dispositif de transmission de l'invention ;
- la figure 5 représente une vue en perspective de l'ensemble relais du dispositif de la figure 4 illustrant le relèvement d'une des pièces mobiles ;
- la figure 6 représente, schématiquement, une vue en coupe selon la ligne VI-VI de la figure 4 ; et
- la figure 7 représente, schématiquement, une vue en coupe écorchée d'un deuxième mode de réalisation du dispositif de transmission selon l'invention.

En se référant aux différentes figures, le dispositif de transmission multivoies, conformément à l'invention, permet la transmission d'un ordre pyrotechnique d'un composant donneur 2 à plusieurs relais récepteurs ou de sortie 4 dont le régime de fonctionnement normal est la détonation. Le composant donneur 2 et les différents relais de sortie 4 sont montés sur un bâti 6, par exemple métallique, qui sert à la fois de support de fixation et de positionnement des différents éléments constituant le dispositif de transmission multivoies. Ce dispositif de transmission comprend, de plus, un ensemble relais, portant la référence générale 8, assurant la transmission de l'ordre pyrotechnique du composant donneur 2 aux différents relais de sortie 4.

Selon l'invention, l'ensemble relais 8 comprend au moins une pièce mobile 10, de faible épais-

5        seur et réalisée par exemple en métal, accolée à une  
bande d'explosif 12 pouvant être amorcée en régime dé-  
tonant. L'amorce en régime détonant se fait par l'in-  
termédiaire du composant donneur 2 et au niveau de  
10       l'une des extrémités 12a de la bande d'explosif. La  
détonation de cette bande d'explosif 12, ajoutée à la  
poussée des produits de détonation derrière le front  
de détonation, provoque le relèvement de la pièce mo-  
bile 10 avec une vitesse et un angle donnés qui peu-  
vent être évalués théoriquement et contrôlés expéri-  
mentalement. Cet angle est appelé angle de relèvement  
de la pièce mobile.

15       La pièce mobile 10 rencontre alors frontale-  
ment les embouts 4a des relais récepteurs 4 disposés  
obliquement de manière à tenir compte de l'angle de  
relèvement. Le dispositif de transmission de l'inven-  
tion est dimensionné de telle sorte que la vitesse  
d'impact soit suffisante pour que les relais récep-  
20       teurs 4 soient amorcés quasi instantanément en régime  
de détonation stable.

25       La théorie du relèvement de plaque montre  
que, pour un explosif donné, la vitesse limite attein-  
te par la plaque ne dépend que du rapport de la masse  
de la plaque à la masse d'explosif. Le principe de  
fonctionnement, bien maîtrisé sur le plan expérimental  
et théorique, est souvent utilisé pour projeter à des  
vitesses importantes (plusieurs milliers de m/s) des  
plaques planes métalliques de toutes épaisseurs, de  
manière à obtenir des chocs plans calibrés.

30       Sur les figures 1 à 3 on a représenté, sché-  
matiquement, un premier mode de réalisation du dispo-  
sitif de transmission multivoies, selon l'invention,  
comportant un ensemble relais du type à relèvement  
d'une pièce mobile 10, présentant la forme d'une pla-  
35       que plane de faibles dimensions hormis la dimension

longitudinale. La bande d'explosif 12 accolée à cette plaque 10 est aussi accolée à une pièce fixe 14 présentant une forme en U (figure 3) de façon que la bande d'explosif soit prise en "sandwich" entre la plaque 10 et le fond 14a de ladite pièce 14. Cette pièce 14 est positionnée et fixée par son embase 16 sur le bâti 6 par l'intermédiaire de vis telles que 15. Cette pièce réalisée par exemple en métal sert de confinement arrière au dispositif de transmission multivoies. Cette pièce 14 détermine, avec la rainure pratiquée dans le bâti 6, une cavité étanche 20 (figures 1 et 3) qui permet de maintenir confinés les produits de détonation de l'explosif 12 de manière, d'une part, à diminuer les effets des détentes latérales sur la propulsion de la plaque métallique 10, et, d'autre part, à contenir la plus grande partie des effets de la détonation afin d'éviter une pollution extérieure par les produits de détonation. Cette cavité 20 présente, en coupe, la forme d'un triangle rectangle présentant un angle au sommet  $\theta$ .

Le bâti 6 est réalisé de manière à contenir les effets de la détonation de la bande d'explosif 12 et à minimiser l'effet des détentes latérales sur le rendement de propulsion de la plaque de métal 10. L'angle d'inclinaison  $\theta$  du fond de la cavité 20 est pris égal à celui obtenu lors du relèvement de la plaque de métal 10 provoqué par la détonation de l'explosif 12. Dans l'exemple donné ci-après, concernant le dimensionnement des différents éléments constituant le dispositif de l'invention et la nature de l'explosif, le bâti 6 est réalisé en alliage léger. Les parois 22 et 24, constituant ce bâti (figure 2) ont une dizaine de mm d'épaisseur et l'angle d'inclinaison  $\theta$  du fond de la cavité 20 est de l'ordre de  $15^\circ$ .

Comme on l'a dit précédemment, la pièce fixe



14, servant de confinement arrière à l'explosif permet de contenir les effets de la détonation. Elle permet aussi, du fait de sa forme en U, d'assurer une partie du confinement latéral de la bande d'explosif 12. Dans l'exemple donné de réalisation, cette pièce 14 est réalisée en acier et sa masse est vingt fois celle de la plaque 10.

Selon l'invention le composant donneur 2 est un dispositif générateur de choc qui sert à déclencher la détonation de l'explosif 12 de l'ensemble relais 8 à relèvement de la plaque 10, par son extrémité 12a. Ce composant donneur 2 est, de préférence, un dispositif projetant un opercule métallique de dimensions finies, dont le régime de fonctionnement peut être la détonation ou la déflagration, de sorte que l'amorçage en régime de détonation stable de la bande d'explosif 12 est obtenu quasi-instantanément sur toute son extrémité 12a (en moins de quelques 1/10ème de ms), lors de l'impact à vitesse donnée de cet opercule. Cet opercule se déplace suivant une direction identique à celle de l'axe longitudinal de la plaque 10, avant le relèvement de celle-ci.

Par ailleurs, les relais de sortie 4, ou relais récepteurs 4, fonctionnant en régime détonant sont à base d'explosif secondaire du type pentrite, hexogène ou hexanitrostilbène. Ils sont fixés sur le bâti 6 de manière que leurs embouts ou extrémités 4a pénètrent de plusieurs dixièmes de mm dans la cavité 20. Le plan 26 dans lequel sont situées leurs extrémités 4a est parallèle au plan 28 (figure 1) du fond de la cavité 20. Autrement dit, leurs embouts 4a forment avec la plaque 10, avant le relèvement de celle-ci, un angle d'inclinaison  $\theta$  qui est égal à l'angle de relèvement de la plaque 10. Dans l'exemple de réalisation donné, les relais récepteurs 4 sont au nombre de 4 et

sont chargés à l'hexogène comprimé ( $1,6 \text{ g/cm}^3$ ) dans une enveloppe mince en alliage d'aluminium.

5 La plaque de métal 10 placée au contact de l'explosif 12, de quelques dixièmes de mm d'épaisseur seulement, est réalisée, par exemple, dans un matériau adapté à l'explosif utilisé. Dans l'exemple donné ci-après, le matériau utilisé est un acier de 2/10ème de mm d'épaisseur. Par ailleurs, de manière à assurer la projection d'une plaque 10 adaptée exactement à la section de la cavité 20, il est réalisé sur ladite plaque 10 une rainure de précisaillement 30 correspondant aux dimensions de la cavité (figure 3).

15 La bande d'explosif 12 nécessaire pour relever et projeter la plaque de métal 10 peut être un explosif pur coulé ou comprimé, comme de la pentrite, de l'hexogène ou de l'hexanitrostilbène, ou encore un explosif composite du même type auquel on a ajouté un liant organique du type polybutadiène, par exemple injecté directement ou prédécoupé dans une plaque ou une feuille d'explosif. Dans l'exemple de réalisation donné, l'explosif est de la pentrite à laquelle on a ajouté un liant plastique, prédécoupé dans une feuille d'explosif souple de 2 mm d'épaisseur.

25 Sur les figures 4 à 6, on a représentés une variante du mode de réalisation décrit précédemment. Dans cette variante, la plaque fixe 14 servant au confinement arrière de l'explosif est remplacée par une deuxième plaque identique à la plaque 10 décrite précédemment. Le principe de fonctionnement de ce dispositif de transmission multivoies est identique à celui décrit précédemment.

35 Dans cette variante, la bande d'explosif 12 est prise en "sandwich" entre les deux plaques 10a et 10b. La détonation de l'explosif 12 induit alors le relèvement des deux plaques de façon symétrique par

rapport à l'axe de la détonation qui est confondu avec celui de l'ensemble relais 8a. L'intérêt de ce dispositif de transmission multivoies, par rapport à celui décrit précédemment, est de permettre de doubler, pour un même encombrement longitudinal, le nombre de sorties détonantes et de proposer une nouvelle organisation de ces sorties.

Dans cette variante, le bâti métallique 6 (figures 4 et 6) est composé de deux demi-coquilles 6a et 6b fixées l'une à l'autre par l'intermédiaire de vis 32 au niveau de leur bride 34, assurant l'étanchéité du dispositif après fonctionnement. Les deux demi-coquilles 6a et 6b réalisées en alliage léger présentent chacune un évidement. Elles délimitent avec l'ensemble relais 8a à relèvement de plaque double 10a et 10b deux cavités 20a et 20b symétriques et inclinées par rapport au plan de l'ensemble relais 8 d'un angle  $\theta$  égal à celui du relèvement des plaques de métal 10a et 10b. Le conditionnement latéral de la bande d'explosif 12 est assuré par une pièce métallique 36 en forme de U (figure 5), réalisée par exemple en acier.

Les autres éléments constituant ce dispositif de transmission multivoies sont identiques à ceux décrits précédemment et ce, aussi bien au niveau de leur forme et de leur disposition que de leur constitution. Pour cette raison, on a gardé les mêmes références.

Comme précédemment les plaques 10a et 10b peuvent être réalisées en acier de 2/10ème de mm d'épaisseur. Elles présentent chacune une rainure de pré-cisaillement 30a et 30b de manière à assurer un découpage net de ces plaques, découpage correspondant aux dimensions des cavités 20a et 20b.

Afin d'obtenir des angles de relèvement

0 voisins de 15°, comme précédemment, on peut utiliser une bande d'explosif 12 prédécoupée dans une feuille d'explosif souple présentant une épaisseur de 3 mm et constituée de pentrite et d'un liant plastique.

Sur la figure 7 on a représenté un autre mode de réalisation du dispositif de transmission multivoies, conformément à l'invention. Dans ce mode de réalisation, l'ensemble relais portant la référence 38 est constitué d'une pièce mobile présentant la forme d'un tube creux 40 dans lequel est logée la bande d'explosif 12 cylindrique. En conséquence, la transmission d'un ordre pyrotechnique, du composant donneur 2 aux relais de sortie 4 est assurée par le gonflement sans éclatement du tube creux 40 provoqué, comme précédemment par la détonation de la bande d'explosif 12.

La théorie du relèvement cylindrique est semblable à celle du relèvement de plaque plane. Elle montre que la vitesse finale et l'angle de relèvement ne dépendent, pour un explosif donné, que du rapport de la masse du tube à la masse d'explosif.

Ce mode de transmission de chocs par relèvement cylindrique permet de proposer un nouveau type d'organisation des sorties du dispositif de transmission multivoies qui, du fait de la possibilité d'une distribution radiale des relais récepteurs, est nettement plus compact que les deux organisations précédentes.

Dans ce mode de réalisation, le bâti métallique 42, réalisé par exemple en alliage léger présente une forme cylindrique. Sur ce bâti 42 sont montés, en plus des relais de sortie 4, un premier bouchon métallique 44, servant de support au composant donneur 2 ainsi que de butée à l'ensemble relais 38, et un

deuxième bouchon métallique 46, assurant notamment le positionnement de l'ensemble relais 38 à relèvement cylindrique. Ces bouchons peuvent être réalisés en alliage léger.

5                   Outre les deux cavités qui servent à recevoir et fixer les deux bouchons métalliques 44 et 46, le bâti 42 comporte une autre cavité 47, cylindrique, qui débouche sur les deux précédentes. Celle-ci reçoit, suivant son axe, l'ensemble relais à relèvement  
10 cylindrique 38, et permet le gonflement du tube métallique 40 de cet ensemble relais. La fermeture de cet ensemble relais 38 est assurée par un paillet métallique 48 soudé à l'extrémité 40a du tube métallique 40.

15                   Dans ce mode de réalisation, les relais récepteurs 4, au nombre de 12 par exemple, sont disposés en "sapin" autour de l'ensemble relais à relèvement cylindrique 38. Le jeu entre ces relais récepteurs et l'ensemble relais à relèvement cylindrique 38 est tel  
20 que la vitesse atteinte par la paroi du tube 40 soit maximale et que la paroi du tube, au moment de l'impact sur les faces planes des embouts 4a des relais de sortie, soit encore intègre. De plus, pour assurer l'impact le plus plan possible (bien qu'en toute rigueur un impact plan soit impossible, du fait de la courbure de la paroi du tube), les relais de sortie 4 sont  
25 inclinés de manière que l'angle fait par les faces planes des embouts 4a des relais de sortie 4 et l'axe de l'ensemble relais à relèvement cylindrique 38 soit égal à l'angle de relèvement du tube métallique 40.

30                   Dans ce mode de réalisation, le tube métallique 40 peut être constitué en alliage d'aluminium. Dans un exemple de réalisation il présente un diamètre extérieur de 4,5 mm et une épaisseur de 0,5 mm. Il peut être rempli par un explosif comprimé tel que  
35 l'hexogène.

5 Par ailleurs, le jeu entre l'ensemble relais et les embouts 4a des relais récepteurs est de 3,5 mm et l'angle d'inclinaison entre les faces planes desdits embouts, par rapport à l'axe de l'ensemble relais à relèvement cylindrique, est voisin de 18°.

Les autres éléments constituant ce dispositif de transmission multivoies sont identiques à ceux décrits précédemment, et notamment en ce qui concerne leur forme et leur constitution.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de transmission multivoies permettant la transmission d'un ordre pyrotechnique, d'un composant donneur (2) à plusieurs relais de sortie (4), et comportant un bâti (6, 42), sur lequel  
5 sont montés le composant donneur et les relais de sortie, et un ensemble relais (8, 8a, 38) assurant la transmission dudit ordre du composant donneur (2) au relais de sortie (4), caractérisé en ce que l'ensemble  
10 relais (8, 8a, 38) comprend au moins une pièce mobile (10, 40) accolée à une bande d'explosif (12) pouvant être amorcée en régime détonant, au niveau de l'une de ses extrémités (12a), par le composant donneur de façon que la détonation de la bande d'explosif (12) entraîne le relèvement de la pièce mobile (10, 40) suivant un angle  $\theta$ , et en ce que les relais de sortie  
15 (4) sont montés sur le bâti (6) de façon que leur extrémité (4a) devant recevoir l'ordre pyrotechnique, transmis par le relèvement de la pièce mobile, forme avec ladite pièce mobile, avant le relèvement de celle-ci, ledit angle  $\theta$ .  
20

2. Dispositif de transmission selon la revendication 1, caractérisé en ce que le composant donneur (2) est un générateur de choc comprenant des  
25 moyens de percussion pouvant engendrer un choc dans l'axe longitudinal de la pièce mobile (10, 40), avant le relèvement de celle-ci.

3. Dispositif de transmission selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'ensemble relais (10, 40) comprend des moyens  
30 (14, 36, 40) permettant de contenir latéralement la bande d'explosif dans ledit ensemble.

4. Dispositif de transmission selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce

que la pièce mobile (10) présente la forme d'une plaque plane.

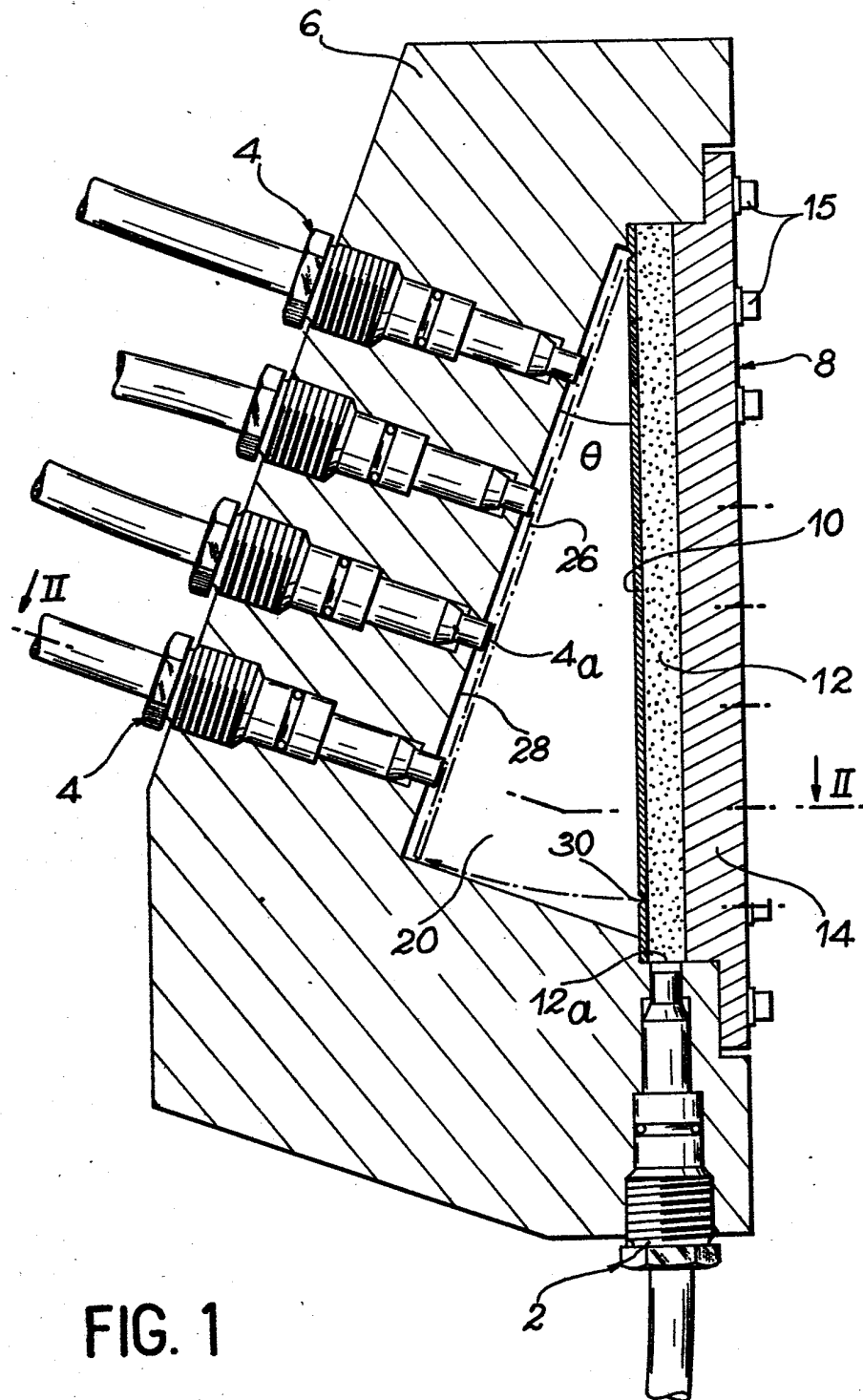
5 5. Dispositif de transmission selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'ensemble relais (8) comprend une seule pièce mobile, et en ce qu'il comprend une pièce fixe (14), solidaire du bâti (6) et accolée à la bande d'explosif (12) de façon que la pièce mobile et la pièce fixe soient situées de part et d'autre de la bande d'explosif.

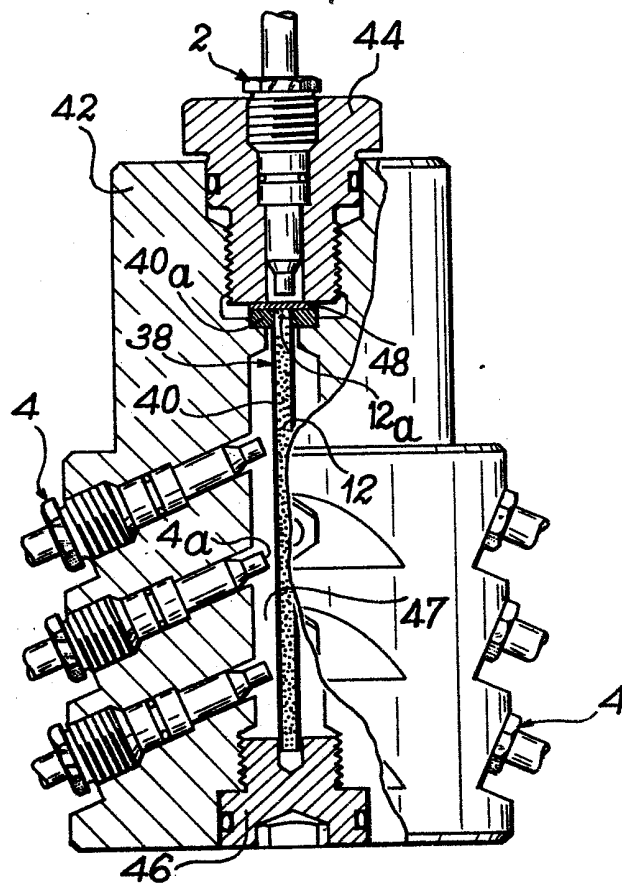
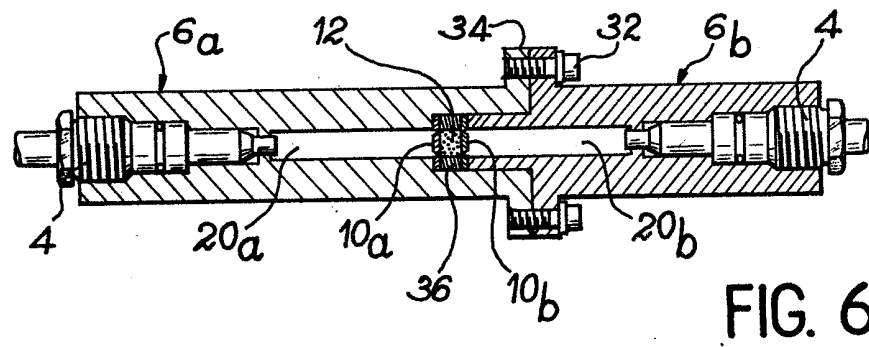
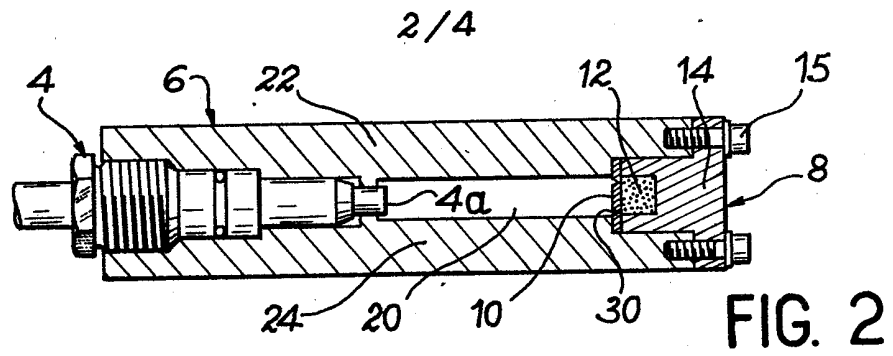
10 6. Dispositif de transmission selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'ensemble relais (8a) comprend deux pièces mobiles (10a, 10b) accolées de part et d'autre de la bande d'explosif (12) et en ce que les relais de sortie (4) sont constitués par  
15 deux séries de relais disposées de part et d'autre dudit ensemble relais.

20 7. Dispositif de transmission selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la pièce mobile (40) présente la forme d'un tube creux dans lequel est logée ladite bande d'explosif (12) présentant alors une forme cylindrique, et en ce que les relais de sortie (4) sont constitués de plusieurs séries de relais disposées symétriquement et tout autour dudit tube.



1/4





3/4

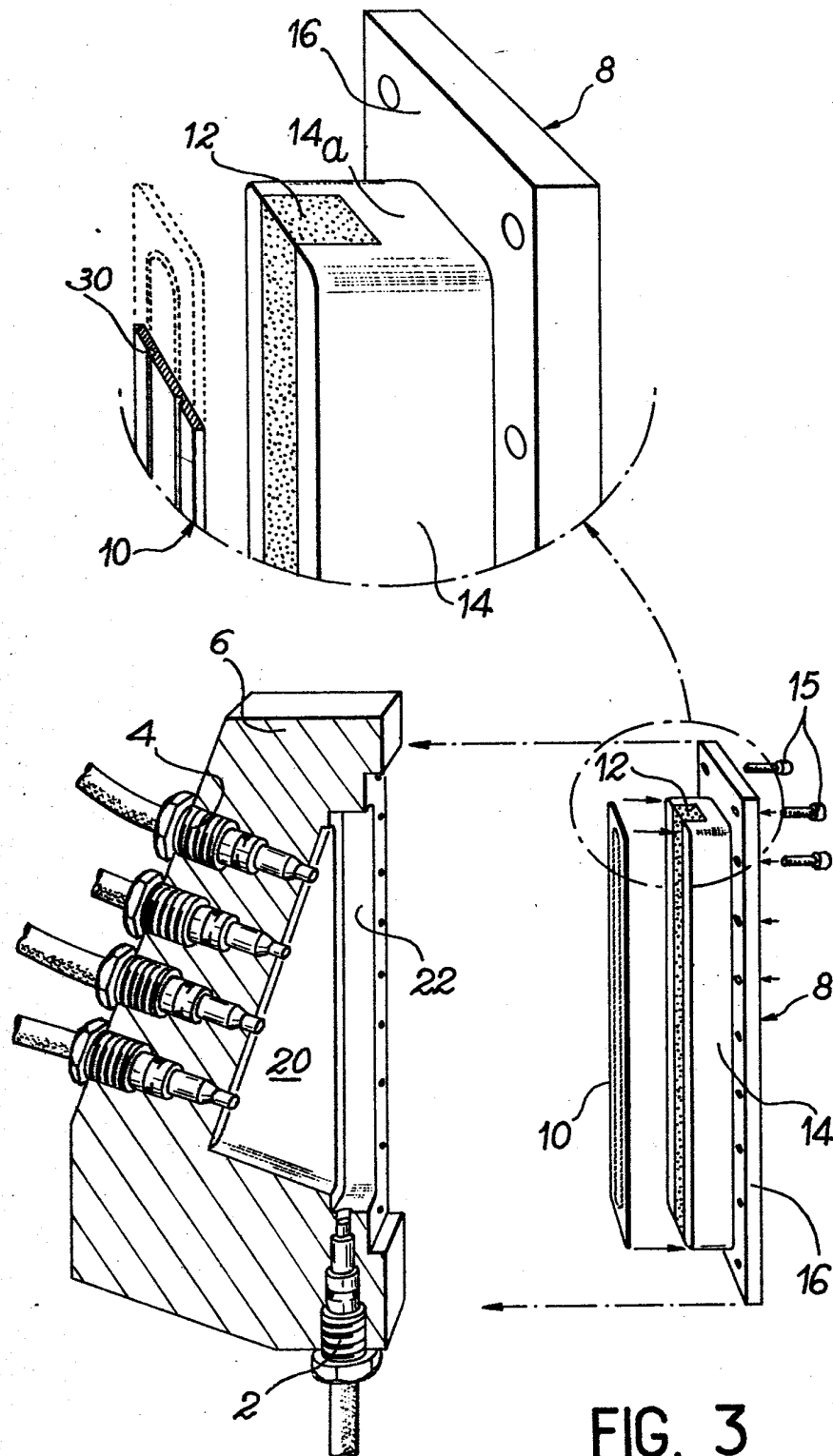


FIG. 3

