

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 19 octobre 1982.

(71) Demandeur(s) : LEWINER Jacques, HENNION Claude et PERINO Didier. — FR.

(30) Priorité

(72) Inventeur(s) : Jacques Lewiner, Claude Hennion et Didier Perino.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 16 du 20 avril 1984.

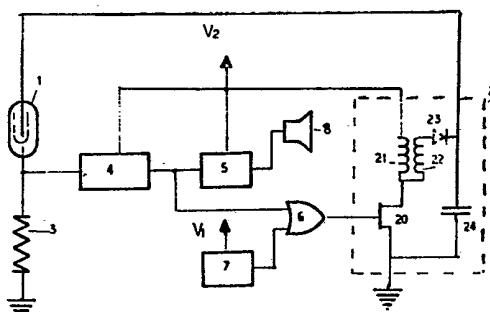
(73) Titulaire(s) :

(60) Références à d'autres documents nationaux appartenants :

(74) Mandataire(s) : Plasseraud.

(54) Perfectionnement aux débitmètres d'alarme.

(57) Les dispositifs selon l'invention sont destinés à la mesure des rayonnements ionisants. Ils comprennent un tube de Geiger-Muller, dont la haute tension d'alimentation est obtenue à partir d'impulsions dont la fréquence augmente avec l'intensité d'irradiation, dès que celle-ci dépasse un seuil prédéterminé. Application : réalisation de dosimètres portatifs miniatures, délivrant un signal d'alarme en cas de dépassement d'un seuil d'irradiation, et possédant une très grande autonomie.



L'invention concerne les dispositifs destinés à mesurer les rayonnements ionisants, ou tout au moins à détecter le dépassement par l'intensité de tels rayonnements d'un seuil prédéterminé.

L'invention concerne plus particulièrement, parmi les dispositifs de mesure du genre ci-dessus, ceux qui sont portables et qui utilisent une chambre ou un tube à ionisation du type Geiger-Muller comme capteur de rayonnements ionisants. De tels tubes, communément appelés tubes GM nécessitent d'être alimentés sous une haute tension, aussi les dispositifs du genre en question connus jusqu'à ce jour présentent l'inconvénient d'être relativement compliqués, donc onéreux, et surtout possèdent une faible autonomie, car les circuits connus permettant d'élaborer cette haute tension réclament un courant d'alimentation important. Ainsi, la consommation de ces circuits est typiquement supérieure à quelques milliampères, ce qui ne donne qu'une autonomie de quelques centaines 10 d'heures aux dispositifs alimentés par des piles courantes, et conduirait à des dispositifs très encombrants et lourds, si l'on voulait porter leur autonomie à plusieurs mois, voire à plusieurs années. Or, pour une utilisation accrue de ces appareils dans le domaine du grand public, rendue nécessaire par le développement important des applications de 15 20 l'énergie nucléaire, de la médecine nucléaire, des techniques de radiothérapie et de contrôle non destructif, une telle autonomie associée à un faible coût, donc à une simplicité de conception, devient capitale.

Or, il est constaté qu'un tube de Geiger-Muller se présente comme un élément possédant une très grande impédance lorsqu'il n'est pas 25 soumis à une irradiation. En conséquence, il suffit, pour maintenir à ses bornes une haute tension compatible avec son bon fonctionnement, d'appliquer pendant un bref instant cette haute tension à un condensateur relié aux électrodes du tube de Geiger-Muller, avec une fréquence qui ne dépend que des caractéristiques de fuite du condensateur. Un tel dispositif offre une consommation extrêmement réduite par rapport 30 aux montages classiques où la haute tension est produite et appliquée au tube GM en permanence. Cependant, en cas d'irradiation, l'impédance du tube GM décroît fortement, et la tension qui lui est appliquée devient rapidement inférieure à la valeur minimum permettant son bon 35 fonctionnement.

L'invention permet de remédier à cet inconvénient d'une manière particulièrement efficace et économique. De plus, elle utilise de façon particulièrement avantageuse une combinaison de divers éléments connus en soi, de telle sorte que la haute tension est produite par un circuit 40 comportant un nombre minimum de composants, et nécessitant un courant

d'alimentation extrêmement faible.

A cet effet, les dispositifs selon l'invention comprennent, rassemblés dans un même boîtier, un tube détecteur de rayonnement ionisant, du type Geiger-Muller, une source autonome de courant électrique du type 5 pile ou accumulateur, des moyens propres à détecter le dépassement d'un seuil prédéterminé par l'intensité du rayonnement ionisant et propres à déclencher dans ce cas un signal d'alarme constitué de signaux sonores ou lumineux émis avec une fréquence augmentant avec l'intensité du rayonnement ionisant, des moyens propres à assurer l'alimentation en haute 10 tension du tube GM, et sont essentiellement caractérisés en ce que les moyens propres à assurer l'alimentation en haute tension du tube GM comprennent un circuit oscillateur réalisé à partir d'inverseurs de type CMOS, alimenté sous une tension  $V_1$ , un circuit convertisseur propre à amplifier fortement les impulsions délivrées par le circuit oscillateur, 15 ce circuit convertisseur étant alimenté sous une tension  $V_2$  supérieure à  $V_1$ , et un circuit redresseur transformant les impulsions amplifiées en une haute tension continue appliquée au tube GM, ces différents circuits étant agencés de telle sorte que d'une part, les tensions  $V_2$  et  $V_1$  soient obtenues à partir d'une seule source de courant, et que d'autre part, la 20 fréquence des impulsions délivrées par le circuit oscillateur soit faible en l'absence de rayonnement ionisant, et égale à la fréquence des signaux d'alarme émis lorsque l'intensité des dits rayonnements dépasse le seuil prédéterminé.

Dans des modes de réalisation préférés, on a recours en outre à 25 l'une et/ou l'autre des dispositions suivantes :

- Les moyens propres à détecter le dépassement par l'intensité du rayonnement d'un seuil prédéterminé comportent des inverseurs possédant un seuil de déclenchement sur le front montant de l'impulsion supérieur au seuil de déclenchement sur le front descendant, du type CMOS.
  - 30 - Les moyens propres à alimenter le tube GM en haute tension comportent un transistor de type MOS à haute tension d'avalanche supérieure à 100 V.
  - La tension  $V_1$  est obtenue à partir de la tension  $V_2$  grâce à l'utilisation d'un élément référence de tension, constitué d'une diode zener 35 présentant un courant de régulation inférieur à 10 micro-ampères.
  - Les signaux d'alarme sont constitués de signaux sonores émis par un transducteur piézo-céramique incorporé dans un circuit résonnant.
- L'invention comprend, mises à part ces dispositions principales, certaines autres dispositions qui s'utilisent de préférence en même 40 temps et dont il sera plus explicitement question ci-après.

Dans ce qui suit, on va décrire quelques modes de réalisation préférés

de l'invention en se référant au dessin ci-annexé, d'une manière bien entendue non limitative.

La figure 1 de ce dessin est une représentation schématique d'un dispositif selon l'invention.

5 La figure 2 décrit une possibilité de réalisation d'un circuit détecteur de dépassement du seuil d'irradiation.

Enfin, la figure 3 montre une variante de réalisation du dispositif selon l'invention.

Le dispositif décrit sur la figure 1 comprend un tube GM 1 relié 10 d'une part à un circuit convertisseur 2 et d'autre part à la masse par l'intermédiaire d'une résistance 3. En présence de rayonnement ionisant, les décharges dans le tube provoquent l'apparition aux bornes de la résistance 3 d'impulsions de tension, qui sont envoyés au circuit détecteur de seuil 4. Ce circuit a pour fonction d'intégrer ces impulsions, et de commander l'oscillateur 5 dès que la fréquence d'apparition de ces impulsions dépasse une certaine valeur, qui correspond au franchissement du seuil prédéterminé par l'intensité du rayonnement ionisant.

Le circuit 4 est relié d'autre part à la porte 6 du type "OU" dont l'autre entrée est reliée au circuit oscillateur 7 et dont la sortie est 20 reliée au circuit convertisseur 2.

L'oscillateur 5 alimente un avertisseur sonore 8 qui émet les signaux d'alarme.

En l'absence d'irradiation, seul l'oscillateur 7 fonctionne, et envoie des impulsions au circuit convertisseur 2 par l'intermédiaire 25 de la porte 6. Le circuit convertisseur 2 transforme ces impulsions en une haute tension continue qui alimente le tube GM 1. Il comprend un transistor à effet de champ 20, une bobine de self induction comportant un enroulement primaire 21 et un enroulement secondaire 22, une diode de redressement 23 et un condensateur 24. Les deux enroulements 21 et 22 ont 30 un point commun, relié au drain du transistor 20. L'autre extrémité de l'enroulement 21 est reliée à la source de courant électrique délivrant la tension  $V_2$ , qui alimente également les circuits 4 et 5. Lorsque les impulsions provenant de la porte 6 sont appliquées à la grille du transistor 20, un courant parcourt l'enroulement 21, et lorsque le 35 transistor 20 se bloque, sur le front descendant de l'impulsion, il apparaît aux bornes de l'enroulement 21 une surtension, qui elle-même induit une tension sur l'enroulement 22. Les deux tensions s'ajoutent, et chargent le condensateur 24 à une valeur d'autant plus élevée que la surtension produite dans l'enroulement 21 est importante, et que le

rapport du nombre de spires de l'enroulement 22 sur le nombre de spires de l'enroulement 21 est élevé. La surtension produite dans l'enroulement 21 n'étant limitée que par la tension d'avalanche du transistor 20, il est particulièrement avantageux d'utiliser en place de celui-ci un 5 transistor MOS de puissance d'un type supportant une haute tension d'avalanche. De tels transistors, tels que par exemple du type SIPMOS, ou VMOS présentent des tensions d'avalanche de plusieurs centaines de volts.

En l'absence d'irradiation, le tube 1 se comporte comme une résistance quasi infinie, aussi le condensateur 24 conserve sa charge pendant 10 un intervalle de temps qui ne dépend que de sa résistance de fuite et de sa capacité. La fréquence des impulsions délivrées par le circuit oscillateur 7 doit donc être calculée de telle sorte que la tension de charge du condensateur 24 reste toujours supérieure à la valeur minimum assurant un bon fonctionnement du tube GM 1.

15 En présence de rayonnement ionisant, et si le seuil prédéterminé d'intensité de rayonnement est dépassé, le circuit 4 commande l'oscillateur 5 en lui envoyant des impulsions, dont la fréquence dépend de l'intensité de rayonnement. Ces impulsions sont également envoyées au circuit convertisseur 2 et contribuent à recharger le condensateur 20 24. En conséquence, lorsque l'intensité du rayonnement ionisant augmente, le rythme de recharge du condensateur 24 augmente également, ce qui permet au tube GM 1 d'être constamment alimenté sous une tension convenable. De ce fait, la consommation de l'ensemble est optimisée, c'est-à-dire faible en période de veille, et ajustée en période d'irradiation 25 pour maintenir la tension d'alimentation du tube GM à sa valeur optimale.

Un moyen supplémentaire d'optimiser cette consommation consiste à utiliser pour réaliser le circuit oscillateur 7 des inverseurs de type CMOS. De tels inverseurs ont une consommation très faible, de l'ordre du microampère tant que leur tension d'alimentation n'excède pas quatre 30 volts environ. Mais une telle valeur est insuffisante pour ce qui concerne la tension d'alimentation  $V_2$  du reste du circuit, notamment le circuit convertisseur 2. Dans les dispositifs selon l'invention, ce problème est résolu en alimentant le circuit oscillateur 7 sous la tension  $V_2$ , mais par l'intermédiaire, de résistances ou mieux encore, 35 d'une diode zener placée en série, dont la chute de tension régulée est obtenue pour un courant la traversant de quelques microampères seulement. De telles diodes sont aujourd'hui disponibles, et ainsi, on alimente le circuit 7 sous une tension  $V_1$  inférieure à  $V_2$ , permettant une consommation minimum pour ce circuit.

La figure 2 donne un exemple de réalisation très simple du circuit détecteur de seuil 4. Ce circuit comprend une diode 40, un condensateur 41 et une résistance 42 agencés de manière à élargir les impulsions de tension qui apparaissent aux bornes de la résistance 3, laquelle 5 est reliée à l'anode de la diode 40. Ces impulsions élargies sont appliquées à l'entrée d'un inverseur 43 possédant un seuil de déclenchement sur le front montant de l'impulsion supérieur au seuil de déclenchement sur le front descendant, qui alimente le circuit intégrateur constitué de la diode 44, des condensateurs 45 et 46 et des résistances 10 47 et 48, agencés de manière à ce que la tension appliquée à l'entrée de l'inverseur 49, du même type que l'inverseur 43, provoque son basculement dès que la fréquence des impulsions dépasse une valeur prédéterminée. Lorsque l'inverseur 49 bascule, le condensateur 46 se vide à travers la diode 50 et la résistance 51, et l'inverseur 49 rebascule à nouveau. Le 15 circuit 4 délivre alors en sortie une impulsion, dont la largeur dépend de la capacité du condensateur 46, et de la résistance 51. Le circuit 4 se comporte donc comme un diviseur de fréquence qui ne fonctionne que pour une fréquence supérieure à un seuil déterminé. La valeur de ce seuil dépend de la valeur de la résistance 48 et de la capacité du condensateur 20 46, tandis que le rapport de division dépend du rapport des valeurs des capacités des condensateurs 45 et 46. La fréquence des impulsions qui apparaissent aux bornes de la résistance 3 étant directement liée à l'intensité du rayonnement ionisant, on peut donc ajuster le seuil de détection du dispositif en modifiant la valeur des condensateurs 45 et 46 25 et de la résistance 48.

La figure 3 décrit une variante de réalisation suivant l'invention. Dans cette variante, on retrouve le tube GM 1, le circuit convertisseur 2, l'avertisseur sonore 8, mais ces deux derniers éléments sont commandés par le même circuit 10, qui fait office à la fois de détecteur de 30 seuil, et d'oscillateur. Un pont diviseur, constitué de résistances 11 et 12 de très forte valeur est branché en parallèle sur le tube GM 1, et le point commun aux résistances 11 et 12 est relié à l'entrée du circuit 10. Ce circuit est agencé de telle sorte qu'il délivre un train d'impulsions chaque fois que la haute tension d'alimentation 35 du tube GM 1 devient inférieure à une valeur prédéterminée.

En l'absence d'irradiation, la décharge naturelle du condensateur 24 du circuit 2 est lente, et la fréquence des impulsions délivrées par le circuit 10 est faible. Le circuit 10 commandant directement l'avertisseur 8, chaque recharge du condensateur 24 se traduit par 40 l'émission d'un signal sonore de faible amplitude, qui peut servir d'indicateur de bon fonctionnement du dispositif. Lorsque l'intensité du

rayonnement ionisant augmente, le condensateur 24 se décharge plus rapidement dans le tube GM 1 devenu plus conducteur, et la fréquence des impulsions délivrées par le circuit 10 augmente, ainsi donc que la fréquence des signaux sonores. Dans une variante non représentée,

5 l'avertisseur 8 est commandé par le circuit 10 par l'intermédiaire d'un circuit diviseur de fréquence à seuil similaire à celui décrit sur la figure 2. Dans cette variante, le dispositif n'émet plus de signaux sonores en l'absence d'irradiation, mais seulement lorsque le seuil d'intensité de rayonnement est dépassé.

10 Dans une variante non illustrée du dispositif, qui peut être indifféremment du type représenté sur la figure 1 ou sur la figure 3, l'avertisseur sonore 8 est constitué par un transducteur piézo-céramique, branché en série avec une bobine de self-induction, en parallèle avec un transistor. Lorsque le transistor cesse de conduire, la surtension 15 provoquée aux bornes de la bobine de self-induction amplifie considérablement l'intensité sonore émise par le transducteur. Un tel agencement permet d'obtenir un signal sonore très intense avec une tension d'alimentation du circuit faible, et une faible consommation.

En suite de quoi, et quel que ce soit le mode de réalisation adopté, 20 on obtient finalement un dispositif de mesure dont la constitution et le fonctionnement résultent suffisamment de ce qui précède.

Ce dispositif présente de nombreux avantages par rapport à ceux antérieurement connus, notamment en ce qui concerne l'autonomie de fonctionnement, qui est très importante. En effet, un dispositif suivant 25 l'invention consomme pour son alimentation typiquement 10 microampères, ce qui, conjugué avec l'utilisation d'une pile miniature courante de faible capacité de 90 milliampères-heure, autorise une année de fonctionnement.

De plus, le nombre réduit de composants utilisés pour sa réalisation 30 rend celle-ci très peu coûteuse, et permet une grande diffusion de ces dispositifs.

REVENDICATIONS

- 1) Dispositif de mesure des rayonnements ionisants, comprenant un tube de type Geiger-Muller, une source autonome de courant électrique, des moyens propres à assurer l'alimentation en haute tension du tube Geiger-Muller, des moyens propres à détecter le dépassement par l'intensité du rayonnement ionisant d'un seuil prédéterminé et à déclencher dans ce cas un signal d'alarme constitué de signaux sonores émis avec une fréquence augmentant avec l'intensité du rayonnement mesuré, caractérisé en ce que les moyens propres à assurer l'alimentation en haute tension du tube Geiger-Muller comprennent un circuit oscillateur constitué d'inverseurs du type CMOS, alimenté sous une tension  $V_1$ , un circuit convertisseur propre à amplifier fortement les impulsions délivrées par le circuit oscillateur, ce convertisseur étant alimenté sous une tension  $V_2$  supérieure à  $V_1$ , et un circuit redresseur transformant les impulsions amplifiées en une haute tension continue appliquée au tube Geiger-Muller, ces différents circuits étant agencés de telle sorte que, d'une part, les tensions  $V_2$  et  $V_1$  soient obtenues à partir d'une seule source de courant, et que d'autre part, la fréquence des impulsions délivrées par le circuit oscillateur soit faible en l'absence de rayonnement ionisant, et soit égale à la fréquence des signaux sonores d'alarme lorsque l'intensité des rayonnements ionisants dépasse le seuil prédéterminé.
- 2) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le circuit convertisseur comprend un transistor MOS dont la tension d'avalanche dépasse 100 V.
- 3) Dispositif selon les revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que les moyens pour détecter le dépassement d'un seuil prédéterminé d'intensité de rayonnement ionisant comprend un ou plusieurs circuits du type CMOS incorporant des inverseurs possédant un seuil de déclenchement sur le front montant de l'impulsion supérieur au seuil de déclenchement sur le front descendant.
- 4) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'alarme sonore est réalisée à l'aide d'un élément piézoélectrique.

5) Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'élément piézoélectrique est monté conjointement avec une bobine de self induction et que l'ensemble est excité à une fréquence égale ou proche de la fréquence de résonance du circuit ainsi réalisé.

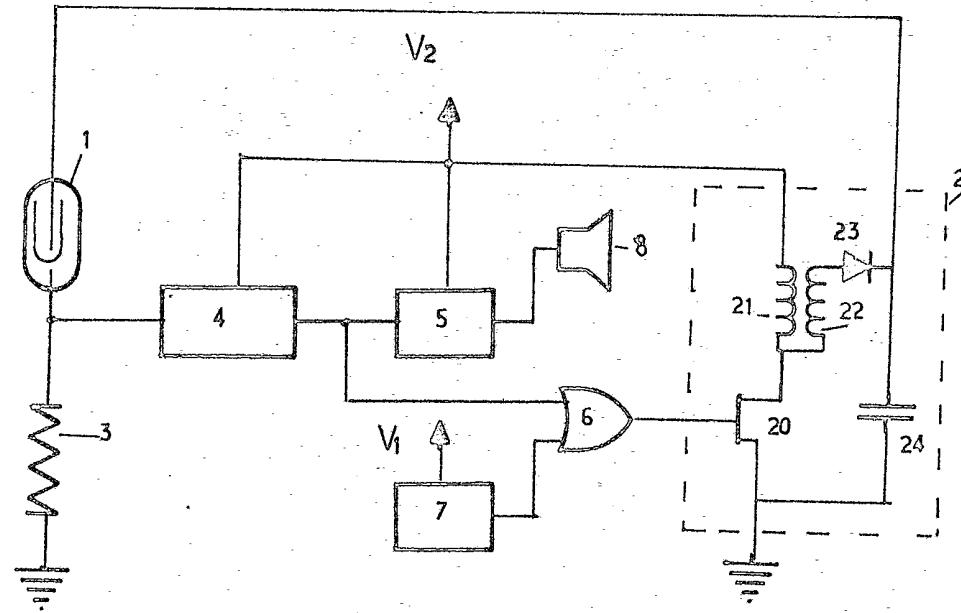


FIG. 1

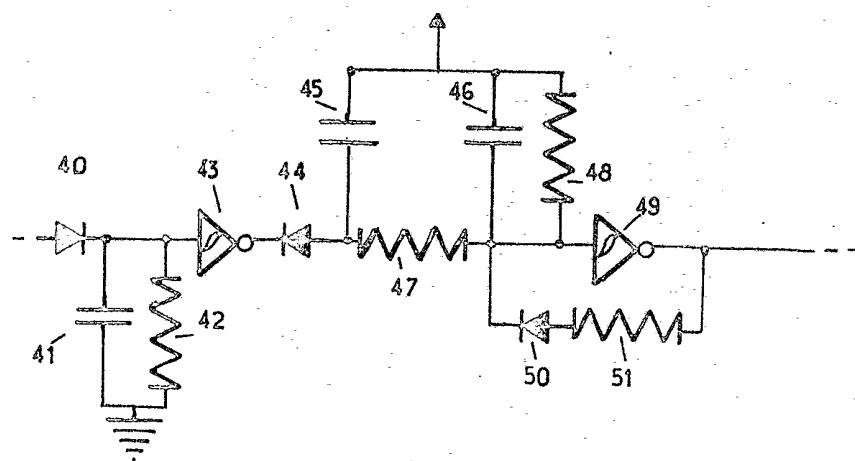


FIG. 2

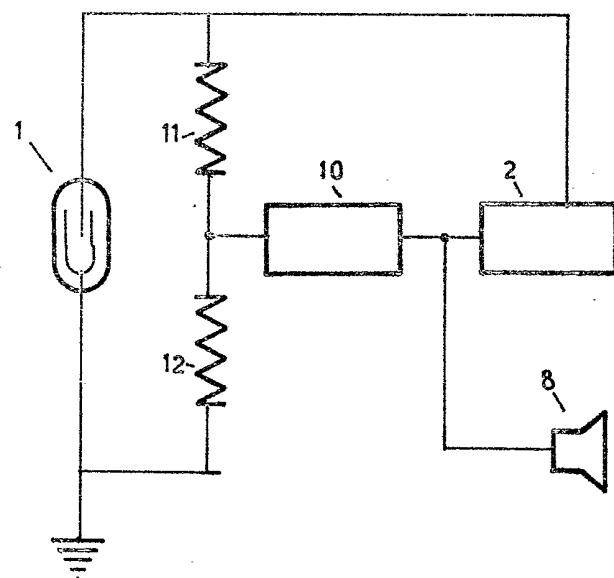


FIG. 3