



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **91401001.2**

(51) Int. Cl.⁵ : **F42C 11/06**

(22) Date de dépôt : **16.04.91**

(30) Priorité : **27.04.90 FR 9005399**

(72) Inventeur : **Bansard, Joel**
THOMSON-CSF, SCPI, CEDEX 67
F-92045 Paris la Défense (FR)

(43) Date de publication de la demande :
30.10.91 Bulletin 91/44

(74) Mandataire : **Albert, Claude et al**
THOMSON-CSF SCPI
F-92045 PARIS LA DEFENSE CEDEX 67 (FR)

(84) Etats contractants désignés :
CH DE GB IT LI SE

(71) Demandeur : **THOMSON-BRANDT**
ARMEMENTS
Tour Chenonceaux 204, rond-point du Pont de
Sèvres
F-92516 Boulogne-Billancourt (FR)

(54) **Système de commande de mise à feu avec retards programmables pour projectile comportant au moins une charge militaire.**

(57) L'invention concerne un système de commande de mise à feu avec retards programmables pour projectile comportant au moins une charge militaire.

Ce système comprend, dans un projectile P portant des charges explosives 2, 4 avec leur dispositif de mise à feu 3, 5, des détecteurs d'impact 1, une centrale inertielle 6 et un calculateur 7. Le calculateur 7 détermine, à partir des signaux des détecteurs 1, l'instant d'impact T_0 et l'angle d'incidence I du projectile sur la cible et, à partir des signaux de la centrale inertielle 6, la vitesse V du projectile au moment de l'impact. A partir des données V , I et du type de cible C , le calculateur 7 détermine, en temps réel, le retard optimal par rapport à l'instant T_0 pour la mise à feu de chaque charge et applique ce retard à l'ordre de mise à feu.

L'invention s'applique à tout type de projectile à une ou plusieurs charges en ligne.

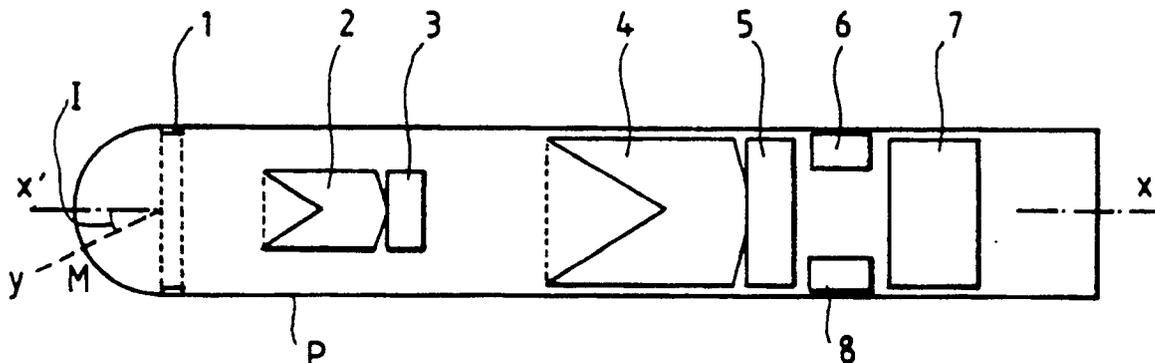


FIG. 1

La présente invention se rapporte à un système de commande de mise à feu avec retards programmables pour projectile comportant au moins une charge militaire.

Par projectile, on entendra dans toute la description et les revendications tout dispositif se déplaçant vers une cible et portant au moins une charge militaire destinée à endommager ou détruire la cible, tel que obus, obus guidé, missile, munition ou sous-munition, bombe, etc . . . largué ou tiré par canon, mortier ou affût par exemple.

Pour améliorer l'efficacité de certains projectiles (bombes anti-piste, etc ...) il est connu que l'on doit déclencher la mise à feu de la charge militaire à une profondeur de pénétration déterminée du projectile dans la cible. Par ailleurs, l'attaque de cibles équipées de nouveaux blindages dits actifs a nécessité la mise au point de projectiles à double charge militaire, dits à charge tandem, dans lesquels une première charge ou précharge est mise à feu pour neutraliser la protection active du blindage et une seconde charge ou charge primaire est ensuite mise à feu. Le délai de fonctionnement entre charges est déterminant pour l'efficacité du dispositif.

Jusqu'à maintenant le délai de mise à feu des charges était déterminé préalablement et donc fixe. Il résultait de compromis entre un certain nombre de facteurs liés aux caractéristiques du projectile, aux paramètres présumés de celui-ci lors de l'impact avec la cible et/ou à la nature de la cible. Il s'ensuivait des performances globales non optimisées en fonction des missions.

La présente invention a pour but de prendre en compte des informations supplémentaires en temps réel pour déterminer de manière optimale les retards à la mise à feu des charges et donc les programmer ou les modifier. En effet, la demanderesse a constaté que les valeurs de retard optimales pour obtenir la meilleure efficacité d'un projectile varient en fonction en particulier de la vitesse du projectile au moment de l'impact sur la cible, de l'angle d'incidence du projectile sur la cible ou du type de cible considéré selon des lois déterminables.

Un objet de l'invention est donc un système de commande de mise à feu amélioré permettant de programmer les retards de mise à feu de la ou des charges.

Selon l'invention, il est donc prévu un système de commande de mise à feu avec retards programmables pour projectile comportant au moins une charge militaire, caractérisé en ce que ledit système comprend :

- des premiers moyens de détermination de l'instant d'impact T_0 dudit projectile sur une cible ;
- des moyens de fourniture d'informations caractéristiques du type de cible ainsi que du projectile et de son mouvement à l'instant d'impact ;
- des moyens de traitement pour déterminer, à

partir des informations fournies par lesdits moyens de fourniture, le retard optimal pour la commande de mise à feu de ladite charge ; et
- des moyens de commande pour commander la mise à feu de ladite charge sous le contrôle desdits moyens de traitement.

L'invention sera mieux comprise et d'autres caractéristiques et avantages apparaîtront à l'aide de la description ci-après et des dessins joints où :

- la figure 1 représente schématiquement un projectile montrant la répartition des divers éléments et fonctions du système selon l'invention ;
- la figure 2 est un schéma fonctionnel du système selon l'invention ;
- la figure 3 montre le schéma d'un premier mode de réalisation d'une partie du système selon l'invention ; et
- la figure 4 est le schéma d'un autre mode de réalisation de la même partie du système que sur la figure 3.

A titre d'exemple, on va décrire l'invention dans le cadre de son application à un projectile à charge tandem, sans que cela soit en rien limitatif de l'invention.

Comme on l'a déjà expliqué, pour une efficacité maximale les délais de fonctionnement des charges sont déterminants.

On appelle T_0 l'instant d'impact du projectile sur la cible, qui sert d'instant d'origine. A partir de cet instant, on détermine les retards T_{AV} et T_{AR} de fonctionnement de la charge avant ou précharge et de la charge arrière ou charge principale.

Le retard T_{AV} est constitué de retards constants tels que délai de mise en régime explosif, délai de fonctionnement de l'amorce, temps de traitement électronique du signal d'un capteur d'impact, et d'un retard variable t_{AV} optimisé selon l'invention en fonction de la vitesse V du projectile au moment de l'impact du projectile sur la cible et de l'angle d'incidence I du projectile sur la cible.

On choisit donc:

$$t_{AV} = f(V, I)$$

La fonction f peut être par exemple déterminée expérimentalement de façon à obtenir un tableau de valeurs de t_{AV} et donc de T_{AV} pour les divers couples de valeurs V et I .

De même, le retard T_{AR} est constitué de retards constants semblables à ceux évoqués pour T_{AV} et d'un retard variable t_{AR} optimisé selon l'invention en fonction de l'angle d'incidence I du projectile sur la cible et du type de la cible C .

On choisit donc:

$$t_{AR} = f'(I, C)$$

La fonction f' peut, comme la fonction f , être déterminée expérimentalement.

Un tel système a de multiples avantages. Il améliore notamment l'efficacité des charges tandem en permettant la mise à feu des charges aux instants

optimaux dans chaque cas de figure. Il permet de s'adapter à toute nouvelle cible.

Il a aussi l'avantage de la discrétion puisque les délais sont réalisés sous forme logicielle et non pas matérielle ainsi qu'on le verra ci-dessous.

La figure 1 montre schématiquement la structure d'un projectile P à charge tandem incorporant un système de commande de mise à feu selon l'invention et la figure 2 est un schéma fonctionnel de ce système.

Le projectile P porte une précharge 2 avec son dispositif de mise à feu 3 et une charge principale 4 avec son dispositif de mise à feu 5. La précharge 2 et la charge 4 sont disposées en ligne et peuvent être par exemple des charges creuses.

Si l'on appelle M le point d'impact du projectile P sur la cible (non représentée), My représente la normale à la surface de la cible au point M et l'angle que fait My avec l'axe XX' du projectile est l'angle d'incidence I du projectile sur la cible.

Le projectile P comporte une série de détecteurs d'impact 1, par exemple des capteurs piézoélectriques, répartis par exemple selon une couronne dans un plan transversal perpendiculaire à l'axe XX', bien que d'autres dispositions puissent être envisagées. L'utilisation de ces détecteurs d'impact permet deux mesures :

- d'une part en déterminant l'instant où un premier signal d'un détecteur 1 (le plus proche du point d'impact M) dépasse un seuil prédéterminé, on obtient l'instant d'impact T_0 ; pour éviter les détections intempestives, les signaux des détecteurs sont filtrés et comparés audit seuil ;
- d'autre part en comparant les instants de détection de l'impact par les divers détecteurs, on peut en déduire l'angle d'incidence I (à la manière d'un réseau d'antennes déterminant la direction angulaire d'une onde reçue).

Le projectile P comporte encore une centrale inertielle 6 qui permet d'obtenir la vitesse du projectile à l'instant de l'impact.

La vitesse V pourrait aussi être déterminée à partir d'un capteur décélérométrique, par intégration de l'information d'accélération fournie, ou par tout autre moyen connu.

Le traitement des signaux des détecteurs 1 et de la centrale 6 pour obtenir les paramètres T_0 , V et I est effectué par un calculateur 7 qui, à partir de ces paramètres, en déduit les valeurs de retard optimal T_{AV} et T_{AR} à la mise à feu de la précharge 2 et de la charge principale 4 et envoie les signaux de commande correspondants aux dispositifs de mise à feu 3 et 5. Une alimentation en énergie 8 alimente les divers éléments 1, 3, 5, 6, 7 du système.

La figure 3 représente un premier mode de réalisation du calculateur 7 du système selon l'invention. Ce calculateur comprend essentiellement une mémoire morte 71, par exemple du type effaçable EEPROM, dans laquelle sont stockés les tableaux de

valeurs de retard optimal pour les différentes valeurs des paramètres V, I et C. Un processeur 70 recevant les signaux des détecteurs d'impact 1 et de la centrale inertielle 6 calcule la vitesse V d'impact et l'angle d'incidence I et en déduit une adresse pour la mémoire 71 qui fournit alors le retard optimal T_{AV} . Ce retard sous forme numérique est chargé dans un circuit décompteur 72. Le circuit décompteur 72 va commencer à décompter au rythme d'une horloge 75 dès l'apparition du signal d'ordre de mise à feu MAF reçu du processeur 70 et émis dès que l'instant d'impact T_0 a été détecté. Les impulsions d'horloge à décompter sont fournies par une porte ET 73 dont une entrée est reliée à l'horloge 75 et dont l'autre entrée est reliée à la sortie Q d'une bascule 74 de type D. Cette bascule a une entrée D au niveau haut et une entrée d'horloge recevant l'ordre MAF. Dès réception de cet ordre la sortie Q se met à l'état haut et y demeure, autorisant le transfert des impulsions d'horloge par la porte 73 vers le décompteur. Celui-ci, initialement chargé comme on l'a vu à une valeur numérique correspondant au retard T_{AV} , compte tenu de la fréquence de l'horloge, va donc décompter un nombre d'impulsions correspondant au retard optimal jusqu'à son passage par zéro où un signal apparaît sur sa sortie de fin de décomptage ("ripple output" dans la littérature anglo-saxonne). Ce signal amplifié par l'amplificateur 76 constitue le signal de commande de mise à feu de la précharge 2.

Un séquenceur 77 assure la commande de lecture dans la mémoire 71 et la commande de chargement du décompteur 72.

La mémoire 71 peut contenir également le tableau des valeurs T_{AR} . Dans ce cas, le processeur 70 est prévu pour recevoir sur une entrée 701 le paramètre type de cible C qui peut être introduit manuellement préalablement à la mission ou qui peut être fourni par un processeur d'analyse d'image situé à bord ou de préférence au sol (cas d'un projectile filoguidé par exemple). Le décompteur 72 est alors chargé à la nouvelle valeur de retard T_{AR} , les mêmes circuits étant utilisés et le signal de commande de mise à feu étant alors aiguillé vers le circuit de mise à feu 5. On peut aussi prévoir toute autre architecture équivalente, réutilisant par exemple uniquement le processeur 70 et la mémoire 71, les moyens de commande (décompteur, bascule ...) étant propre à la charge principale.

La figure 4 représente un autre mode de réalisation du calculateur 7, assez voisin du précédent. Les mêmes numéros de référence renvoient aux mêmes éléments que sur la figure 3. On retrouve les mêmes moyens de commande 72 à 76.

Ici, le retard optimal est calculé par le processeur 70', à partir des signaux venant des détecteurs d'impact 1 et de la centrale inertielle 6. Ce retard est transmis à une mémoire vive (RAM) 71' par l'intermédiaire d'une liaison bidirectionnelle série 700 avec ses

émetteurs/récepteurs 79 et d'un circuit série asynchrone universel (UART) 78 qui effectue notamment la conversion série-parallèle des données. Le retard optimal est chargé dans la mémoire 71' puis dans le décompteur 72 sous le contrôle du séquenceur 77'.

On pourrait aussi prévoir de supprimer la mémoire 71' et de charger directement le retard dans le décompteur.

Il est clair que l'on peut imaginer de nombreuses autres solutions pour appliquer à l'ordre de mise à feu des retards programmables de façon à en déduire des signaux de commande de mise à feu.

Bien que le système selon l'invention ait été décrit dans le cadre d'un projectile à charge tandem, il faut noter qu'un tel système s'applique aussi bien à un projectile à charge unique, dans lequel la charge est mise à feu après pénétration d'une profondeur optimale dans la cible, qu'à un projectile à charges multiples disposées en ligne, dans lequel le système déterminerait le retard optimal pour chaque charge.

Il faut noter que la détermination des retards optimaux pourrait dépendre aussi de paramètres supplémentaires par rapport à ceux indiqués. Il est clair notamment que le retard optimal de fonctionnement de la précharge peut dépendre également du type de la cible C.

Bien entendu donc, les exemples de réalisation décrits ne sont nullement limitatifs de l'invention.

Revendications

1. Système de commande de mise à feu avec retards programmables pour projectile comportant au moins une charge militaire, caractérisé en ce que ledit système comprend :

- des premiers moyens (1, 7 ; 1, 70) de détermination de l'instant d'impact T_0 dudit projectile sur une cible ;
- des moyens (1, 6, 7 ; 1, 6, 70, 701) de fourniture d'informations caractéristiques du type de cible (C) ainsi que du projectile et de son mouvement à l'instant d'impact (I, V) ;
- des moyens de traitement (7 ; 70, 71, 77 ; 70', 700, 79, 78, 71', 77') pour déterminer, à partir des informations fournies par lesdits moyens de fourniture, le retard optimal pour la commande de mise à feu de ladite charge ; et
- des moyens de commande (7 ; 72 à 76) pour commander la mise à feu de ladite charge sous le contrôle desdits moyens de traitement.

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens de fourniture d'informations comprennent :

- des seconds moyens (1, 7 ; 1, 70) de détermination de l'angle d'incidence I dudit projec-

tile sur la surface de ladite cible où l'impact se produit ;

- des troisièmes moyens (6, 7 ; 6, 70) de détermination de la vitesse V dudit projectile à l'instant d'impact T_0 ;

- des quatrièmes moyens (701) pour fournir auxdits moyens de traitement une information C sur le type de cible sur laquelle doit s'effectuer l'impact dudit projectile.

3. Système selon la revendication 2, pour un projectile comportant plusieurs charges militaires en ligne, caractérisé en ce que ledit retard optimal est déterminé par lesdits moyens de traitement en fonction de ladite vitesse V et dudit angle d'incidence I pour la première desdites charges et en ce que lesdits retards optimaux pour les autres charges sont déterminés par lesdits moyens de traitement en fonction dudit angle d'incidence I et du type de cible C.

4. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits moyens de traitement comprennent des moyens de stockage (71) des valeurs de retard optimal pour les diverses valeurs possibles de vitesse, d'angle d'incidence et de type de cible et des moyens d'adressage (70, 77) pour adresser lesdits moyens de stockage en fonction des informations fournies par au moins certains desdits seconds, troisièmes et quatrièmes moyens.

5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits moyens de stockage sont constitués par une mémoire morte (71) dans laquelle les valeurs de retard inscrites ont été obtenues expérimentalement et en ce que lesdits moyens d'adressage comprennent un processeur (70).

6. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que lesdits moyens de traitement comprennent un processeur (70') pour déterminer ledit retard optimal, et des moyens de transfert (700, 79, 78, 71') pour transférer ledit retard optimal auxdits moyens de commande.

7. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits moyens de transfert comprennent un circuit série émetteur récepteur asynchrone universel (78) et une mémoire vive (71').

8. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdits moyens de commande comprennent un circuit décompteur (72) ayant des entrées de chargement reliées auxdits moyens de traitement pour charger dans le circuit décompteur la valeur dudit

- retard optimal et des cinquièmes moyens (73 à 75) pour appliquer audit circuit décompteur des impulsions d'horloge à partir de l'apparition d'un ordre de mise à feu fourni par lesdits moyens de traitement, le signal de commande de mise à feu appliqué auxdites charges étant constitué par le signal de fin de décomptage du circuit décompteur amplifié par un amplificateur (76). 5
9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce que lesdits cinquièmes moyens comprennent une porte ET (73) ayant une entrée connectée à un circuit d'horloge (75) et son autre entrée reliée à la sortie d'une bascule (74) de type D dont l'entrée D est au niveau haut et dont l'entrée d'horloge reçoit ledit ordre de mise à feu. 10
15
10. Système selon l'une quelconque des revendications 5 à 9, caractérisé en ce que lesdits premiers et seconds moyens comprennent des détecteurs d'impact (1) répartis autour de la structure dudit projectile, ledit instant d'impact étant déterminé par ledit processeur (70 ; 70') à partir du premier signal d'un détecteur d'impact supérieur, après filtrage, à un seuil prédéterminé et ledit angle d'incidence étant obtenu par traitement des instants d'arrivée des signaux des divers détecteurs d'impact après l'instant d'impact. 20
25
11. Système selon l'une quelconque des revendications 5 à 10, caractérisé en ce que lesdits troisièmes moyens comprennent une centrale inertielle (6), ladite vitesse étant déterminée par ledit processeur (70, 70') à partir des informations fournies par ladite centrale inertielle. 30
35
12. Système selon l'une quelconque des revendications 5 à 10, caractérisé en ce que lesdits troisièmes moyens comprennent un capteur décélérométrique, ladite vitesse étant déterminée par ledit processeur (70 ; 70') par intégration des informations fournies par ledit capteur. 40
45
50
55

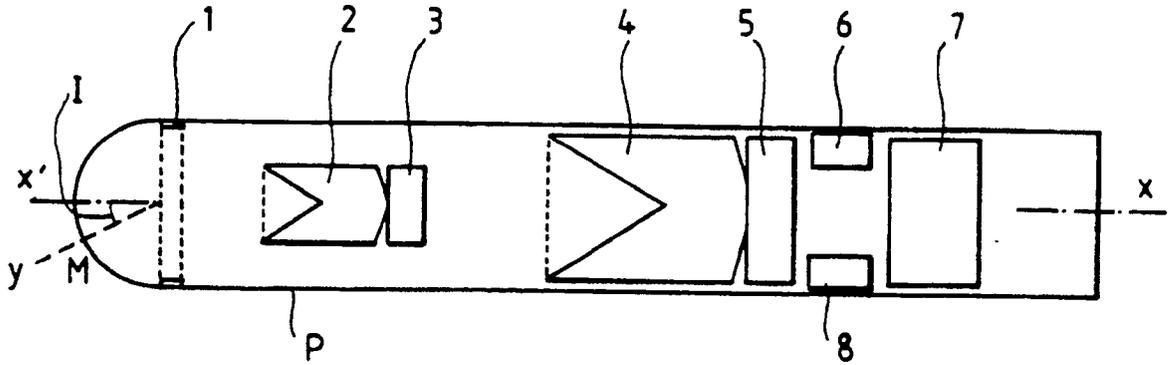


FIG. 1

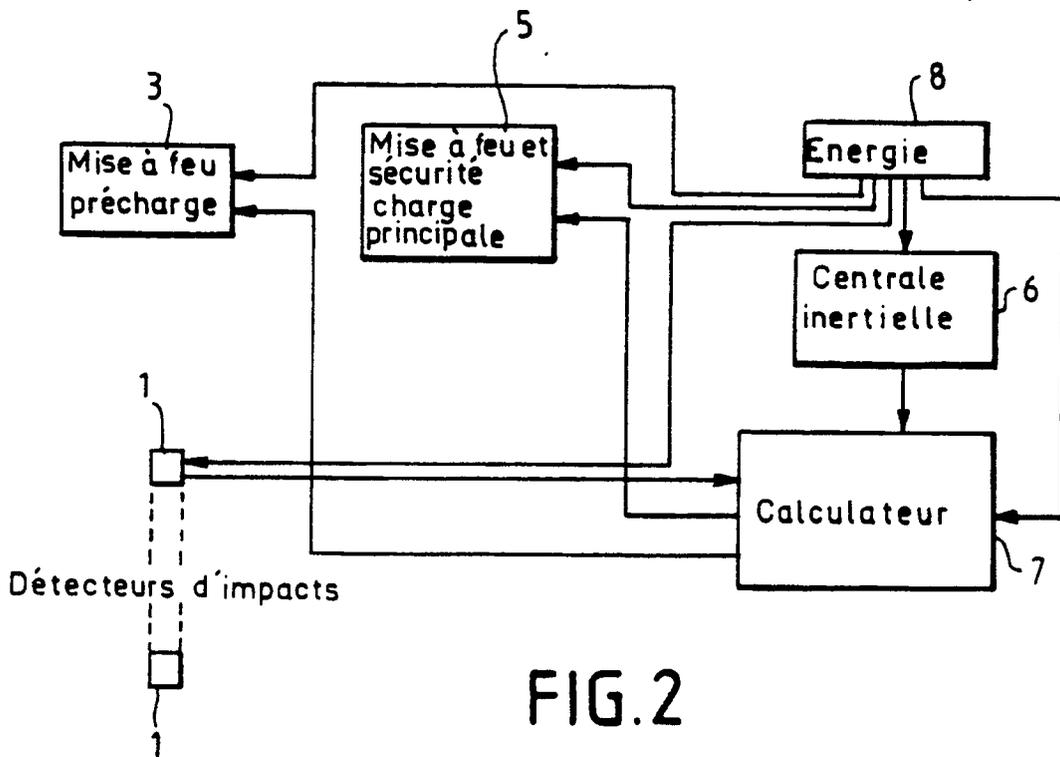


FIG. 2

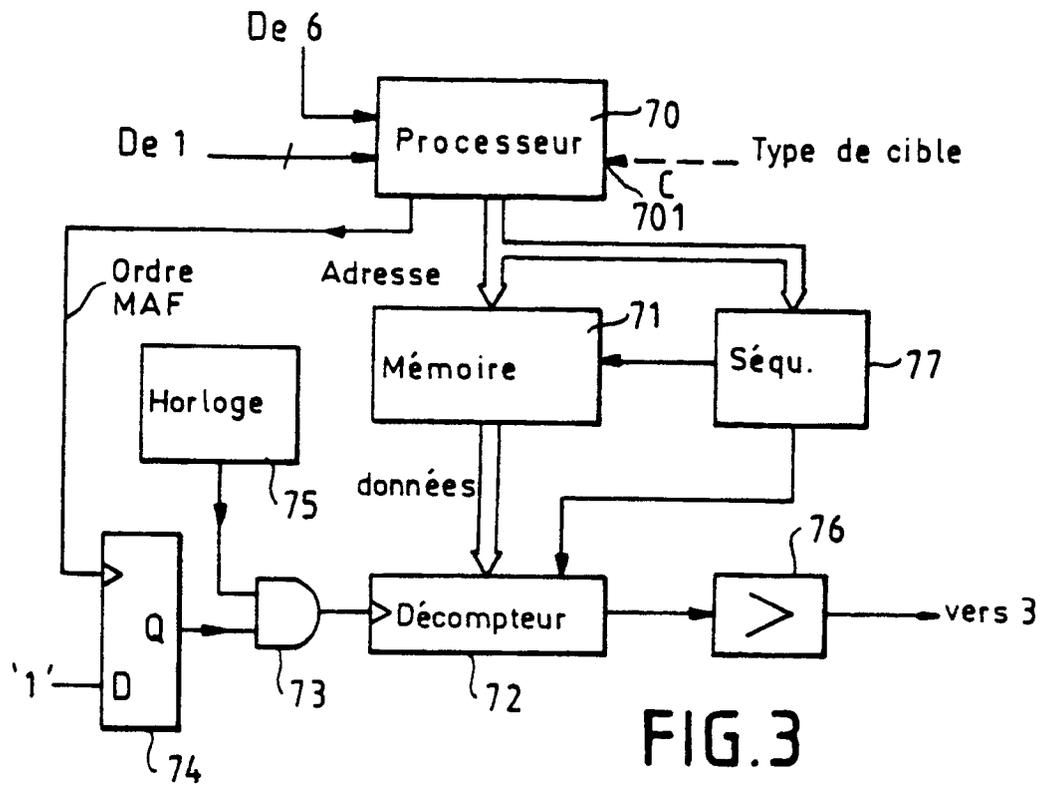


FIG. 3

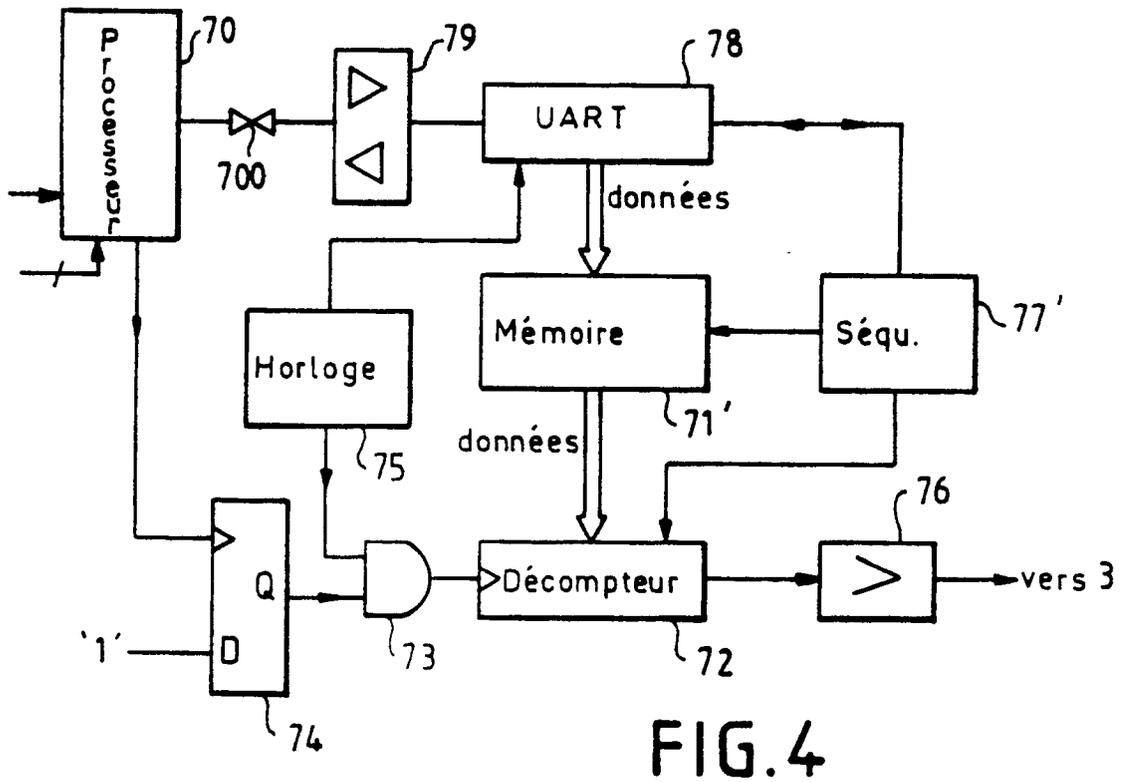


FIG. 4



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 1001

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	DE-A-3141333 (MESSERSCHMITT-BÜLKOW-BLOHM GMBH) * abrégé; figures 1, 4 * ---	1	F42C11/06
A	US-A-4375192 (YATES) * abrégé; figure 1 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			F42C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 06 JUIN 1991	Examineur ONILLON C. G. A.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		A : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.92 (P0402)