(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 551 197**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **74 34199**

(51) Int Cl⁴ : F 42 C 11/06.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 11 octobre 1974.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 9 du 1er mars 1985.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *ETAT FRANÇAIS représenté par le DELEGUE MINISTERIEL POUR L'ARMEMENT.* — FR.

(72) **Inventeur(s) :** Gilbert Aussenac, Jean-Marie Ferrandiz, Bernard Février, Pierre Gouhier, Pierre Jampy, Jean Margot, Jean Moignard, Christian Morlanne, Jean Reygasse, Régis Rodriguez.

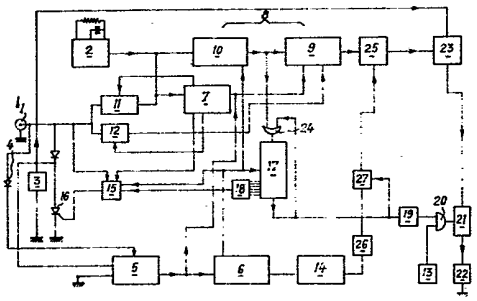
(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire(s) :** P. Marcaire, Délégation ministérielle pour l'armement.

(54) Fusée chronométrique programmable.

(57) Cette invention a pour objet une fusée chronométrique programmable.

Elle est du type commandée par un organe de contact 1 relié à un générateur extérieur et comportant une horloge 2 et au moins un compteur 8 susceptible d'être rempli par les impulsions de l'horloge 2 et de commander la mise à feu d'un élément pyrotechnique 22 connecté à une charge explosive au bout d'un temps prédéterminé, et est caractérisée en ce que le compteur 8 est, préalablement au tir de ladite fusée, au moins partiellement rempli par les impulsions de l'horloge 2, le remplissage complémentaire dudit compteur 8 étant effectué en fonction de la fréquence réelle de ladite horloge 2 et correspondant au temps prédéterminé.



FR 2 551 197 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

La présente invention a pour objet une fusée chronométrique programmable et plus particulièrement une fusée adaptable aux obus de moyens et gros calibres et programmée avant le tir de telle façon que la mise à feu de l'obus qui lui est associé soit déterminée sur la trajectoire après un temps prédéterminé et choisi à l'avance et ce, même en l'absence d'un impact sur une cible.

Dans l'état actuel de la technique, les fusées qui réalisent des fonctions comparables n'existent que pour les obus de gros calibres et présentent de nombreux inconvénients. En effet, elles comportent généralement une horloge associée à un ou plusieurs compteurs d'impulsions de ladite horloge. Lorsque les étages du compteur sont complètement remplis, ledit compteur déclenche la mise à feu de la charge explosive de l'obus par l'intermédiaire d'un organe ou élément pyrotechnique. La durée de remplissage des étages du compteur est calculée préalablement à la construction en fonction de la fréquence théorique de l'horloge. Or, cette fréquence théorique varie d'une horloge à l'autre et n'est pratiquement jamais égale à la fréquence réelle de l'horloge lorsqu'elle est en fonctionnement dans la fusée. Il s'ensuit que la mise à feu de la fusée se produit, lorsqu'aucun impact n'est ressenti, au bout d'un temps en avance ou retardé sur le temps prédéterminé, selon que la fréquence réelle est supérieure ou inférieure à la fréquence théorique de l'horloge. Dès lors, la cible à intercepter n'est pas détruite par la mise à feu de la fusée ou alors cette dernière est initiée dans un lieu différent de celui qui lui avait été assigné par le temps prédéterminé.

Pour remédier à ces inconvénients, on a proposé récemment des fusées dites de proximité dont les charges explosives sont mises à feu lorsque leur trajectoire les rapproche à courte distance d'une masse quelconque. Le principal inconvénient de ces fusées est qu'elles mettent en oeuvre une

émission et une réception de signaux, une comparaison des signaux reçus, après filtrage, avec un seuil donné représentatif de la cible. Or, cette dernière peut, dans certains cas, reconstituer la nature du signal émis et émettre à son tour un signal identique mais avancé ou retardé de façon que la fusée traite ce signal émis parasite comme un écho réel. La comparaison ultérieure donnant une bonne probabilité d'écho réel, la charge explosive est mise à feu sans pour autant atteindre et détruire la cible choisie et/ou recherchée.

La présente invention a pour but de pallier les inconvénients précités et de proposer une fusée adaptable aux obus de gros, moyens et petits calibres, immunisée aux contre-mesures parasites et parfaitement protégée contre tous les risques d'interférences entre plusieurs fusées du même type ou de types différents se déplaçant sur une même trajectoire ou sur des trajectoires rapprochées les unes des autres.

Un autre but de la présente invention est que la charge explosive est mise à feu au bout d'un temps prédéterminé et fixe.

A cet effet, la fusée qui est du type commandée par un organe de contact relié à un générateur extérieur, comporte une horloge et au moins un compteur susceptible d'être rempli par les impulsions de l'horloge et de commander la mise à feu d'un élément pyrotechnique connecté à une charge explosive au bout d'un temps prédéterminé, et est caractérisée en ce que le compteur est, préalablement au tir de ladite fusée, au moins partiellement rempli par les impulsions de l'horloge, le remplissage complémentaire dudit compteur étant effectué en fonction de la fréquence réelle de ladite horloge et correspondant au temps prédéterminé.

De ce fait, le taux de remplissage du ou des compteurs avant le tir proprement dit détermine le remplissage complémentaire après le tir, lequel remplissage complémentaire réalisé en fonction de la fréquence réelle de l'horloge de commande, commande la mise à feu de la charge explosive au bout d'un temps directement lié à la durée du remplissage complémentaire.

Selon une autre caractéristique, la source de tension de bord est constituée par une capacité chargée pendant la phase de préremplissage et susceptible d'être substituée à l'organe de contact, ce qui permet d'éviter l'utilisation d'un générateur de tension ou de courant pour l'alimentation des différents circuits et, par là-même, éviter les risques éventuels inhérents à ces générateurs.

Selon une autre caractéristique, des organes de sécurité sont interposés entre le compteur et l'élément pyrotechnique et comportent notamment, un temporisateur secondaire interposé entre ledit compteur et la source de bord afin d'inhiber ladite source de bord lorsque l'intervalle de temps séparant le préremplissage du remplissage complémentaire dépasse une valeur prédéterminée. En effet, si après le préremplissage du compteur, le tir n'a pas lieu pour une raison quelconque, le temporisateur secondaire décharge la capacité de bord ou interrompt l'alimentation des circuits électriques de telle façon que l'ensemble des organes reviennent à leur état initial avant le préremplissage.

Selon une autre caractéristique, les circuits de sécurité comportent un temporisateur de sécurité de bouche qui interdit à la charge explosive d'être mise à feu, quels que soient les états des circuits de commande, tant que la fusée n'a pas parcouru, sur sa trajectoire, une certaine distance ou tant qu'elle n'est pas restée sur sa trajectoire un certain temps, de manière à éviter des explosions prématurées susceptibles de constituer un danger pour le poste de lancement et pour le personnel affecté audit poste.

D'autres avantages et caractéristiques de la présente invention ressortiront à la lecture de la description donnée ci-dessous à titre indicatif mais non limitatif d'un mode de réalisation préféré de l'invention, ainsi que du dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 est une représentation synoptique des circuits

électriques incorporés dans la fusée,

- la figure 2 est un diagramme représentatif de la phase de préremplissage et où le temps T est porté en abscisse et les amplitudes V des signaux transmis en ordonnée.

La fusée selon l'invention comporte un ensemble de circuits représentés à la figure 1 et dont la tête est matérialisée par un organe de contact (1) relié à un générateur externe non représenté. Lorsque la fusée est introduite dans le tube de lancement ou disposée sur une rampe de lancement, l'organe de contact (1) assure l'alimentation en tension et/ou en courant de la manière décrite ci-après.

Le générateur externe, par l'intermédiaire de l'organe de contact (1), déclenche d'une part la mise en oscillation d'une horloge de commande (2) et la mise sous tension d'une source de bord (3) qui est constituée par une capacité dont la charge est contrôlée par évaluation du courant de charge. La capacité (3) peut être, par exemple, au tantale, spécialement organisée pour supporter les accélérations importantes au départ de la fusée. Selon la conception de la fusée et pour les obus de moyen calibre qui sont susceptibles d'être associés à ladite fusée, on peut disposer d'une capacité de 300×10^{-6} Farads sous une tension de 30 Volts. Par ailleurs, l'organe de contact (1) est connecté, à travers une diode (4), à un circuit de remise à zéro (5) relié en série à un bistable (6) qui sert de mémoire durant tout le reste du fonctionnement.

Le front de montée de l'impulsion de charge d'une part produit, par l'intermédiaire du circuit (5), une remise à zéro d'un temporisateur secondaire (7) connecté à un compteur (8) constitué par deux diviseurs (9) et (10) reliés en série, le diviseur (10) étant relié à l'horloge de commande (2), tandis que le diviseur (9) est relié au circuit de remise à zéro (5) et, d'autre part, remet à l'état 1 le bistable (6).

Dès la mise sous tension, l'horloge de commande (2) délivre des impulsions d'une part au diviseur (10) qui, grâce à un inhibiteur, interdit le comptage des impulsions avant le départ du coup, c'est-à-dire tant que le bistable (6) est à l'état 1 et, d'autre part, à un interrupteur logique (11) commandé par ledit temporisateur secondaire (7), et qui réinjecte les impulsions délivrées par ladite horloge (2) dans l'organe de contact (1), ce qui permet à un calculateur extérieur à la fusée et relié à l'organe de contact, de calculer la fréquence réelle d'oscillation de ladite horloge (2). Après la réinjection des impulsions sur l'organe de contact (1), c'est-à-dire après détermination de la fréquence réelle d'oscillation de l'horloge (2), on commence, par l'intermédiaire d'un interrupteur logique (12) relié au contact (1) et au diviseur (9) et commandé par le temporisateur secondaire (7), la programmation du diviseur (9), c'est-à-dire qu'on effectue le remplissage partiel du compteur (8) afin que le remplissage complémentaire qui doit être effectué ultérieurement, lorsque la fusée sera placée sur sa trajectoire, corresponde au temps prédéterminé à l'avance et qui est, par exemple, de 3 secondes.

En effet, en prenant une fusée dont la capacité totale de mise en mémoire des diviseurs est de 2^{17} bits ou impulsions d'horloge et si les fréquences théoriques et réelles de ladite horloge sont respectivement 16 000 Hz et 16 530 Hz, le nombre d'impulsions qu'il faut envoyer lors du préremplissage du compteur (8) sera égal à $2^{17} - (3 \times 16\,530) = 81\,482$, les 49 590 bits correspondant au remplissage complémentaire pendant 3 secondes avant la mise à feu de la charge explosive.

Dans le cas représenté, les diviseurs (9) et (10) sont remplis en série, mais on peut envoyer les impulsions en parallèle sur les différents étages dudit compteur, ce qui permet d'effectuer le préremplissage avec un nombre d'impulsions inférieur ou égal au nombre d'étages qu'il comporte.

Dès que le préremplissage est terminé, ledit préremplissage pouvant d'ailleurs être réalisé automatiquement ou manuellement, l'interrupteur logique (12) bascule et se verrouille ce qui isole le compteur (8) ou le diviseur (9) de l'organe de contact (1), cette liaison n'étant nécessaire que lors du préremplissage qui est réalisé dans l'intervalle $t_3 - t_2$ de la figure 2, alors que l'intervalle de temps $t_2 - t_1$ correspond à l'échantillonnage de la fréquence de l'horloge de commande (2) et l'intervalle de temps $t_1 - t_0$ à la charge de la capacité (3).

Au départ du coup et avant que le temporisateur secondaire (7) ne décharge la capacité (3), la mise en rotation de ladite fusée détermine, sous l'effet de la force centrifuge, la mise en expansion des anneaux piézo-électriques qui constituent un générateur interne (13) et un accéléromètre (14). Ces anneaux étant polarisés selon un champ électrique radial, des différences de potentiel apparaissent entre les surfaces cylindriques internes et externes, lesquelles différences de potentiel sont proportionnelles au carré de la vitesse de rotation de la fusée.

L'accéléromètre dont le potentiel développé dépasse une valeur maximale requise et significative d'un tir normal, bascule le bistable (6) qui passe à l'état zéro, ce qui permet le comptage immédiat des impulsions de remplissage complémentaire. Le changement d'état du bistable (6) provoque le verrouillage d'un interrupteur (15) de commande d'un thyristor (16) connecté à la capacité (3) ; l'interrupteur (15) reçoit sur ses entrées des connexions le reliant au temporisateur secondaire (7) et à une porte OU (18) associée à un temporisateur de sécurité de bouche (17). Le verrouillage de l'interrupteur (15) empêche toute commande provenant de la temporisation secondaire (7) et de la porte OU (18) de non remise à zéro du temporisateur de sécurité de bouche (17) qui avait été mis à zéro par l'état 1 du bistable (6), et qui permet alors le comptage des bits générés par l'hor-

loge de commande (2). Le temporisateur de sécurité de bouche impose une durée sur la trajectoire de l'ordre, par exemple, de 65 ms, avant la possibilité de mise à feu de la charge explosive.

Lorsque le dernier étage du temporisateur de sécurité de bouche (17) bascule, une impulsion apparaît, par l'intermédiaire d'un générateur d'impulsions (19), sur une entrée d'une porte ET (20) dont l'autre entrée est connectée au générateur interne (13). Cela a pour effet de libérer l'énergie disponible dans le générateur interne (13) et son passage dans un bistable de sécurité (21) qui devient alors définitivement conducteur et qui est relié d'une part à un élément pyrotechnique (22) susceptible de commander la mise à feu de la charge explosive et, d'autre part, à un autre bistable (23) alimenté directement à partir de la capacité (3). Le bistable de sécurité (21) constitue un isolant et qui est claquable définitivement par application d'une haute tension. Il peut être un semi-conducteur dont la désorganisation ionique ne peut être obtenue que lors de la libération d'une énergie électrique sous haute tension. Or, cette énergie n'existe pas normalement à bord de la fusée et l'on conçoit l'avantage que présente l'incorporation d'un générateur interne susceptible d'engendrer des hautes tensions par la seule rotation de la fusée.

Le dernier étage du temporisateur de sécurité de bouche (17) est rebouclé sur une entrée d'une porte OU (24) dont l'autre entrée est reliée au diviseur (10) et dont la sortie est connectée à une entrée dudit temporisateur de sécurité de bouche (17). Ce dernier, du fait du basculement de son dernier étage et du blocage de la porte OU (24), ne peut plus recevoir les signaux en provenance du diviseur (10) et maintient sur sa sortie l'état 1. Dès lors, toutes les sécurités sont effacées et le bistable de sécurité (21) est définitivement conducteur.

Lorsque le diviseur (9) est entièrement rempli, sa sortie bascule à l'état 1 et par l'intermédiaire d'une porte OU (25), attaque le bistable (23) qui bascule. De ce fait, et parce que

le bistable de sécurité (21) est conducteur, l'élément pyrotechnique (22) dissipe l'énergie disponible dans la capacité (3) et provoque l'amorçage de la charge explosive avant que la fusée n'ait rencontré aucune cible ou reçu aucun impact. De préférence, l'élément pyrotechnique (22) est bimétallique et est constitué par une âme de palladium et ruthénium et par un enrobé d'aluminium, et susceptible de s'enflammer par passage d'un courant. Les dimensions sont adaptées à la munition et à l'explosif utilisés. Il peut être également remplacé par un fil explosé. De par ses propriétés et son pouvoir de brûler à haute température, on peut adjoindre à l'élément pyrotechnique (22) un explosif secondaire qui pourra directement être amorcé, évitant ainsi l'emploi d'un explosif primaire plus dangereux de par sa grande sensibilité.

Toutefois, le régime de rotation de la fusée peut subir une variation consécutive à l'effet de freinage provoqué par un obstacle. Par suite du changement brusque de la rotation, le potentiel subit également une variation brusque qui est mise en évidence et exploitée par un dérivateur (26) qui est mis à l'état 1 et qui, par l'intermédiaire d'une porte ET (27) rendue à l'état passant par l'état 1 de la sortie du temporisateur de sécurité de bouche (17), attaque la porte OU (25) qui fait basculer le bistable (23) permettant, comme précédemment, la dissipation de l'énergie disponible dans la capacité (3) en vue d'amorcer la charge explosive.

Par ailleurs, il faut noter que lorsque l'obstacle est métallique, les lèvres du trou consécutif à la pénétration de la tête de la fusée, provoquent la mise à la masse de l'organe de contact (1). Cette mise à la masse, même très courte, détermine l'excitation du bistable (23) et donc la mise à feu de la charge explosive.

Enfin, il peut arriver que le tir de la fusée n'ait lieu, le préremplissage étant terminé, qu'après un délai fixé par le temporisateur secondaire (7), par exemple de l'ordre d'une centaine de millisecondes. Il s'ensuit que le temporisateur

secondaire transmet un signal qui, transitant par l'interrupteur (15) rend conducteur le thyristor (16) qui décharge la capacité (3). La fusée reprend alors un état strictement identique à celui qu'elle avait avant le préremplissage.

On voit donc qu'un obus équipé d'une fusée telle que décrite ci-dessus possède une grande sécurité d'emploi et est, par définition, un élément très stable puisque entièrement statique et dans un environnement métallique constituant une excellente cage de Faraday.

Il faut noter également que le circuit électrique de mise à feu est maintenu ouvert jusqu'à l'effacement de la sécurité de bouche, ce qui offre toutes garanties contre les risques d'induction d'énergie à partir de champs inducteurs d'origine externe. Parallèlement, la très basse impédance du fil explosé ou du fil bimétallique associée à l'environnement jouant le rôle de cage de Faraday, assure une immunité totale aux champs électriques, si importants soient-ils.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation décrit ci-dessus, mais en couvre au contraire toutes les variantes.

2551197

REVENDICATIONS

1) Fusée chronométrique programmable, du type commandée par un organe de contact relié à un générateur extérieur et comportant une horloge et au moins un compteur susceptible d'être rempli par les impulsions de l'horloge et de commander la mise à feu d'un élément pyrotechnique connecté à une charge explosive au bout d'un temps prédéterminé, caractérisée en ce que le compteur est, préalablement au tir de ladite fusée, au moins partiellement rempli par les impulsions de l'horloge, le remplissage complémentaire dudit compteur étant effectué en fonction de la fréquence réelle de ladite horloge et correspondant au temps prédéterminé.

2) Fusée selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'elle comporte des organes de sécurité interposés entre le compteur et l'élément pyrotechnique.

3) Fusée selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce qu'elle comporte une source de tension de bord reliée à l'organe de contact pendant la phase de préremplissage.

4) Fusée selon la revendication 3, caractérisée en ce que la source de tension de bord est constituée par une capacité chargée pendant la phase de préremplissage et susceptible d'être substituée à l'organe de contact.

5) Fusée selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que le compteur comp orte plusieurs diviseurs reliés en série à l'horloge.

6) Fusée selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que le compteur comporte plusieurs diviseurs reliés en parallèle sur l'horloge.

7) Fusée selon la revendication 1, caractérisée en ce que la fréquence réelle de l'horloge est déterminée par une réinjection de ses impulsions sur l'organe de contact relié à un calculateur externe.

8) Fusée selon la revendication 2, caractérisée en ce que les organes de sécurité comportent un temporisateur secondaire susceptible d'inhiber la source de bord lorsque l'intervalle de temps séparant le préremplissage du remplissage complémentaire dépasse une valeur prédéterminée.

9) Fusée selon la revendication 2, caractérisée en ce que les organes de sécurité comportent un temporisateur de sécurité de bouche interposé entre le compteur et l'élément pyrotechnique.

10) Fusée selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'au moins un interrupteur logique est interposé entre l'horloge et l'organe de contact.

11) Fusée selon la revendication 1, caractérisée en ce qu'au moins un interrupteur logique est interposé entre le compteur et l'organe de contact.

12) Fusée selon la revendication 9, caractérisée en ce qu'un bistable de sécurité est interposé entre l'élément pyrotechnique et le temporisateur de sécurité de bouche.

13) Fusée selon la revendication 12, caractérisée en ce que le bistable est claquable définitivement sous haute tension.

14) Fusée selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisée en ce que le bistable est alimenté par un générateur de hautes tensions constitué par un élément piézoélectrique.

15) Fusée selon l'une des revendications 8 à 12, caractérisée en ce qu'un accéléromètre est interposé entre l'élément pyrotechnique et le temporisateur de sécurité de bouche.

16) Fusée selon la revendication 15, caractérisée en ce qu'un bistable est d'une part interposé entre l'accéléromètre et les temporisateurs et, d'autre part, relié à l'organe de contact pendant le préremplissage.

17) Fusée selon l'une des revendications 15 ou 16, caractérisée en ce que l'accéléromètre est constitué par un élément piézo-électrique délivrant une tension fonction de la rotation de ladite fusée.

18) Fusée selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que l'élément pyrotechnique est constitué par un fil bimétallique.

19) Fusée selon la revendication 18, caractérisée en ce que l'élément pyrotechnique est constitué par une âme en palladium et ruthénium et par un enrobé d'aluminium.

20) Fusée selon l'une des revendication 18 ou 19, caractérisée en ce que l'élément pyrotechnique est associé à un explosif secondaire constituant le détonateur de la charge explosive.

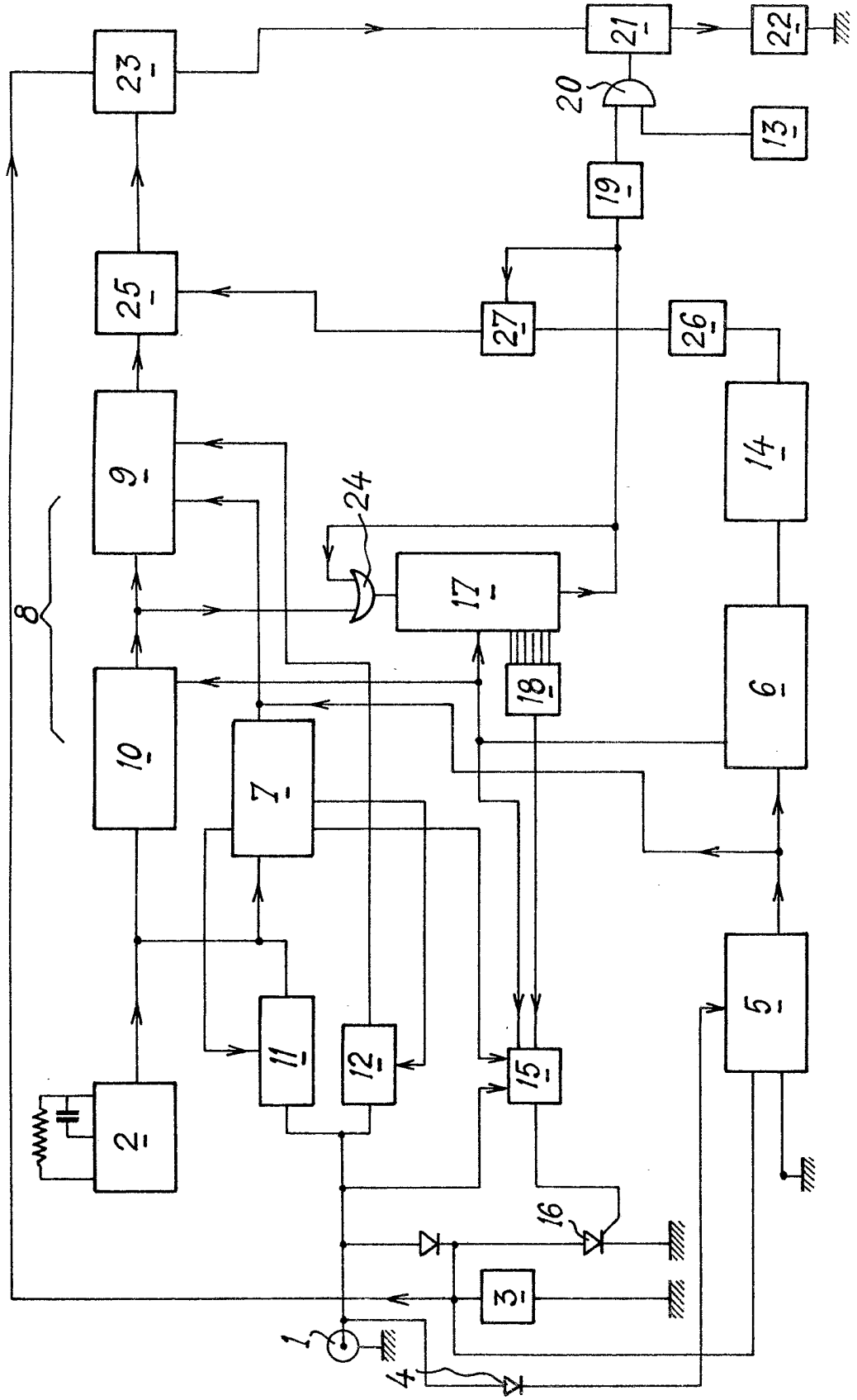


FIG.1

PL. II. 2

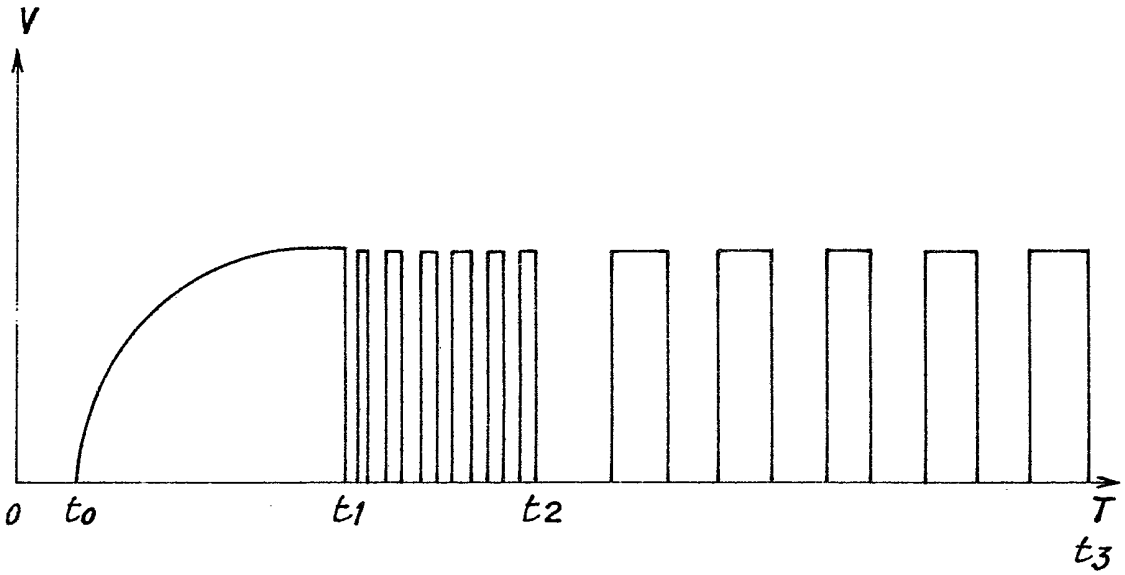


Fig. 2