

A1

**DEMANDE  
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

**N° 80 01420**

(54)

Dispositif de programmation et projectile pour système d'arme.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.<sup>3</sup>). F 41 G 9/00; F 42 B 13/02; F 42 C 15/04; H 04 B 9/00.

(22)

Date de dépôt ..... 23 janvier 1980.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du  
public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 30 du 24-7-1981.

(71)

Déposant : SOCIÉTÉ D'ÉTUDES ET APPLICATIONS TECHNIQUES, SEAT SA, résidant en France.

(72)

Invention de : Philippe Ambery.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Cabinet Plasseraud,  
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

Dispositif de programmation et projectile pour système d'arme.

La présente invention concerne les systèmes d'arme utilisant des projectiles contenant une charge activable, cette expression désignant les systèmes comprenant une arme capable de lancer les projectiles vers un objectif et un dispositif de programmation permettant de déterminer au moins une des caractéristiques du projectile avant le tir.

Elle trouve une application particulièrement importante, bien que non exclusive, dans les systèmes d'arme utilisant des munitions de petit calibre, typiquement 20 à 30 mm, tirées à cadence élevée.

L'invention a plus particulièrement pour objet un dispositif de programmation pour un système d'arme et un projectile programmable utilisable dans un tel dispositif.

Les munitions de petit calibre les plus évoluées existant à l'heure actuelle ne comportent qu'une programmation rudimentaire, matérialisée par une fusée mécanique qui permet de réaliser trois fonctions principales : elle assure la sécurité de bouche, en retardant l'alignement de la chaîne pyrotechnique d'activation de la charge jusqu'à ce que le projectile ait parcouru plusieurs dizaines de mètres à partir de la bouche de l'arme; elle assure l'autodestruction du projectile par mise à feu de la charge au bout d'un délai déterminé après le tir; elle détermine le retard d'initiation, c'est-à-dire le délai qui s'écoule entre l'impact du projectile et l'explosion de la charge.

Ces fusées donnent des résultats satisfaisants du point de vue de la sécurité et de la sûreté d'emploi. Mais elles présentent un grave inconvénient : de par leur conception même elles ne permettent pas de modifier les différents intervalles de temps programmables immédiatement avant le tir. Or la programmation des projectiles immédiatement avant le tir, pour adapter les intervalles de temps aux conditions de tir (nature de la cible, ambiance rencontrée, etc) apporte de nombreux avantages. Mais la difficulté d'une telle programmation apparaît

immédiatement si l'on prend en considération les cadences de tir actuelles, et surtout envisagées, pour les systèmes d'arme de petit calibre.

5 A la cadence de 3.000 coups par minute, qui est maintenant envisagée, la durée d'immobilisation de la munition à poste fixe la plus longue envisageable est de l'ordre de 7 à 8 ms si l'arme est du type à alimentation par barillet. La programmation devra évidemment se faire alors que la munition occupe la position qui précède im-  
10 médiatement celle où elle se trouve face au tube de l'arme. A cet emplacement règne une température qui pourra être de l'ordre d'une 100°C.

D'une façon générale, le technicien qui doit résoudre un problème de programmation pense immédiatement  
15 à l'utilisation de circuits électroniques qui permettent d'acquérir des grandeurs physiques et de traiter les informations de façon simple et sous un faible volume. Mais le même technicien constate immédiatement que de nombreux facteurs s'opposent à cette utilisation, dans  
20 le cas des systèmes d'arme envisagés ci-dessus. D'une part, il est nécessaire de transmettre l'information dans un délai extrêmement bref; d'autre part l'utilisation de l'électronique impose la présence sur les munitions d'une source d'énergie électrique. Or les sources  
25 électrochimique existantes ne peuvent convenir, soit qu'elles ne puissent supporter un stockage de très longue durée, soit que leur énergie volumique soit trop faible, soit que leur temps d'activation dépasse la durée disponible pour la programmation.

30 La présente invention vise notamment à fournir un dispositif de programmation pour système d'arme répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'il permet de surmonter les difficultés ci-dessus et autorise la  
35 programmation en une durée compatible avec les cadences de tir les plus élevées prévues.

Dans ce but, l'invention propose notamment un dispositif de programmation et de transfert d'énergie

pour arme destinée à tirer des projectiles contenant une charge activable et permettant de modifier au moins une caractéristique d'activation du projectile, caractérisé en ce qu'il comprend,

- 5 sur l'arme, une source de lumière capable de fournir à un guide d'ondes optiques un train d'impulsions lumineuses représentatif d'un mot de plusieurs bits,  
et, sur le projectile, un capteur photoélectrique associé à une électronique de décodage du mot reçu, un circuit  
10 programmable déterminant ladite caractéristique, ainsi que des moyens capacitifs de stockage d'énergie électrique destinés à recevoir ladite énergie par une voie de transfert sans contact depuis l'arme.

- La voie de transfert d'énergie peut comporter, sur  
15 l'arme, un inducteur et des moyens permettant d'y faire circuler des courants électriques haute fréquence et, sur chaque projectile, un récepteur inductif accordé associé à un redresseur susceptible de charger les moyens capacitifs.

- 20 Toutefois, il sera généralement plus avantageux, notamment pour harmoniser les modes de programmation et de transfert, d'effectuer le transfert d'énergie par voie optique. Dans ce but, la voie de transfert peut comprendre, sur l'arme, un second guide d'ondes optiques,  
25 associé à une seconde source lumineuse, et sur le projectile, un photorécepteur placé de façon à être face au second guide lorsque le projectile occupe la position qui précède immédiatement la position de tir.

- L'invention propose également un projectile utilisable dans un système d'arme muni d'un dispositif de  
30 programmation du genre ci-dessus défini, dans lequel la fusée mécanique classique d'ogive est remplacée par les organes photoélectriques et électrique de programmation de réception et de stockage d'énergie.

- 35 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit d'un dispositif de programmation et d'un projectile qui en constituent un mode particulier d'exécution, donné à titre d'exemple non limitatif. La description se réfère aux dessins qui l'accom-

pagnent, dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma de principe montrant une disposition possible, dans le projectile et sur l'arme, des composants du dispositif de programmation,
- 5 - la figure 2 est un synoptique de principe de la partie du dispositif de programmation portée par le projectile.

Le dispositif montré en figures 1 et 2 est destiné à programmer le projectile et à lui transférer l'énergie électrique nécessaire par voie optique. Il comprend  
10 une partie 10 portée par l'arme et une partie 11 portée par le nez 12 de chaque munition qu'on supposera être de petit calibre, typiquement 30 mm. La partie 10 comporte une source de lumière 13 munie d'une alimentation électrique 14. La source et l'alimentation sont  
15 généralement d'un type permettant de fournir la lumière sous forme d'impulsions courtes, de façon à séparer les périodes de transmission d'énergie des périodes de transmission d'informations. La lumière émise par la source 13 est reprise par un système 14a qui la concentre sur un guide d'ondes optiques 15 qui sera généralement constitué par un faisceau de fibres optiques. La phase terminale 16 de ce faisceau est disposée face à un emplacement dans lequel la munition s'immobilise avant d'arriver face au tube de l'arme. Cet emplacement sera généralement celui dans  
20 lequel un barillet 17 immobilise la munition immédiatement avant de l'amener face au tube.

La partie du dispositif de programmation portée par l'arme comprend une source de lumière 18 capable de fournir des impulsions lumineuses à fréquence suffisamment élevée pour transférer un mot de plusieurs  
30 chiffres binaires pendant l'intervalle de temps disponible. Cette source sera généralement constituée par une diode électroluminescente, dite LED, ou, lorsqu'on veut atteindre des fréquences très élevées, une diode laser. Cette source 18 est associée à un circuit  
35 19 d'alimentation et de commande. Son flux lumineux de sortie est appliqué à un guide d'ondes optiques 20, qui pourra également être constitué par une fibre ou un faisceau de fibres optiques, dont la face terminale

21 se place avantageusement au centre de la face terminale 16 du guide 15.

La partie du dispositif portée par chaque munition comprend des composants destinés à recevoir et à stocker la puissance électrique nécessaire au fonctionnement et des composants destinés à la programmation.

Les premiers comprennent un photorécepteur 22 à semiconducteur placé dans le nez 12, de dimension comparable à celle de la face terminale 16. Ce photorécepteur est porté par un support mécanique 23. Des connecteurs électriques non représentés relient ce photorécepteur 22 à un condensateur de stockage 24.

Les composants destinés à la programmation comprennent un capteur photoélectrique 25 associé à une électronique de décodage 26, qui peut être constituée par un circuit hybride à couches épaisses. Le capteur photoélectrique 25 est placé dans un tube 7 prolongeant le support 23 de façon à recevoir la lumière provenant du guide d'ondes 20 à travers un trou 28 du photorécepteur 22. La munition porte encore un capteur d'accélération 29, constitué par un capteur piézoélectrique, et, dans le mode de réalisation illustré en figure 1, une chaîne d'alignement pyrotechnique 30.

Sur l'arme peuvent de plus être prévues des fibres optiques supplémentaires 35 reliées à un ensemble émetteur-récepteur 32 permettant de vérifier qu'un projectile se trouve à l'emplacement de programmation, et qu'il est correctement aligné. De plus, en déterminant la réflectivité du photorécepteur 22, le dispositif 32 permet de déterminer le niveau de salissure et éventuellement de fournir une information de commande de puissance au dispositif d'alimentation 14.

On indiquera maintenant, à titre de simple exemple, les caractéristiques essentielles d'un dispositif de programmation et de transfert d'énergie adaptable à un système d'arme dont la cadence de tir est telle que la durée disponible pour la programmation et le transfert d'énergie est de 7 à 8 millisecondes.

L'énergie stockée minimale doit être de l'ordre de 10 mJ et permet de récupérer une énergie totale de l'ordre de 5 mJ utilisée pour le traitement électronique, l'alignement de la chaîne pyrotechnique et  
5 l'énergie de mise à feu, cette énergie devra être fournie à un artifice pyrotechnique 31 soit après impact, soit pour autodestruction.

Le transfert d'énergie pourra alors s'effectuer pendant une durée de 5ms, sous une puissance de  
10 2 watts, qui pourra être atteinte en utilisant une source lumineuse pulsée de grande intensité, telle qu'une lampe à quartz et un photorécepteur 22 constitué par une cellule à concentration, à semi-conducteur simple, tel que le silicium, ou composé,  
15 tel que le tellurure de cadmium et l'arséniure de galium. Le photorécepteur peut avoir un diamètre de l'ordre du centimètre sur une munition de calibre 30 mm. Les sources actuellement disponibles permettent d'atteindre un flux de l'ordre de 20 watts par  
20  $\text{cm}^2$  dans le plan de sortie de la lentille de concentration. Le photorécepteur n'étant soumis à ce flux que pendant une durée très brève, de l'ordre de 5 ms, il peut supporter ce flux sans surchauffe excessive et destruction. Le condensateur 24 destiné à stocker  
25 les 10 mJ requises pourra être du type à tantale gélifié. L'encombrement disponible permet de placer sans difficulté un condensateur de 1000  $\mu\text{F}$ .

On décrira maintenant un dispositif de programmation permettant d'ajuster :

- 30 - la durée de parcours après sortie de bouche jusqu'à autodestruction, par pas d'une seconde,  
- le retard d'initiation après impact, par pas de 100  $\mu\text{s}$ , de 0 à 1000  $\mu\text{s}$ .

L'information correspondante doit être trans-  
35 mise dans la durée disponible après transfert d'énergie, inférieure à 3 ms.

Les deux paramètres de programmation peuvent être représentés par un seul et même mot de huit chiffres binaires. Il sera toutefois plus avantageux d'uti-

liser un mot de 9 ou 10 chiffres binaires dont le dernier ou les deux derniers (de poids minimum) ne seront pas décodés. On pallie ainsi les effets d'une erreur de transmission de un ou deux bits. Ce mot sera formé dans un compteur qui accumule les signaux provenant d'impulsions lumineuses fournies par la source 18 à une fréquence qui pourra être de 1 MHz si on utilise un mot de 10 chiffres, de 100 KHz si on utilise un mot de 8 chiffres. On peut atteindre sans difficulté une fréquence de 1 MHz en utilisant des diodes électroluminescentes et des transistors MOS complémentaires. Le circuit 19 peut être de nature classique et muni d'organes 33 et 34 permettant d'afficher les valeurs de paramètres sélectionnées.

La partie du dispositif de programmation portée par la munition peut avoir la constitution de principe montrée en figure 2. Elle comprend, à partir du capteur photoélectrique 25, qui peut être une photodiode un circuit de mise en forme classique 36 qui attaque un compteur 37 à dix chiffres binaires et à sorties parallèles, muni d'une entrée 38 de remise à zéro. Les quatre sorties de poids élevés représentent un nombre binaire de 4 bits permettant de régler la durée au bout de laquelle intervient l'autodestruction. Les quatre sorties suivantes fournissent un mot binaire permettant de régler le retard à la mise à feu après impact. Enfin les deux sorties de poids faible restent inutilisées.

Le compteur 37 est associé à des circuits qui peuvent être réalisés suivant une technologie très proche de celle des circuits chronométriques de montre. Ces circuits utilisent une base de temps commune 38, constituée par exemple par un oscillateur à 10 kHz, suivie de deux diviseurs par cent 39 et 40 montés en cascade.

L'ordre d'autodestruction devant intervenir au bout d'une durée prédéterminée à partir du départ du projectile, le dispositif doit comporter un détecteur fournissant un signal à l'instant du tir.

Dans le mode de réalisation illustré en figure 2,



ce détecteur 29 peut être associé à une chaîne de sécurité de bouche qui commande l'artifice 42 de dégagement du verrou 43 de la chaîne de désalignement pyrotechnique. L'adjonction de cette chaîne permet de rendre programmable la durée de sécurité de bouche. Elle comprend, dans le mode de réalisation de la figure 2, un circuit de mise en forme 44 qui transmet le signal fourni par l'accéléromètre de départ 29 à une bascule 45 munie d'une entrée de remise à zéro.

10 La sortie de la bascule qui est activée lorsque la bascule est positionnée attaque l'une des entrées d'une porte ET46 dont l'autre entrée reçoit les signaux de sortie, à fréquence de 100 Hz, du diviseur 39. La sortie de la porte ET46 attaque un compteur 47 à quatre étages  
15 binaires. Un comparateur 48 reçoit sur une première entrée le contenu du compteur 47 et, sur l'autre entrée 49, un nombre de référence affichable par des moyens non représentés. La sortie du comparateur 49 est applicable à l'entrée de positionnement d'une bascule 50 dont la sortie attaque le  
20 circuit de puissance 51 de mise en feu de l'artifice 42.

A condition que le compteur binaire 37 ait une capacité supérieure à celle illustrée, il serait évidemment possible de prévoir également une programmation de sécurité de bouche immédiatement avant le tir.

25 La chaîne d'autodestruction comprend, dans le mode de réalisation décrit, une porte ET52 dont les entrées reçoivent l'une la sortie du diviseur 40, l'autre la sortie de la bascule 50. Cette porte ET52 est donc débloquée par la bascule 50 à l'issue du retard fixé par la sécurité de bouche, de sorte que l'autodestruction ne peut intervenir de  
30 façon intempestive avant ce retard. La chaîne d'autodestruction comprend encore, à partir de la sortie de la porte ET52, un compteur 53 à quatre étages binaires et un comparateur 54 dont l'entrée de programmation reçoit le nombre  
35 binaire à 4 bits représentatif de la durée de parcours avant autodestruction des sorties de poids élevé du compteur 37. La sortie 55 du comparateur 54 fournit, dès que le contenu du compteur 53 dépasse le chiffre reçu du compteur 37, un signal de sortie qui est transmis par une porte

OU 56 au circuit 57 de mise à feu de l'artifice 31.

La chaîne de retard à la mise à feu après impact comprend un accéléromètre d'impact 58, qui doit être à sensibilité élevée pour provoquer la mise à feu même en cas d'impact sous incidence rasante. Cet accéléromètre est suivi d'un circuit de mise en forme 59 et d'un monostable 60, fournissant typiquement un retard de 1,2 ms. Ce monostable a pour rôle d'assurer un maintien du signal pendant une durée supérieure au retard le plus important prévu. La chaîne de retard après impact comprend ensuite une porte ET 61 dont une première entrée reçoit les signaux à 10 kHz provenant de l'oscillateur 38, une seconde un signal de validation provenant de la bascule 50 et une troisième le signal de sortie du monostable 60. La porte se trouve ainsi validée et transmet les tops de sortie de l'horloge 38 uniquement à condition que la sécurité de bouche ait fonctionné. Comme la chaîne d'autodestruction, la chaîne de retard à la mise à feu comprend ensuite un compteur à 4 étages binaires 62 et un comparateur 63. Ce dernier comporte une entrée de programmation reliée à quatre étages du compteur 37. Enfin le comparateur 63 commande, par l'intermédiaire de la porte OU 56, le circuit de mise à feu 57.

La partie du dispositif de transmission d'énergie portée par la munition comprend un photorécepteur 22, généralement constitué par une cellule à concentration. Celle-ci attaque, par un interface de conversion 64, le condensateur de stockage 24. La tension aux bornes du condensateur (6 volts par exemple) est appliquée à un conducteur 65 de distribution d'énergie électrique et à un circuit 66 de remise à zéro qui garantit que les circuits 37, 45, 47, 50, 53 et 62 sont remis à zéro avant la programmation.

Le fonctionnement du dispositif est le suivant.

Une munition étant placée dans la position montrée en figure 1, la source 14 allume pendant une durée de 5 ms la source 13, ce qui provoque le transfert d'énergie sous forme lumineuse, la charge du condensateur 24 par le photorécepteur 22 et la remise à zéro de tous les circuits. Après

- extinction de la source 13, le circuit 19 provoque l'émission par la source 18 d'un train d'impulsions lumineuses constituant un mot binaire qui charge le compteur 37. On supposera à titre d'exemple que le temps d'autodestruction
- 5 est réglable dans l'intervalle 5-10 secondes, par pas d'une seconde, et que le retard de mise à feu après est réglable par pas de 100  $\mu$ s, de zéro à 1000  $\mu$ s. Par exemple, un nombre binaire d'impulsions totalisé dans le compteur 37 égal à 1001011101 pourra corres-
- 10 pondre à un délai d'autodestruction de 9 secondes et un retard au fonctionnement à l'impact de 700  $\mu$ s.

- A l'instant du tir, le capteur d'accélération 29, qui sera généralement une pastille piézoélectrique de petite dimension, fournit un signal qui provoque l'accumulation
- 15 dans le compteur 47 des tops d'horloge à fréquence de 100 Hz provenant du diviseur 39. Dès que le nombre de tops totalisés dans le compteur 47 atteint la valeur affichée par l'entrée 49, la bascule 50 se positionne et :
- débloque les portes ET52 et 61,
  - 20 - actionne l'artifice 42 de commande du verrou de la sécurité de bouche, provoquant l'alignement de la chaîne pyrotechnique.

- A partir de cet instant, les tops d'horloge à un Hz provenant du diviseur 40 s'accumulent dans le compteur
- 25 53. Dès que ce compteur affiche un nombre correspondant à celui stocké dans les quatre positions de poids fort du compteur 37 (1,001 dans l'exemple envisagé plus haut), le comparateur 54 envoie un ordre de mise à feu au circuit 57.

- 30 Si l'impact intervient avant que le délai d'autodestruction soit écoulé, l'accéléromètre 58, qui peut d'ailleurs être remplacé par un contact d'impact, fournit un signal qui est mis en forme par les circuits 59 et 60. La porte 61 étant validée, les tops d'horloge à 10 kHz
- 35 s'accumulent dans le compteur 62. Dès que le contenu de celui-ci atteint la valeur affichée par le compteur 37 sur le comparateur 63 (0111 dans l'exemple donné plus haut) le comparateur 63 active le circuit de mise à feu 57.

On voit que le dispositif qui vient d'être décrit permet de réaliser une programmation de rapidité compatible avec les exigences du tir sans qu'il soit nécessaire de prévoir une source électrique sur la munition.

L'invention ne se limite évidemment pas au mode particulier de réalisation qui a été représenté et décrit à titre d'exemple et il doit être entendu que la portée du présent brevet s'étend à toute variante restant dans le cadre des équivalences.

REVENDICATIONS

1. Dispositif de programmation et de transfert d'énergie pour arme destinée à tirer des projectiles contenant une charge activable et permettant de modifier au moins une caractéristique d'activation du projectile,  
5 caractérisé en ce qu'il comprend, sur l'arme, une source de lumière capable de fournir à un guide d'ondes optiques un train d'impulsions lumineuses représentatif d'un mot de plusieurs chiffres binaires, et, sur le projectile, un capteur photoélectrique associé à un  
10 circuit chronométrique programmable déterminant ladite caractéristique en fonction du mot, ainsi que des moyens capacitifs de stockage d'énergie électrique destinés à recevoir ladite énergie par une voie de transfert sans contact depuis l'arme.
- 15 2. Dispositif suivant la revendication 1, caractérisé en ce que ladite voie de transfert sans contact comprend, sur l'arme un second guide d'ondes optiques qui est associé à une seconde source de lumière excitable par impulsions et, sur le projectile, un photorécepteur placé de façon à être  
20 face au second guide lorsque le projectile occupe la position qui précède immédiatement la position de tir.
3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que la commande de la première source et celle de la seconde source sont synchronisées de façon que la  
25 seconde source soit d'abord excitée pour transférer l'énergie, puis la première source excitée pour programmer le projectile, pendant l'intervalle de temps où celui-ci occupe ladite position précédent immédiatement la position de tir.
4. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications  
30 précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend, sur l'arme, un guide d'ondes optiques supplémentaire associé à un émetteur récepteur placé de façon à détecter la présence d'un projectile et son niveau de salissure éventuel.
5. Dispositif suivant l'une quelconque des revendications  
35 précédentes, caractérisé en ce que ladite électronique comprend un compteur à plusieurs étages binaires destiné à totaliser les impulsions lumineuses reçues par le capteur, certains au moins des étages du compteur étant reliés à l'une des entrées d'un comparateur dont l'autre entrée est reliée à un compteur

qui reçoit les impulsions d'horloge fournies par un oscillateur porté par le projectile.

PL. I/2



