

⑫

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

⑳ Numéro de dépôt: 87401453.3

⑥ Int. Cl.⁴: **G 21 J 5/00**

㉑ Date de dépôt: 24.06.87

③① Priorité: 26.06.86 FR 8609294

④③ Date de publication de la demande:
13.01.88 Bulletin 88/02

⑧④ Etats contractants désignés:
BE DE GB IT NL SE

⑦① Demandeur: **COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE**
31/33, rue de la Fédération
F-75015 Paris (FR)

⑦② Inventeur: **Climent, Jean-Pierre**
7, rue Max Jacob
F-91100 Saint Germain Les Corbeil (FR)

Petelet, Georges
Route des Landres Vendat Cidex 818
F-03110 Escuroilles (FR)

Tronel, Jean-Claude
5, rue de Gascogne
F-91220 Bretigny Sur Orge (FR)

⑦④ Mandataire: **Mongrédién, André et al**
c/o **BREVATOME** 25, rue de Ponthieu
F-75008 Paris (FR)

⑤④ **Dispositif de détection d'une impulsion électromagnétique, due notamment à une explosion nucléaire.**

⑤⑦ L'invention concerne un dispositif de détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée due notamment à une explosion nucléaire. Ce dispositif comprend des moyens (1) pour capter la composante électrique d'une impulsion électromagnétique, des moyens (3) pour différencier un signal délivré par les moyens pour capter provenant d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée, d'une autre impulsion, et des moyens (5) pour rendre compte du résultat de la détection. Les moyens (3) de différenciation comprennent, de façon avantageuse, des moyens (7) pour détecter le passage du signal délivré par les moyens pour capter à une valeur supérieure à une valeur de seuil (V_s), un compteur de temps (9) déclenché par les moyens de détection lors de la détection dudit passage, des moyens (11) pour intégrer le signal délivré par les moyens pour capter et des moyens (13) pour comparer la valeur du signal intégré jusqu'au temps t_1 après le déclenchement du compteur à une valeur de référence (V_{R1}).

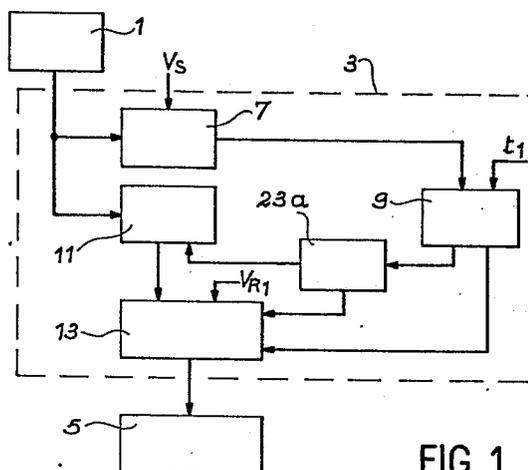


FIG. 1

Description

Dispositif de détection d'une impulsion électromagnétique, due notamment à une explosion nucléaire.

La présente invention concerne un dispositif de détection d'une impulsion électromagnétique due notamment à une explosion nucléaire.

5 L'invention s'applique à la détection de toutes impulsions électromagnétiques déterminées et en particulier à la détection d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire, la détection d'une impulsion électromagnétique de ce type permettant par exemple la mise en oeuvre de protection contre des agressions nucléaires.

10 L'invention a pour but de réaliser un dispositif permettant de détecter des impulsions électromagnétiques et de différencier l'impulsion électromagnétique à détecter, d'impulsions électromagnétiques parasites.

De façon plus précise, l'invention a pour objet un dispositif de détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble de détection comportant :

- des moyens pour capter la composante électrique d'une impulsion électromagnétique, lesdits moyens délivrant un signal électrique proportionnel à la composante électrique captée,

15 - des moyens de différenciation reliés aux moyens pour capter, pour différencier un signal électrique délivré par les moyens pour capter provenant d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée à détecter, d'une autre impulsion électromagnétique.

L'impulsion électromagnétique d'origine déterminée à détecter est de façon avantageuse une impulsion électromagnétique provenant d'une explosion nucléaire, telle qu'une explosion nucléaire haute altitude, cette impulsion électromagnétique devant être différenciée d'une autre impulsion électromagnétique telle qu'une impulsion électromagnétique due à la foudre.

20 Il existe deux types d'explosion nucléaire, les explosions nucléaires près de la surface terrestre ou basse altitude et les explosions nucléaires extra-atmosphériques ou haute altitude. Une explosion nucléaire basse altitude produit des impulsions électromagnétiques dans un hémisphère de quelques kilomètres de diamètre ainsi que des effets destructeurs importants alors qu'une explosion nucléaire haute altitude ne génère pratiquement que des impulsions électromagnétiques, mais sur une très grande étendue. Ainsi, par exemple, une explosion nucléaire à l'altitude de 300 km produit des impulsions électromagnétiques sur une région d'environ 1500 km de diamètre et 20 km d'épaisseur. Ces impulsions électromagnétiques sont ensuite rayonnées vers la surface terrestre du fait de l'attraction magnétique terrestre, entraînant des destructions ou des perturbations de dispositifs électroniques, de réseau d'alimentation, de commande ou encore de contrôle de communication.

Il est donc intéressant de détecter une impulsion électromagnétique produite par une explosion nucléaire haute altitude afin de mettre en oeuvre, notamment la protection d'éléments susceptibles d'être détruits ou perturbés par des impulsions électromagnétiques de ce type.

35 Cependant, une explosion nucléaire haute altitude engendre des impulsions électromagnétiques présentant des similitudes avec des impulsions électromagnétiques dues à des phénomènes naturels tels que la foudre. Aussi, pour ne pas mettre en oeuvre inutilement des dispositifs de protection, le dispositif de détection conforme à l'invention doit permettre également de différencier une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire haute altitude, d'une autre impulsion électromagnétique notamment due à la foudre. Il est bien entendu qu'il en est de même pour la détection d'impulsions électromagnétiques dues à d'autres phénomènes.

Le dispositif de détection conforme à l'invention prend donc en compte au moins une des différences présentée par les phénomènes à différencier.

45 Pour différencier, par exemple, une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire haute altitude et celle due à la foudre, différents critères peuvent être utilisés.

La foudre est précédée par l'apparition d'un champ électrostatique et elle est accompagnée par du bruit et de la lumière alors qu'une explosion nucléaire ne possède aucun phénomène précurseur et n'est accompagnée ni de bruit ni de lumière. Aussi, l'utilisation de moyens de détection d'un champ électrostatique et/ou de bruit et/ou de lumière permet de distinguer ces deux phénomènes.

50 On peut prendre également en considération les caractéristiques du signal électrique dû à une impulsion électromagnétique, ce signal étant croissant puis décroissant avec une valeur crête correspondant à la valeur maximum du signal.

Pour une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire, le temps de montée du signal électrique correspondant, d'une valeur nulle à sa valeur maximum, est de l'ordre de 10 ns et de 10 à 90% de sa valeur maximum, de l'ordre de 5 ns, la largeur à mi-hauteur de ce signal, autrement dit, le temps écoulé entre les deux passages successifs du signal à 50% de sa valeur maximum est de l'ordre de 100 à 200 ns, ce signal ayant complètement disparu au bout de 2 μ s. De plus, l'amplitude de ce signal est d'environ 20 kV/m à 50 kV/m et la polarisation de ce signal est de l'ordre de 0 à 27° par rapport à un axe horizontal.

60 Le signal électrique correspondant à une impulsion électromagnétique produite par la foudre présente un temps de montée fonction de la distance entre le dispositif de détection et la décharge (pour une distance de 200 m, le temps de montée d'une valeur nulle à la valeur maximum est de l'ordre de 200 ns), la largeur à mi-hauteur de ce signal est de l'ordre de 1 ms et la durée de ce signal est supérieure à 2 ms, de l'ordre généralement de la seconde. De plus, l'amplitude de ce signal est également fonction de la distance du

dispositif de détection et de la décharge (pour une distance de 200 m, l'amplitude est de 10 kV/m et pour une distance de 3 km, l'amplitude est de 30 à 200 V/m) ; la polarisation de ce signal est perpendiculaire à un axe horizontal.

Le dispositif de détection conforme à l'invention permet de différencier une impulsion électromagnétique due notamment à une explosion nucléaire, d'une autre impulsion électromagnétique provenant par exemple de la foudre en prenant en compte la durée totale du signal électrique correspondant à l'impulsion détectée, sa largeur à mi-hauteur, son énergie ainsi que sa polarisation. Cependant, pour augmenter la fiabilité de ce dispositif, des critères supplémentaires peuvent bien entendu être pris en compte tels que le temps de montée du signal électrique, la composante magnétique de l'impulsion électromagnétique et dans le cas où l'impulsion électromagnétique à différencier est la foudre, le bruit, la lumière et le champ électrostatique liés à la foudre. 5 10

De façon avantageuse, les moyens pour capter comprennent un capteur formé d'une première et d'une deuxième antennes disposées dans deux plans verticaux perpendiculaires et reliées entre elles, la première antenne étant reliée en outre aux moyens de différenciation, la première antenne faisant un angle allant de 80 à 135° avec la deuxième antenne et la deuxième antenne faisant un angle allant de 450° à 650° avec un axe vertical. La position de ces deux antennes a été calculée pour avoir l'assurance d'obtenir toujours un signal électrique en sortie de la première antenne, dans le cas d'une explosion nucléaire, quelle que soit la position de ces antennes par rapport au centre de l'explosion. Le calcul effectué tient compte en particulier de la polarisation de la composante électrique d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire. De préférence, l'angle entre la première et la deuxième antennes est égal à 90° et l'angle entre la deuxième antenne et un axe vertical est égal à 54°. 15 20

Pour protéger le capteur des agressions naturelles, celui-ci est placé de préférence dans une enceinte transparente aux ondes électromagnétiques telle qu'un radome.

Le capteur étant à haute impédance et les moyens de différenciation à basse impédance, la première antenne est reliée aux moyens de différenciation par l'intermédiaire d'un adaptateur d'impédance effectuant le transfert du signal électrique délivré par le capteur à haute impédance vers les moyens de différenciation à basse impédance. 25

En définitive, les moyens pour capter, formés par les deux antennes et l'adaptateur d'impédance, délivrent une image de la composante électrique captée, le signal délivré par ces moyens étant proportionnel à cette composante. 30

De façon avantageuse, les moyens de différenciation comprennent des moyens de remise à zéro pour permettre au dispositif de détection de fonctionner de façon continue.

Selon un premier mode de réalisation du dispositif de l'invention, les moyens de différenciation comprennent :

- des premiers moyens de détection reliés aux moyens pour capter, pour détecter le passage du signal électrique délivré par les moyens pour capter à une valeur supérieure à une valeur de seuil déterminée, 35
- un premier compteur de temps relié aux premiers moyens de détection, déclenché par cesdits moyens lors de la détection du passage du signal électrique à une valeur supérieure à la valeur de seuil,
- des moyens d'intégration reliés aux moyens pour capter pour intégrer le signal électrique délivré par les moyens pour capter, et 40
- des premiers moyens de comparaison reliés aux moyens d'intégration et au premier compteur de temps, pour comparer la valeur du signal électrique intégré jusqu'à un temps t_1 après le déclenchement du premier compteur à une première valeur de référence.

Dans le cas de la différenciation d'un signal électrique correspondant à une explosion nucléaire et à la foudre, le temps t_1 et la première valeur de référence sont choisis par exemple de façon à ce que lorsque la valeur du signal électrique intégrée jusqu'au temps t_1 après le déclenchement du premier compteur est inférieure à la valeur de référence, le signal électrique correspond à une explosion nucléaire et dans le cas contraire à la foudre. Ce temps t_1 est, par exemple, égal à 1ms et la première valeur de référence correspond à une valeur supérieure à la valeur qu'aurait un signal électrique provenant d'une explosion nucléaire, intégrée jusqu'au temps t_1 après le déclenchement du premier compteur. 45 50

Ce mode de réalisation permet une différenciation sur l'énergie du signal électrique.

Selon une variante de ce mode de réalisation, les moyens de différenciation comprennent en outre :

- un deuxième compteur de temps relié aux premiers moyens de détection et déclenché par cesdits moyens lors de la détection du passage du signal électrique à une valeur supérieure à la valeur de seuil, 55
- des deuxième moyens de détection reliés aux moyens pour capter et au deuxième compteur de temps, pour détecter la valeur maximum du signal électrique délivré par lesdits moyens pour capter, jusqu'à un temps t_2 après le déclenchement du deuxième compteur, le temps t_2 étant inférieur au temps t_1 ,
- des deuxième moyens de comparaison, reliés aux deuxième moyens de détection, pour comparer la valeur maximum détectée par lesdits deuxième moyens de détection à une deuxième valeur de référence, lesdits de référence, lesdits deuxième moyens de comparaison commandant la remise à zéro par les moyens de remise à zéro, des moyens d'intégration et du premier compteur lorsque le signal de sortie desdits deuxième moyens de comparaison ne correspond pas à la détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée. 60

Le temps t_2 est pris par exemple égal à 0,2 ms lorsque le temps t_1 est égal à 1 ms, dans le cas de la différenciation de signaux correspondant à une explosion nucléaire et à la foudre. La deuxième valeur de 65

référence correspond à la valeur minimale du signal à atteindre pour que le dispositif de détection poursuive l'intégration, sinon il y a remise à zéro des moyens d'intégration et du premier compteur de temps.

Cette variante de réalisation permet d'éliminer les signaux électriques de faibles amplitudes dus à des impulsions électromagnétiques parasites. On peut également faire de même en augmentant la valeur de seuil.

- 5 Selon un autre mode de réalisation du dispositif de l'invention, les moyens de différenciation comprennent :
- des moyens de détection reliés aux moyens pour capter pour détecter le passage du signal électrique délivré par les moyens pour capter à une valeur supérieure à une valeur de seuil déterminée,
 - un compteur de temps relié aux moyens de détection et déclenché par cesdits moyens lors de la détection du passage du signal électrique à une valeur supérieure à la valeur de seuil,
 - 10 - des moyens de comparaison reliés aux moyens pour capter et au compteur de temps, pour comparer la valeur du signal électrique délivré par les moyens pour capter un temps t_3 après le déclenchement dudit compteur à une valeur de référence.

15 Ainsi, dans le cas particulier où une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire doit être différenciée d'une impulsion électromagnétique due à la foudre, le temps t_3 est pris par exemple supérieur à la durée du signal électrique correspondant à une explosion nucléaire (t_3 est par exemple égal à $2\mu\text{s}$) et la valeur de référence est nulle.

Ainsi, si au temps t_3 après le déclenchement du compteur, on a un signal non nul en sortie de moyens de comparaison, l'impulsion électromagnétique sera due à la foudre et dans le cas contraire, elle sera due à une explosion nucléaire.

20 Ce mode de réalisation permet une différenciation à partir de la durée totale du signal électrique.

Selon un autre mode de réalisation du dispositif de l'invention, les moyens de différenciation comprennent :

- des premiers moyens de détection reliés aux moyens pour capter, pour détecter le passage du signal électrique délivré par les moyens pour capter à une valeur supérieure à une valeur de seuil déterminée,
- un premier compteur de temps relié aux premiers moyens de détection et déclenché par cesdits moyens lors de la détection du passage du signal électrique à une valeur supérieure à la valeur de seuil,
- 25 - des deuxièmes moyens de détection reliés aux moyens pour capter, pour détecter la valeur maximum du signal électrique délivré par les moyens pour capter,
- des moyens de calcul reliés aux deuxièmes moyens de détection pour calculer la valeur du signal électrique à 50% de sa valeur maximum,
- 30 - des troisièmes moyens de détection reliés aux moyens pour capter, aux moyens de calcul et au premier compteur de temps, pour détecter le passage du signal électrique délivré par les moyens pour capter à une valeur correspondant à 50% de sa valeur maximum et commander l'arrêt du premier compteur de temps lors de la détection de ce passage, et
- des premiers moyens de comparaison reliés au premier compteur de temps, pour comparer le temps écoulé entre le déclenchement et l'arrêt du premier compteur et un temps de référence.
- 35

Ainsi, si l'on veut différencier une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire, d'une impulsion électromagnétique due à la foudre, le temps de référence est pris supérieur à la largeur à mi-hauteur du signal électrique d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire et inférieur à celle du signal électrique d'une impulsion électromagnétique due à la foudre. Aussi, lorsque le temps écoulé entre le déclenchement et l'arrêt du premier compteur est inférieur à ce temps de référence, le signal électrique délivré correspond à une explosion nucléaire et dans le cas contraire à la foudre.

Ce mode de réalisation permet une différenciation à partir de la largeur à mi-hauteur du signal électrique.

Selon une variante de ce mode de réalisation, les moyens de différenciation comprennent en outre :

- un deuxième compteur de temps relié aux premiers moyens de comparaison et déclenché par cesdits moyens lorsque le signal de sortie desdits moyens correspond à la détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée, et
- des deuxièmes moyens de comparaison reliés aux moyens pour capter et au deuxième compteur de temps, pour comparer la valeur du signal électrique délivré par les moyens pour capter un temps t_6 après le déclenchement du deuxième compteur de temps, et une valeur de référence.
- 50 On choisit par exemple pour temps t_6 , le temps t_3 et pour valeur de référence une valeur nulle.

Cette variante de réalisation permet une différenciation à partir de la durée totale du signal électrique et à partir de la largeur à mi-hauteur de celui-ci.

Pour ne pas subir les perturbations dues aux impulsions électromagnétiques, ainsi que les contraintes liées à l'environnement telles que l'humidité et la température, les moyens de différenciation sont de préférence blindés. Lorsque les moyens pour capter comprennent un adaptateur d'impédance, celui-ci est également blindé, le blindage des moyens de différenciation et de l'adaptateur d'impédance peuvent être communs. Ce blindage constitue une cage de Faraday.

55 Le dispositif de détection de l'invention comprend par ailleurs, de façon avantageuse, des moyens d'alimentation autonomes tels que des batteries, des photopiles, situés à l'intérieur du blindage des moyens de différenciation et de l'adaptateur d'impédance. Bien entendu, le dispositif de détection peut être alimenté par un réseau extérieur, mais dans ce cas particulier, le réseau doit être de préférence protégé contre la pénétration de parasites.

60 Le dispositif de détection de l'invention comprend de façon avantageuse des moyens pour rendre compte de la détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée et/ou d'une autre impulsion électromagnétique reliés aux moyens de différenciation.

Ces moyens pour rendre compte de la détection comprennent par exemple des moyens sonores et/ou visuels situés de préférence dans le blindage, pour permettre par exemple à l'homme de mettre en oeuvre des dispositifs de protection dans le cas de la détection d'une impulsion électromagnétique d'origine nucléaire. Ces moyens peuvent également comporter des moyens pour commander automatiquement des dispositifs par exemple de protection. Dans ce dernier cas, ces moyens sont extérieurs au blindage et reliés aux moyens de différenciation par des liaisons optiques ou filaires, les liaisons filaires étant de préférence protégées contre la pénétration de signaux parasites.

5

Il est par ailleurs avantageux d'utiliser plusieurs ensembles de détection, tels que décrits précédemment, en parallèle, pour avoir autant de diagnostics de détection que d'ensembles de détection et comparer par exemple les différents diagnostics pour obtenir un seul diagnostic plus fiable. Cette redondance permet d'éviter par exemple la mise en oeuvre intempestive de dispositifs de protection. Les différents moyens de différenciation utilisés dans un dispositif de détection de l'invention à plusieurs ensembles de détection sont de façon avantageuse différents, mais ils peuvent être bien entendu similaires.

10

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront mieux de la description qui va suivre, donnée à titre purement illustratif et non limitatif, en référence aux figures annexées dans lesquelles :

15

- la figure 1 représente schématiquement un premier mode de réalisation d'un dispositif de détection conforme à l'invention,

- la figure 2 représente schématiquement un exemple de réalisation plus détaillé du dispositif de détection représenté figure 1,

- la figure 3 représente schématiquement la disposition dans l'espace de deux antennes formant le capteur des moyens pour capter du dispositif de l'invention,

20

- les figures 4a et 4b représentent schématiquement des exemples de chronogrammes de signaux délivrés par les moyens pour capter et par les principaux éléments des moyens de différenciation représentés figure 2, correspondant respectivement à une impulsion électromagnétique provenant d'une explosion nucléaire et d'une impulsion électromagnétique provenant de la foudre,

25

- la figure 5 représente schématiquement une variante de réalisation du dispositif de détection représenté figure 1,

- la figure 6 représente schématiquement un autre mode de réalisation d'un dispositif de détection conforme à l'invention,

- la figure 7 représente schématiquement également un autre mode de réalisation d'un dispositif de détection conforme à l'invention,

30

- la figure 8 représente schématiquement une variante du mode de réalisation du dispositif de détection représenté figure 7, et

- la figure 9 représente schématiquement un dispositif de détection comportant plusieurs ensembles de détection conformes à l'invention, en parallèle.

35

Dans le reste de la description, on prendra l'exemple particulier de la détection d'une impulsion électromagnétique provenant d'une explosion nucléaire, le signal électrique dû à ce type d'impulsion électromagnétique devant être différencié du signal électrique provenant d'une impulsion électromagnétique due à la foudre. Mais bien entendu, cet exemple n'est pas limitatif.

La figure 1 représente schématiquement un premier mode de réalisation d'un dispositif de détection conforme à l'invention.

40

Ce dispositif comprend des moyens pour capter 1 la composante électrique d'une impulsion électromagnétique, des moyens de différenciation 3 et des moyens pour rendre compte de la détection 5.

Les moyens 1 permettant de capter la composante électrique d'une impulsion électromagnétique délivrent un signal électrique proportionnel à la composante électrique captée. Les moyens de différenciation 3 sont reliés en sortie des moyens pour capter 1 ; ils permettent de différencier un signal électrique délivré par les moyens pour capter provenant d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire d'une impulsion électromagnétique due à la foudre. Les moyens pour rendre compte de la détection 5 sont reliés en sortie des moyens de différenciation et permettent de rendre compte de la détection d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire et/ou à la foudre.

45

50

De façon plus précise, les moyens de différenciation 3 comportent des moyens de détection 7 reliés aux moyens pour capter 1, un compteur de temps 9 relié aux moyens de détection 7, des moyens d'intégration 11 reliés aux moyens pour capter 1, des moyens de comparaison 13 reliés aux moyens d'intégration au compteur de temps 9 et aux moyens 5 et des moyens 23a de remise à zéro reliés au compteur de temps, aux moyens d'intégration et aux moyens de comparaison.

55

Ainsi, le signal électrique délivré par les moyens pour capter 1 est envoyé à la fois sur les moyens de détection 7 et sur les moyens d'intégration 11. Lorsque la valeur du signal électrique reçu par les moyens 7 est supérieur à une valeur de seuil déterminée V_S , ces moyens 7 déclenchent le compteur de temps 9. Le déclenchement du compteur de temps 9 est défini par le temps t_0 . Par ailleurs, les moyens 11 calculent l'intégrale du signal électrique délivré par les moyens pour capter, quelle que soit la valeur de ce signal. La valeur du signal intégré est comparée par les moyens 13 à une valeur de référence V_{R1} cette comparaison étant validée au temps t_1 après le déclenchement du compteur.

60

Le temps t_1 et la valeur de référence V_{R1} sont choisis par exemple, de façon à ce que la valeur intégrée du signal électrique au temps t_1 après le déclenchement du compteur soit inférieure à V_{R1} , dans le cas d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire.

65

Les moyens pour rendre compte de la détection 5 comprennent des moyens visuels et/ou sonores pour avertir l'homme du résultat de la comparaison et/ou des moyens pour commander automatiquement par exemple des dispositifs de protection en fonction du résultat de la comparaison.

5 La valeur de seuil V_S des moyens de détection 7 est choisie de façon à éliminer tous les signaux électriques de faibles amplitudes, dus à des impulsions électromagnétiques parasites. La validation de la comparaison est donc effectuée uniquement pour des signaux d'amplitude supérieure à la valeur V_S . Les moyens 23a de remise à zéro sont déclenchés par le compteur de temps après la validation de la comparaison, la remise à zéro des moyens d'intégration et des moyens de comparaison étant effectuée avec un temps de retard réglable, après le déclenchement du compteur.

10 Les moyens de différenciation 3 de ce mode de réalisation permettent une discrimination par rapport à l'énergie du signal électrique délivré par les moyens pour capter 1.

La figure 2 donne un exemple de réalisation plus détaillé du mode de réalisation du dispositif de détection représenté figure 1.

15 Sur cette figure sont représentés les moyens pour capter 1 comportant un capteur 19 et un adaptateur d'impédance 21, reliés aux moyens de détection 7 et aux moyens d'intégration 11, les moyens de comparaison 13 reliés aux moyens 11, un compteur de temps 9 relié aux moyens de détection 7, aux moyens de remise à zéro 23a et aux moyens de comparaison 13, les moyens 23a étant reliés par ailleurs aux moyens d'intégration 11 et de comparaison 13.

20 Le capteur 19 des moyens pour capter 1 comporte une première et une deuxième antennes 15, 17, représentées dans l'espace figure 3.

25 La disposition de ces deux antennes dans l'espace a été calculée de façon à obtenir dans le cas d'une explosion nucléaire un signal électrique en sortie des moyens pour capter 1, quelle que soit l'orientation de ces antennes par rapport à l'explosion. La disposition de ces antennes a donc été calculée notamment en fonction de la polarisation de la composante électrique d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire. Comme on l'a vu précédemment, la composante électrique d'une impulsion électromagnétique de ce type est polarisée suivant un angle allant de zéro à 27° par rapport à un axe horizontal alors que la polarisation d'une composante électrique due à la foudre est perpendiculaire à un axe horizontal.

30 Aussi, pour capter de façon préférentielle la composante électrique correspondant à une impulsion électromagnétique d'origine nucléaire, l'antenne 15 et l'antenne 17 sont dans deux plans verticaux perpendiculaires, l'antenne 15 faisant un angle α d'environ 90° avec l'antenne 17 et l'antenne 17 un angle β de l'ordre de 54° avec un axe vertical.

35 La disposition particulière de ces antennes permet d'effectuer une différenciation par rapport à la polarisation de la composante électrique d'une impulsion électromagnétique. Ces deux antennes ont une longueur respectivement d'environ 3 cm.

40 Afin de ne pas dériver le signal électrique en sortie du capteur en chargeant celui-ci sur une résistance de charge faible (par exemple de 50 ohms), adaptée aux moyens de différenciation, ou de ne pas introduire des constantes de temps importantes en chargeant le capteur sur une résistance de charge importante (par exemple 1 M Ω), les moyens pour capter 1 comportent de façon avantageuse un adaptateur d'impédance 21 relié à la sortie de l'antenne 15.

Cet adaptateur d'impédance est à haute impédance du côté du capteur 19, permettant ainsi de ne pas déformer le signal par des constantes de temps importantes et à basse impédance du côté des moyens de différenciation 3, permettant d'adapter la haute impédance du capteur 19 à la basse impédance des moyens de différenciation 3 sans dériver le signal délivré par le capteur 19.

45 Pour cela, l'adaptateur d'impédance 21 des moyens pour capter 1 comporte par exemple un transistor de puissance T_1 . Entre la sortie du capteur 19 et le transistor de puissance T_1 , sont disposées deux résistances R_1 , R_2 en série, la résistance R_1 étant reliée à l'antenne 15 et la résistance R_2 à la masse, deux résistances R_3 , R_4 , également en série, la résistance R_3 étant reliée à une source d'alimentation positive, et la résistance R_4 à la masse, et deux condensateurs C_1 , C_2 en parallèle reliés entre le point milieu des résistances R_1 , R_2 et le point milieu des résistances R_3 , R_4 , le point milieu des résistances R_3 , R_4 étant en outre relié au transistor de puissance T_1 par une résistance R_5 . Ce transistor de puissance T_1 est relié aux moyens de détection 7 et aux moyens d'intégration 11 par deux condensateurs en parallèle C_3 , C_4 .

Une résistance R_7 est connectée en outre entre une borne du transistor T_1 et la masse.

55 La résistance R_5 permet d'atténuer les rebonds et les sur-oscillations sans pour cela trop accroître le temps de montée du signal électrique. Par ailleurs, on utilise de façon avantageuse une inductance L_1 reliée d'une part à l'extrémité de la résistance R_3 et d'autre part à la fois à la masse par l'intermédiaire d'un condensateur C_5 et au transistor de puissance T_1 par une résistance R_6 pour mieux répondre aux pointes de courant délivrées par le capteur.

60 Sur cette figure, on a représenté les principales sources d'alimentation par une flèche. Ces sources d'alimentation font partie des moyens d'alimentation décrits précédemment. A côté de chaque flèche est figuré un signe + lorsque cette alimentation est positive et un signe - lorsque cette alimentation est négative.

Le tableau ci-dessous donne un exemple des valeurs affectées aux différents composants de l'adaptateur d'impédance 21 pour un transistor de puissance du type DV 2805 et une source d'alimentation de + 13,5 volts.

TABLEAU

R_1	R_2	R_3	R_4	R_5	R_6	R_7	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	L_1
20M Ω	1M Ω	9,8M Ω	10M Ω	330 Ω	10 Ω	56 Ω	1nF	47 μ F	1nF	100 μ F	22 μ F	4,7 μ H

Les moyens de détection 7 du passage du signal électrique une valeur supérieure à une valeur de seuil déterminée V_S , reliés en sortie des moyens pour capter 1, doivent de préférence satisfaire les conditions suivantes :

- disposer d'un seuil de déclenchement ajustable,
- déclencher aussi rapidement que possible le compteur de temps 9 à l'apparition d'une valeur du signal électrique délivré, supérieure à la valeur de seuil V_S ,
- posséder une grande impédance d'entrée pour ne pas perturber le signal électrique, et enfin,
- avoir un niveau de sortie compatible avec les autres éléments des moyens de différenciation 3.

Ces moyens de détection 7 comportent donc de façon avantageuse un comparateur 25 rapide tel qu'un comparateur AD 9685 fabriqué par ANALOG DEVICES dont le temps de propagation est de l'ordre de 2,2 ns. Cependant, ce composant faisant partie de la famille des niveaux logiques ECL, 11 doit être suivi d'un translateur 27 permettant de réaliser le passage entre les niveaux logiques ECL du comparateur AD 9685 et les niveaux logiques TTL des autres éléments des moyens de différenciation 3. Ce translateur est par exemple un MC 10125.

Ainsi, la borne positive du comparateur 25 est reliée en sortie des moyens pour capter 1 et sa borne négative est reliée à un potentiomètre formé par une résistance variable ρ_1 , en série avec une résistance R_8 , l'autre extrémité de la résistance R_8 étant reliée à une source d'alimentation positive et l'autre extrémité de la résistance variable ρ_1 à la masse. La valeur de seuil V_S est donc ajustée par la résistance variable ρ_1 . La sortie de ce comparateur 25 est reliée au compteur de temps 9 par l'intermédiaire du translateur 27.

Dès l'apparition, au temps t_0 , d'une valeur du signal électrique supérieure à la valeur V_S , le signal de sortie des moyens 7 présente par exemple un front de montée qui va déclencher le compteur de temps 9 ; ce compteur de temps 9 a pour rôle de valider la comparaison entre la valeur de l'énergie du signal délivré, autrement dit la valeur du signal électrique intégré jusqu'au temps t_1 après le déclenchement de ce compteur et la valeur de référence V_{R1} . Ce compteur de temps doit donc déclencher un signal décalé d'un temps fixe t_1 par rapport au temps t_0 .

Ce compteur de temps 9 comprend donc de façon avantageuse par un monostable 29. Le temps t_1 est fixé dans le cas particulier de la détection d'une explosion nucléaire par exemple à 1 ms. La validation de la comparaison effectuée par les moyens 13 est donc effectuée une milliseconde après le temps t_0 .

Le temps t_1 , fixé par le monostable, est réglé par l'intermédiaire de composants extérieurs tels que par exemple une capacité et une résistance. De plus en choisissant une résistance variable, on peut obtenir un temps t_1 variable. Il est bien entendu que le compteur de temps peut déclencher au temps t_0 aussi bien sur un front montant que sur un front descendant du signal électrique délivré par les moyens 7 et valider la comparaison effectuée par les moyens 13 aussi bien sur un front montant que sur un front descendant, en fonction des réglages effectués.

Le compteur de temps 9 utilisé, est par exemple le composant 74 LS 123. Ce composant comporte deux monostables 29 et 31.

Le monostable 29 est relié d'une part à la sortie des moyens 7 et d'autre part à une entrée des moyens 13 et au monostable 31, le monostable 31 est relié aux moyens 13 et aux moyens 23a de remise à zéro. Le monostable 29 déclenche la validation de la comparaison effectuée par les moyens 13 et le monostable 31. Le monostable 31 déclenché par le monostable 29 permet de maintenir le résultat de comparaison pendant un certain temps après son déclenchement pour permettre notamment la visualisation du résultat de la détection.

Les moyens d'intégration 11 du dispositif de détection comportent de façon avantageuse un intégrateur tel qu'un amplificateur opérationnel 33 présentant une grande impédance d'entrée du type ADLH 0032 fabriqué notamment par ANALOG DEVICE. La borne positive de cet amplificateur 33 est reliée à la masse tandis que sa borne négative est reliée en sortie des moyens pour capter 1 par l'intermédiaire de deux résistances en série R_9 et R_{10} (par exemple respectivement de l'ordre de 1 k Ω et 2,2 k Ω).

Le signal électrique délivré par les moyens pour capter 1 est intégré de façon continue par l'intégrateur 33 quelle que soit la valeur de ce signal. La valeur intégrée du signal est donc envoyée de façon continue aux moyens de comparaison 13.

Les moyens de comparaison 13 comportent un comparateur 37 tel qu'un amplificateur différentiel. Ce

comparateur est par exemple un LM 311. Sa borne négative est reliée à la sortie de l'intégrateur 33 et sa borne positive à une résistance variable p_2 . La résistance p_2 est reliée en outre à une source d'alimentation négative et à la masse. Elle permet d'ajuster la valeur de référence V_{R1} . Ainsi, le signal de sortie du comparateur 37 est nul lorsque le signal délivré par l'intégrateur est inférieur à V_{R1} autrement dit lorsqu'il correspond à une explosion nucléaire et non nul lorsqu'il est supérieur à V_{R1} dans le cas contraire.

Les moyens de comparaison 13 comprennent également une porte logique NON ET 39 reliée à la sortie du comparateur 37 et à une source d'alimentation positive. Cette porte logique permet d'inverser le signal électrique délivré par le comparateur, autrement dit, le signal de sortie de cette porte sera non nul lorsque le signal de sortie du comparateur sera nulle et inversement.

Les moyens 13 comprennent en outre une bascule 41 par exemple du type MC 14013B reliée à la sortie de la porte 39 et à la sortie du compteur de temps 9. Au temps t_1 , après le déclenchement du monostable 29, la bascule 41 recopie le niveau logique de la porte 39, autrement dit la bascule 41 sera au niveau haut lorsque le signal de sortie de la porte 39 est non nul et un niveau bas lorsqu'il est nul. Le monostable 29 valide donc la comparaison un temps t_1 après son déclenchement, en envoyant un signal présentant soit un front de montée, soit un front de descente sur une entrée de la bascule.

Les moyens 5 pour rendre compte de la détection comprennent par exemple des moyens de visualisation tels que deux diodes 43, 45 électroluminescentes ; ces diodes sont de façon avantageuse de couleurs différentes. La diode 43 est reliée par exemple entre la sortie Q de la bascule 41 des moyens 13 et la masse et la diode 45 est reliée entre la sortie \bar{Q} de cette bascule et la masse. Ainsi, si la bascule est à un niveau haut, le signal sur la sortie Q sera non nul et le signal sur la sortie \bar{Q} sera nul, les diodes 5 et 7 seront respectivement allumée et éteinte. Par contre, si la bascule est à un niveau bas, le signal sur la sortie Q sera nul et le signal sur la sortie \bar{Q} sera non nul, les diodes 5 et 7 seront respectivement éteinte et allumée. La détection d'une impulsion électromagnétique d'origine nucléaire est donc visualisée par la diode 5 allumée et la diode 7 éteinte, le temps de visualisation étant réglé par le monostable 31.

Les moyens 23a de remise à zéro comprennent un monostable 32 par exemple du type 74 LS 123. Ce monostable 32 est relié au monostable 29 et il est déclenché par celui-ci après le temps de visualisation ; le monostable 32 est relié par ailleurs à l'entrée d'une porte logique OU 49 par exemple du type 74 HC 32. L'autre entrée de cette porte 49 est reliée à un interrupteur 50 commandé par un bouton poussoir 48 et la sortie de cette porte est reliée à la bascule 41 des moyens 13. Lorsque le bouton poussoir est enfoncé, la porte logique 49 est reliée à une source d'alimentation positive et dans le cas contraire elle est reliée à la masse.

Aussi, le signal de sortie de la porte 49 sera non nul (niveau haut) si au moins un des signaux envoyés sur son entrée est non nul autrement dit, après le déclenchement du monostable 32 (c'est-à-dire lorsque le signal de sortie du monostable 32 comporte un front de montée) ou lorsque le bouton poussoir est enfoncé manuellement. Si les deux signaux en entrée de la porte 49 sont nuls, le signal en sortie de cette porte sera également nul.

Lorsque le signal électrique envoyé par la porte 49 sur la bascule 41 est non nul, celui-ci est remis à zéro.

Les monostables 31 et 32 sont réglés de façon à ce que la remise à zéro de la bascule 41 intervienne suffisamment longtemps après la validation de la comparaison par le monostable 29, pour que les moyens de visualisation puissent être lus. Le temps entre la validation de la comparaison et la remise à zéro est par exemple de l'ordre de 5 s.

Les moyens 23a comprennent en outre, entre le point milieu des résistances R_9 et R_{10} et la sortie de l'amplificateur opérationnel 33 des moyens d'intégration 11, un condensateur C_5 par exemple de 2,2 nF en parallèle d'un composant 35 pour permettre la remise à zéro de l'amplificateur opérationnel 33.

Ce composant 35 comprend deux interrupteurs analogiques I_1 , I_2 en série, reliés respectivement au monostable 32; le point milieu de ces interrupteurs étant relié à la masse par une résistance R_{11} par exemple de 2,2 k Ω . Ce composant est par exemple du type MC 4016.

La fermeture des interrupteurs I_1 et I_2 commandés par le monostable 32 en même temps que la remise à zéro de la bascule 11 permet de décharger le condensateur C_5 et de remettre à zéro l'intégrateur.

Les figures 4a et 4b représentent schématiquement respectivement des chronogrammes de signaux électriques provenant d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire et due à la foudre, délivrés par le dispositif de détection représenté figure 2. Les signaux V_a , V_{a1} , V_{a2} , V_{a3} , V_{a4} , V_{a5} , V_{a6} , V_{a7} , correspondent à une explosion nucléaire et les signaux V_b , V_{b1} , V_{b2} , V_{b3} , V_{b4} , V_{b5} , V_{b6} et V_{b7} correspondent à la foudre.

Les signaux V_a et V_b représentent les signaux électriques délivrés par les moyens pour capter 1, les signaux V_{a1} et V_{b1} représentent les signaux électriques délivrés par l'amplificateur opérationnel des moyens de détection 7, les signaux V_{a2} et V_{b2} représentent les signaux en sortie du translateur des moyens 7, les signaux V_{a3} et V_{b3} représentent les signaux en sortie du monostable 29, les signaux V_{a4} et V_{b4} représentent les signaux en sortie de l'intégrateur des moyens 11, les signaux V_{a5} et V_{b5} représentent les signaux en sortie du comparateur, les signaux V_{a6} et V_{b6} représentent les signaux en sortie de la porte NON ET 39 et les signaux V_{a7} et V_{b7} les signaux en sortie de la bascule des moyens 5.

La forme des signaux électriques V_a et V_b délivrés par les moyens 1 est différente cependant ces deux signaux passent par la valeur de seuil V_S au temps t_0 .

En sortie de l'amplificateur opérationnel 25 les signaux V_{a1} et V_{b1} présentent donc un front de montée dès que la valeur du signal électrique délivré par les moyens pour capter 1 est supérieure à la valeur de seuil V_S , ce qui correspond au temps t_0 et un front de descente dès que la valeur du signal électrique délivré par les

moyens 1 est à nouveau inférieur à cette valeur de seuil V_S . Du fait que cet amplificateur est de la famille ECL, ces signaux sont négatifs.

En sortie du translateur, les signaux électriques V_{a2} et V_{b2} sont proportionnels aux signaux V_{a1} et V_{b1} délivrés par l'amplificateur opérationnel mais positifs : ils correspondent à des niveaux logiques TTL.

Au temps t_0 , le monostable 29 est déclenché, autrement dit, les signaux V_{a3} et V_{b3} présentent un front de montée dès que la valeur du signal électrique délivré par les moyens pour capter est supérieure à la valeur de seuil V_S ; à un temps t_1 fixé après son déclenchement, le monostable 29 est arrêté et les signaux V_{a3} et V_{b3} présentent un front de descente.

L'intégrateur 33 intègre en continu le signal électrique délivré par les moyens pour capter 1 quelle que soit sa valeur, les signaux électriques V_{a4} et V_{b4} délivrés par l'intégrateur sont donc continus depuis l'apparition d'un signal électrique non nul en sortie des moyens 1 jusqu'à sa disparition.

Le comparateur 37 compare en continu la valeur délivrée en sortie de l'intégrateur 33 à une valeur de référence V_{R1} . Ainsi, le signal V_{a4} délivré par l'intégrateur étant toujours inférieur à la valeur de référence, le signal V_{a5} correspondant sera nul (niveau bas). En revanche, le signal électrique V_{b4} délivré par l'intégrateur 33 étant supérieur à la valeur de référence V_{R1} , un temps t_b après l'apparition du signal V_b présentera un front de montée au temps t_b , autrement dit sera au niveau haut dès que la valeur du signal intégré sera supérieure à la valeur de référence. Les signaux électriques V_{a6} et V_{b6} sont au niveau haut lorsque les signaux correspondants V_{a5} et V_{b5} sont au niveau bas et inversement.

Comme on l'a vu précédemment, la bascule prend le même niveau logique que la porte 39 au temps t_1 après le déclenchement du monostable 29. De ce fait, le signal V_{a7} est au niveau haut à partir du temps $t_0 + t_1$ et le signal V_{b7} reste au niveau bas. Ainsi, en sortie de la bascule, au temps $t_0 + t_1$, on aura un signal électrique non nul dans le cas d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire et un signal nul dans le cas d'une impulsion électromagnétique due à la foudre.

La figure 5 représente une variante de réalisation du dispositif de détection représenté figure 1.

Ce mode de réalisation diffère de celui représenté figure 1 par l'utilisation d'un compteur de temps 51, de moyens de détection 53 et de moyens de comparaison 55 supplémentaires.

Le compteur de temps 51 est relié en sortie des moyens de détection 7 ; les moyens de détection 53 sont reliés en sortie des moyens pour capter 1 et en sortie du compteur de temps 51 ; et les moyens de comparaison 55 sont reliés en sortie des moyens de détection. Par ailleurs, les moyens de remise à zéro 23b de ce dispositif sont reliés en sortie des moyens de comparaison 55 et du compteur de temps 9 et en entrée des moyens d'intégration 11, du compteur de temps 9 et des moyens de comparaison 13.

De même que pour le compteur de temps 9, le compteur de temps 51 est déclenché lors de la détection d'une valeur du signal électrique supérieure à la valeur de seuil V_S . Les moyens de détection 53 permettent de détecter la valeur maximum du signal électrique délivré par les moyens pour capter 1 jusqu'au temps t_2 après le déclenchement du compteur 51. Ce temps t_2 est fixé par le compteur 51 de la même façon que le temps t_1 pour le compteur 9.

Les moyens de comparaison 55 comparent la valeur maximum détectée par ces moyens 53 et une valeur de référence V_{R2} . Si la valeur maximum détectée est inférieure à cette valeur de référence, le compteur de temps 9 et les moyens d'intégration 11 sont remis à zéro par les moyens 23b déclenchés par les moyens 55. Dans le cas contraire, l'intégration est poursuivie.

Cette réalisation particulière permet d'arrêter l'intégration et de remettre à zéro le dispositif de détection, lorsque les moyens de détection ont détecté des signaux électriques de valeur supérieure à la valeur V_S , mais ne présentant pas de valeurs crêtes importantes au bout d'un temps t_2 après le déclenchement du compteur 51, ce dispositif revient à déterminer une valeur de seuil supérieure à V_S .

La figure 6 représente un autre exemple de réalisation d'un dispositif de détection conforme à l'invention.

Sur cette figure sont représentés les moyens pour capter 1, les moyens de différenciation 3 et les moyens 5 pour rendre compte de la détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée et/ou d'une autre impulsion. Les moyens 1 et 5 sont par exemple du même type que ceux décrits précédemment. Les moyens de différenciation comprennent des moyens de détection 7 du même type que ceux décrits précédemment, reliés aux moyens pour capter 1, un compteur de temps 61 relié aux moyens 7, des moyens de comparaison 62 reliés aux moyens pour capter 1, au compteur de temps 61 et aux moyens 5, et des moyens 23c de remise à zéro reliés au compteur de temps 61 et aux moyens de comparaison 62.

Le compteur de temps 61 comprend de façon avantageuse un monostable déclenché au temps t_0 par la détection d'une valeur du signal électrique, délivrée par les moyens pour capter 1, supérieur à la valeur de seuil V_S . Un temps t_3 après son déclenchement, le compteur 61 s'arrête et valide la comparaison effectuée par les moyens 62 entre la valeur du signal délivré par les moyens 1 au temps t_3 après le déclenchement du compteur et une valeur de référence V_{R3} .

Les moyens de comparaison 62 comprennent par exemple un comparateur tel qu'un amplificateur différentiel relié à une bascule.

Dans le cas où l'on veut différencier une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire de celle due à un autre phénomène, le signal de référence V_{R3} est par exemple nul et le temps t_3 est égal à $2\mu s$. En effet, nous avons vu précédemment qu'après $2\mu s$, le signal électrique correspondant à une explosion nucléaire a disparu, contrairement au signal électrique correspondant notamment à la foudre.

Aussi, lorsque le signal électrique délivré par les moyens pour capter au temps t_3 après le déclenchement du compteur est nul, le signal en sortie des moyens de comparaison 62 sera également nul et les moyens 5

rendront compte de la détection d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire. Dans le cas contraire, le signal en sortie des moyens 62 sera non nul et les moyens 5 rendront compte de la détection d'une impulsion électromagnétique due à la foudre.

Par ailleurs, les moyens 23c de remise à zéro déclenchés avec un certain retard après la validation de la comparaison commandent la remise à zéro des moyens 62.

La figure 7 représente un autre exemple de réalisation d'un dispositif de détection de l'invention.

Ce dispositif comporte des moyens pour capter 1 et des moyens 5 pour rendre compte de la détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée et/ou d'une autre impulsion, du même type que ceux décrits précédemment, ainsi que des moyens de différenciation 3.

Ces moyens 3 comprennent des moyens de détection 7 reliés aux moyens pour capter 1, un compteur de temps 64 relié aux moyens 7, des moyens de détection 63 reliés aux moyens 1 pour détecter la valeur maximum du signal électrique délivré par les moyens 1, des moyens de calcul 65 reliés aux moyens 63 pour calculer la valeur du signal à 50% de sa valeur maximum, des moyens de détection 67 reliés d'une part aux moyens pour capter 1 et aux moyens de calcul 65 et d'autre part, au compteur de temps 64 et à des moyens de remise à zéro 23d, pour détecter le passage du signal électrique délivré par les moyens 1, à 50% de sa valeur maximum lors du front de redescende de ce signal et des moyens de comparaison 69 reliés d'une part au compteur de temps 64 et aux moyens 23d et d'autre part aux moyens 5, les moyens 23d étant reliés en outre au compteur de temps 64.

Les moyens 7 sont par exemple du même type que ceux décrits précédemment, les moyens 63, 67 et 69 comprennent par exemple un comparateur. Les moyens 67 comparent la valeur du signal délivré par les moyens 1 et la valeur maximum du signal délivré, divisée par deux. Dès que la valeur du signal délivré est égale à la valeur maximum divisée par deux, (autrement dit dès que le signal délivré est redescendu à mi-hauteur de sa valeur maximum), les moyens 67 commandent l'arrêt du compteur 64. Entre le déclenchement et l'arrêt de ce compteur, il s'est écoulé un temps t_4 caractérisant la largeur à mi-hauteur du signal électrique délivré. Ce temps t_4 est donc comparé par les moyens 69 à un temps de référence t_5 , tel que par exemple, lorsque t_4 est inférieur à t_5 , le signal électrique correspond à une explosion nucléaire et lorsque t_4 est supérieur à t_5 , le signal électrique correspond à un autre phénomène tel que la foudre.

Les moyens 5 rendent compte de la détection de ces phénomènes. Le temps t_5 est pris par exemple égal à 250 ns.

Les moyens 23d de remise à zéro, déclenchés par les moyens 67 lors de la détection du passage du signal délivré par les moyens 1, à 50% de sa valeur maximum, commandent la remise à zéro du compteur de temps 64 et des moyens de comparaison 69 avec un certain retard par rapport à la validation de la comparaison.

La figure 8 représente une variante du dispositif de détection de la figure 7.

Les moyens de différenciation 3 comprennent en plus de ceux représentés figure 7, des moyens de détection 62 et un deuxième compteur de temps 68 du même type que les moyens 62 et le compteur 61 décrits figure 6, les moyens de détection 62 étant reliés aux moyens 1 et aux moyens 5 et le compteur de temps 68 aux moyens 69 et 62. Cependant, le compteur 68 est déclenché non pas par les moyens 7 comme dans le cas de la figure 6, mais par les moyens de comparaison 69 uniquement dans le cas où le signal de sortie desdits moyens 69 correspond à la détection d'une explosion nucléaire. Ce compteur est donc déclenché un temps t_4 après le déclenchement du compteur 64 et arrêté un temps t_6 après ce temps t_4 . Le temps t_6 est par exemple de l'ordre de 2 μ s.

Les moyens de détection 62 comparent la valeur du signal délivré par les moyens pour capter 1 aux temps t_6 après le déclenchement du compteur 68 à une valeur nulle. Lorsque le signal en sortie des moyens 62 est nul, les moyens 5 rendent compte de la détection d'une impulsion électromagnétique due à une explosion nucléaire et dans le cas contraire à une impulsion électromagnétique due à la foudre.

Sur cette figure, les moyens 69 et 62 sont reliés aux moyens 5, ces derniers peuvent donc comprendre par exemple des premiers et des deuxièmes moyens de visualisation différents, reliés respectivement aux moyens 69 et 62, mais ils peuvent également comporter des moyens de comparaison reliés aux moyens 69 et 62 et comprendre des moyens de visualisation affichant le résultat de la comparaison.

Cette variante permet donc de donner un double diagnostic et donc d'éviter le déclenchement intempestif de dispositifs de protection.

Il est en effet avantageux de baser la différenciation d'impulsions électromagnétiques sur plusieurs critères afin d'augmenter la fiabilité du dispositif de détection.

La figure 9 représente schématiquement un dispositif de détection comportant plusieurs ensembles de détection en parallèle, les moyens 5 de ces ensembles étant par exemple regroupés pour permettre une comparaison des différents diagnostics issus des moyens de différenciation 3 utilisés et donner un compte rendu le plus fiable possible du résultat de la détection. Les moyens de différenciation utilisés sont de préférence différents mais ils peuvent bien entendu être identiques.

On a représenté figure 9 trois ensembles de détection en parallèle mais bien entendu un dispositif de détection peut en comporter plus de trois. Par ailleurs, on peut ajouter ce dispositif de détection toujours dans le but d'améliorer sa fiabilité, comme on l'a vu précédemment, des dispositifs de détection de champ électrostatique, de bruit, de lumière ou de champ magnétique.

Les différents modes de réalisation d'un dispositif de détection décrits précédemment ne sont pas limitatifs, de nombreuses variantes peuvent bien entendu être réalisées sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Dispositif de détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un ensemble de détection comportant :
- des moyens (1) pour capter la composante électrique d'une impulsion électromagnétique, lesdits moyens délivrant un signal électrique proportionnel à la composante électrique captée,
 - des moyens de différenciation (3) reliés aux moyens pour capter, pour différencier un signal électrique délivré par les moyens pour capter provenant d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée à détecter, d'une autre impulsion électromagnétique.
2. Dispositif de détection selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'impulsion électromagnétique d'origine déterminée à détecter est une impulsion électromagnétique provenant d'une explosion nucléaire.
3. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'autre impulsion électromagnétique est une impulsion électromagnétique due à la foudre.
4. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens pour capter (1) comprennent un capteur formé d'une première et d'une deuxième antennes (15, 17) disposées dans deux plans verticaux perpendiculaires et reliées entre elles, la première antenne (15) étant reliée en outre aux moyens de différenciation, la première antenne faisant un angle (α) allant de 80° à 135° avec la deuxième antenne et la deuxième antenne faisant un angle (β) allant de 45° à 65° avec un axe vertical.
5. Dispositif de détection selon la revendication 4, caractérisé en ce que le capteur étant à haute impédance et les moyens de différenciation à basse impédance, la première antenne est reliée aux moyens de différenciation par l'intermédiaire d'un adaptateur d'impédance (21) effectuant le transfert du signal électrique délivré par le capteur à haute impédance vers les moyens de différenciation à basse impédance.
6. Dispositif de détection selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'adaptateur d'impédance est blindé.
7. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les moyens de différenciation (3) comprennent des moyens (23a, 23b, 23c, 23d) de remise à zéro pour permettre au dispositif de détection de fonctionner de façon continue.
8. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les moyens de différenciation (3) comprennent :
- des premiers moyens de détection (7) reliés aux moyens pour (1), pour détecter le passage du signal électrique délivré par les moyens pour capter à une valeur supérieure à une valeur de seuil déterminée (V_s),
 - un premier compteur de temps (9) relié aux premiers moyens de détection (7), déclenché par cesdits moyens lors de la détection du passage du signal électrique à une valeur supérieure à la valeur de seuil,
 - des moyens d'intégration (11) reliés aux moyens pour capter (1) pour intégrer le signal électrique délivré par les moyens pour capter, et
 - des premiers moyens de comparaison (13) reliés aux moyens d'intégration et au premier compteur de temps (9) pour comparer la valeur du signal électrique intégré jusqu'à un temps t_1 après le déclenchement du premier compteur à une première valeur de référence (V_{R1}).
9. Dispositif de détection selon la revendication 8, caractérisé en ce que les moyens de différenciation comprennent en outre :
- un deuxième compteur de temps (51) relié aux premiers moyens de détection (17) et déclenché par cesdits moyens lors de la détection du passage du signal électrique à une valeur supérieure à la valeur de seuil (V_s),
 - des deuxièmes moyens de détection (53) reliés aux moyens pour capter (1) et au deuxième compteur de temps (51), pour détecter la valeur maximum du signal électrique délivré par lesdits moyens pour capter, jusqu'à un temps t_2 après le déclenchement du deuxième compteur, le temps t_2 étant inférieur au temps t_1 ,
 - des deuxièmes moyens de comparaison (55), reliés aux deuxièmes moyens de détection (53), pour comparer la valeur maximum détectée par lesdits deuxièmes moyens de détection (53) à une deuxième valeur de référence (V_{R2}), lesdits deuxièmes moyens de comparaison commandant la remise à zéro par les moyens de remise à zéro (23b) des moyens d'intégration (11) et du premier compteur (9), lorsque le signal de sortie desdits deuxièmes moyens de comparaison ne correspond pas à la détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée.
10. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les moyens de différenciation (3) comprennent :
- des moyens de détection (7) reliés aux moyens pour capter (1) pour détecter le passage du signal électrique délivré par les moyens pour capter à une valeur supérieure à une valeur de seuil déterminé (V_s),

- un compteur de temps (61) relié aux moyens de détection (7) et déclenché par cesdits moyens lors de la détection du passage du signal électrique à une valeur supérieure à la valeur de seuil,
- des moyens de comparaison (62) reliés aux moyens pour capter (1) et au compteur de temps (61), pour comparer la valeur du signal électrique délivré par les moyens pour capter un temps t_3 après le déclenchement dudit compteur, une valeur de référence (V_{R3}).

11. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que les moyens de différenciation (3) comprennent :

- des premiers moyens de détection (7) reliés aux moyens pour capter (1), pour détecter le passage du signal électrique délivré par les moyens pour capter à une valeur supérieure à une valeur de seuil déterminée (V_S),

- un premier compteur de temps (64) relié aux premiers moyens de détection (7) et déclenché par cesdits moyens lors de la détection du passage du signal électrique à une valeur supérieure à la valeur de seuil,

- des deuxièmes moyens de détection (63) reliés aux moyens pour capter (1), pour détecter la valeur maximum du signal électrique délivré par les moyens pour capter,

- des moyens de calcul (65) reliés aux deuxièmes moyens de détection (63) pour calculer la valeur du signal électrique à 50% de sa valeur maximum,

- des troisièmes moyens de détection (67) reliés aux moyens pour capter (1), aux moyens de calcul (65) et au premier compteur de temps (64), pour détecter le passage du signal électrique délivré par les moyens pour capter à une valeur correspondant à 50% de sa valeur maximum et commander l'arrêt du premier compteur de temps lors de la détection de ce passage, et

- des premiers moyens de comparaison (69) reliés au premier compteur de temps (64), pour comparer le temps écoulé entre le déclenchement et l'arrêt du premier compteur de temps et un temps de référence (t_5).

12. Dispositif de détection selon la revendication 11, caractérisé en ce que les moyens de différenciation (3) comprennent en outre :

- un deuxième compteur de temps (67) relié aux premiers moyens de comparaison (69) et déclenché par cesdits moyens lorsque le signal de sortie de cesdits moyens correspond à la détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée, et

- des deuxièmes moyens de comparaison (62) reliés aux moyens pour capter (1) et au deuxième compteur de temps (67), pour comparer la valeur du signal électrique délivré par les moyens pour capter un temps t_6 après le déclenchement du deuxième compteur de temps, et une valeur de référence.

13. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que les moyens de différenciation sont blindés.

14. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que l'ensemble de détection comprend en outre des moyens d'alimentation autonomes.

15. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 14, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour rendre compte (5) de la détection d'une impulsion électromagnétique d'origine déterminée et/ou d'une autre impulsion électromagnétique, reliés aux moyens de différenciation.

16. Dispositif de détection selon l'une quelconque des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'il comprend plusieurs ensembles de détection en parallèle.

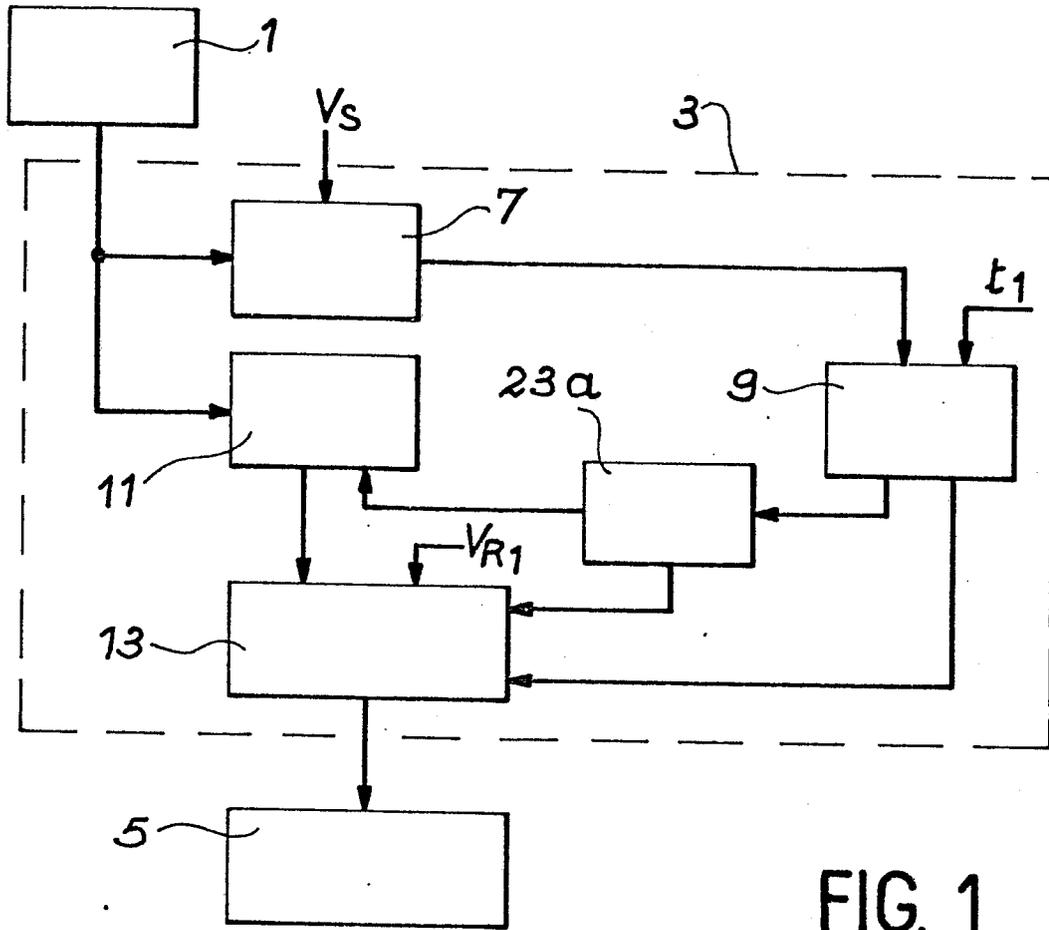


FIG. 1

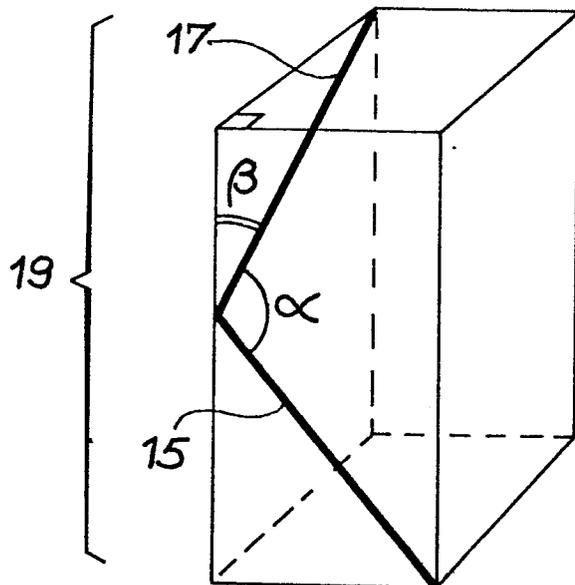


FIG. 3

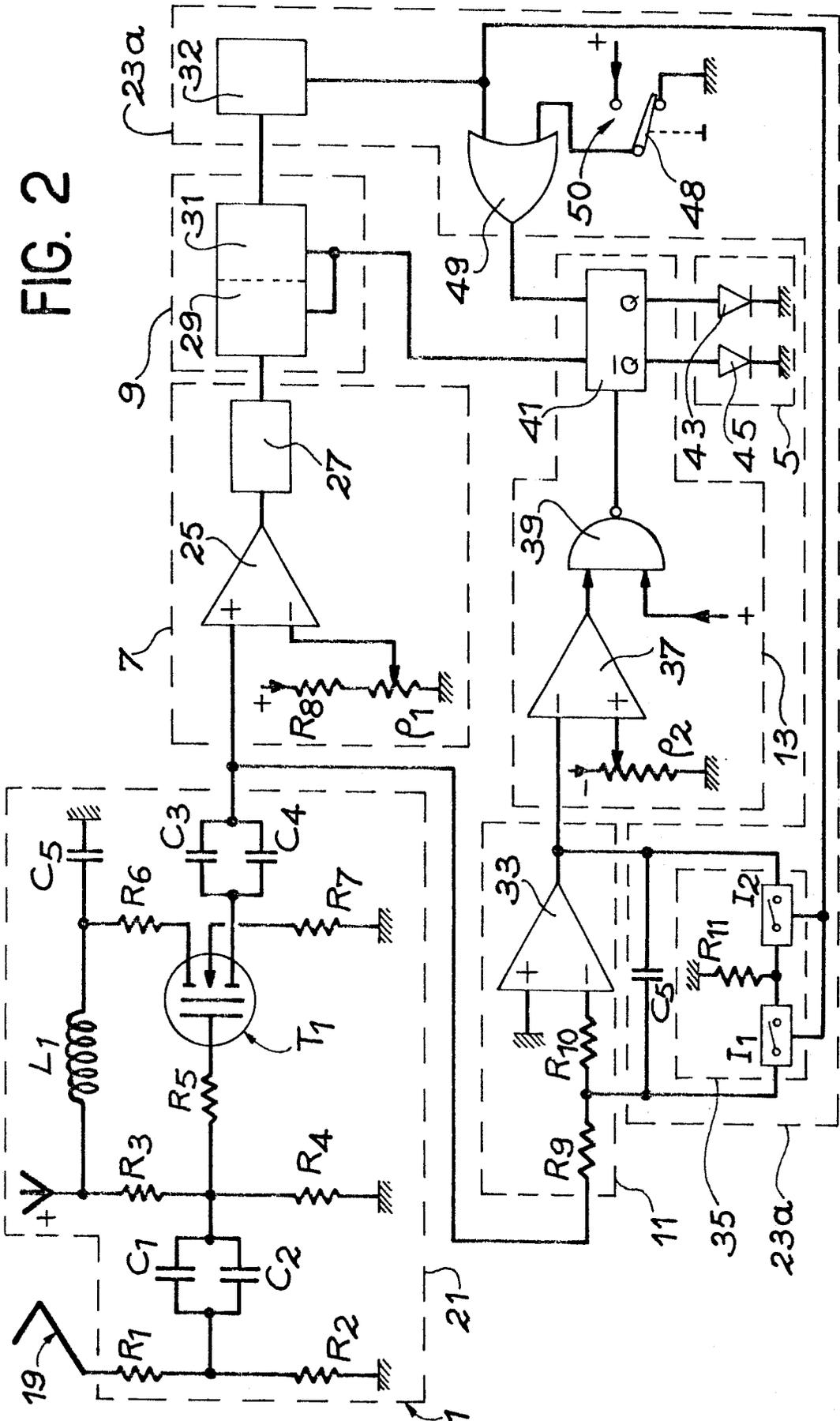


FIG. 2

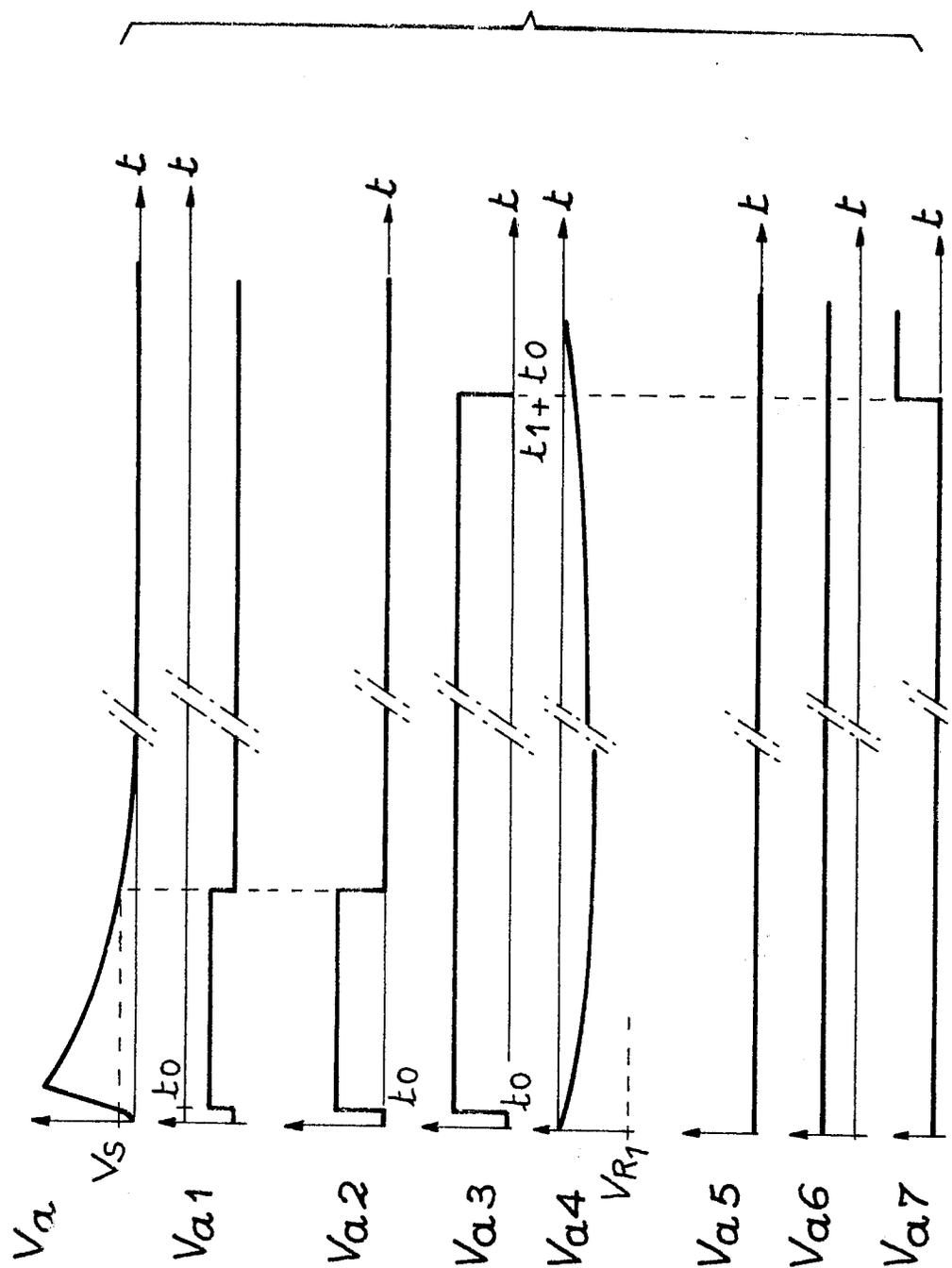


FIG. 4a

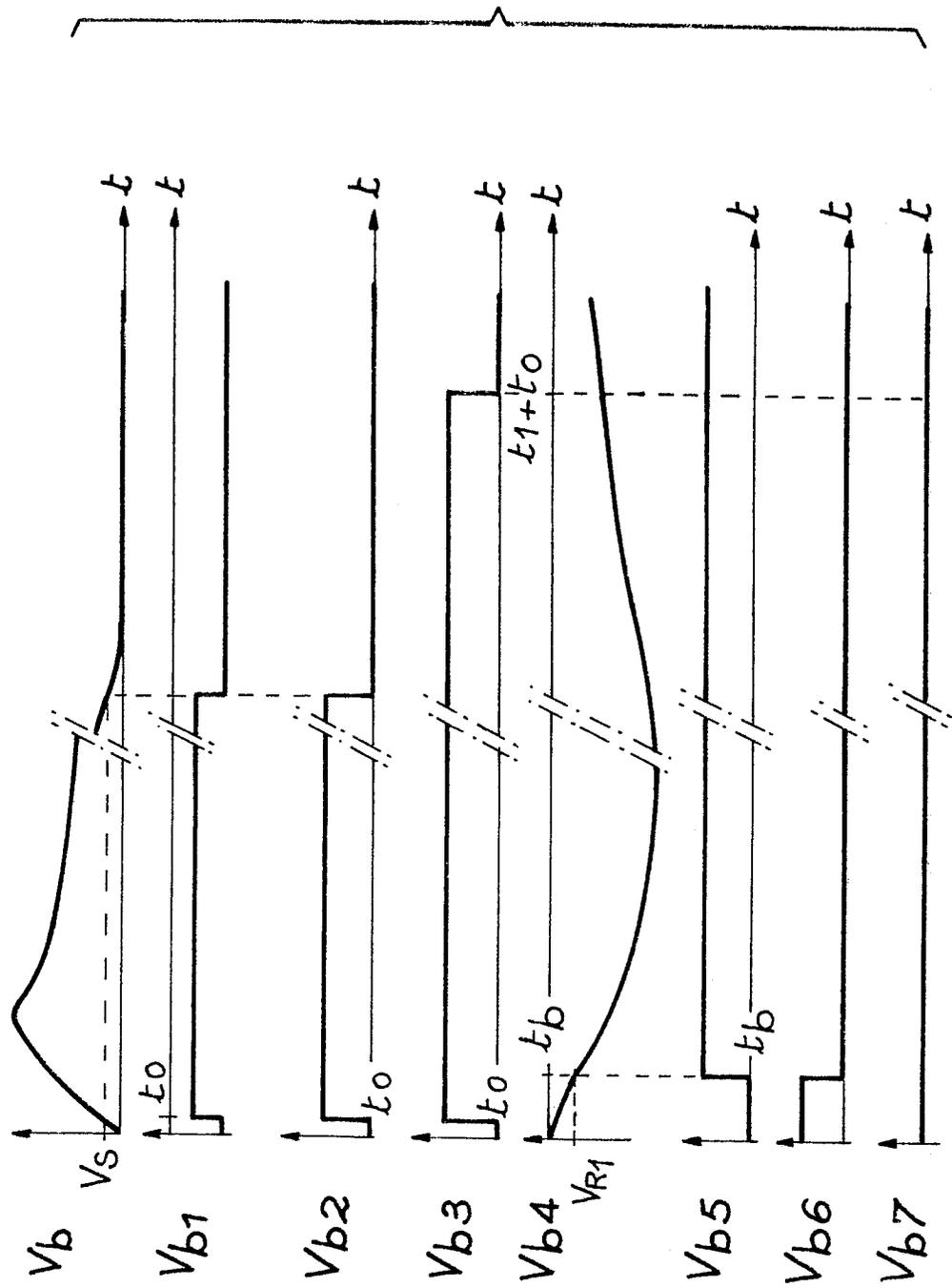


FIG. 4b

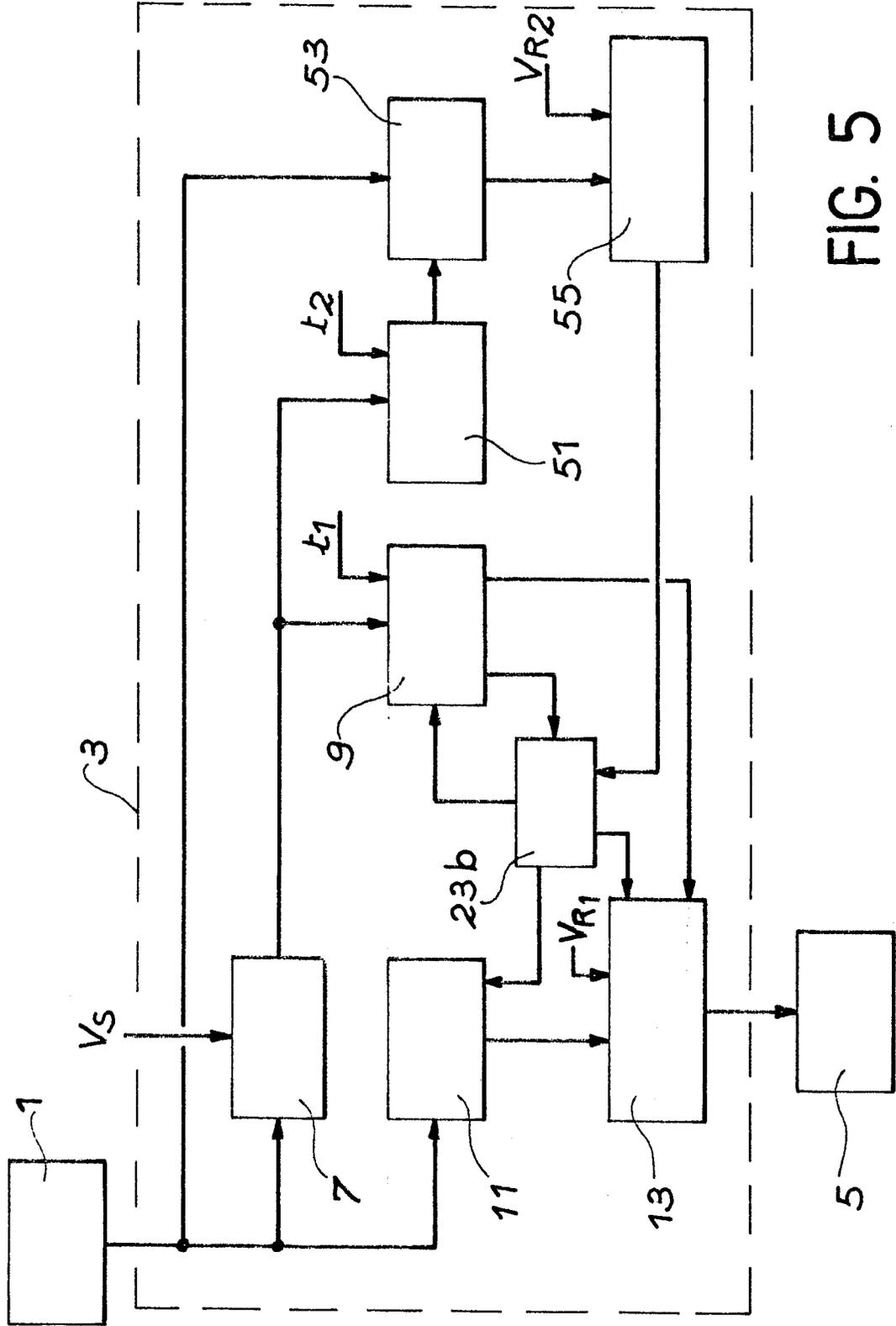


FIG. 5

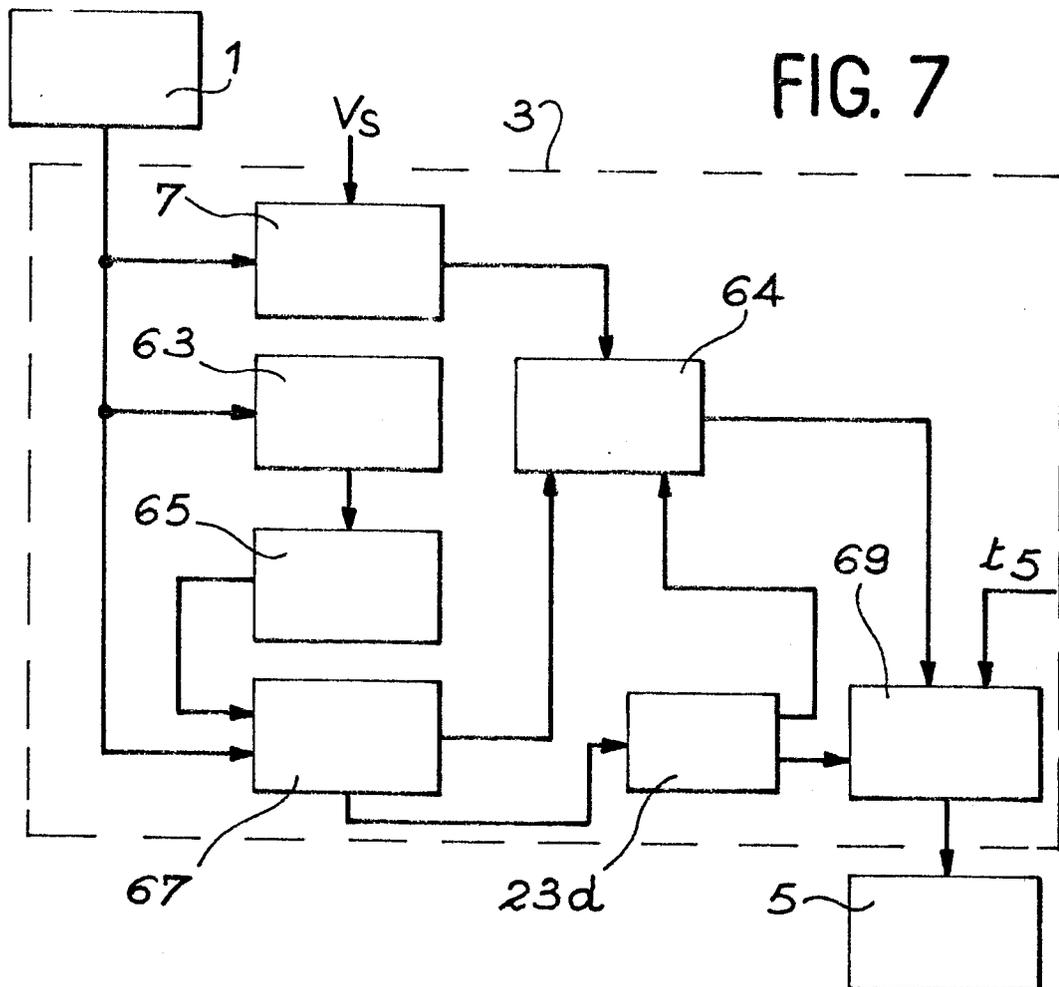
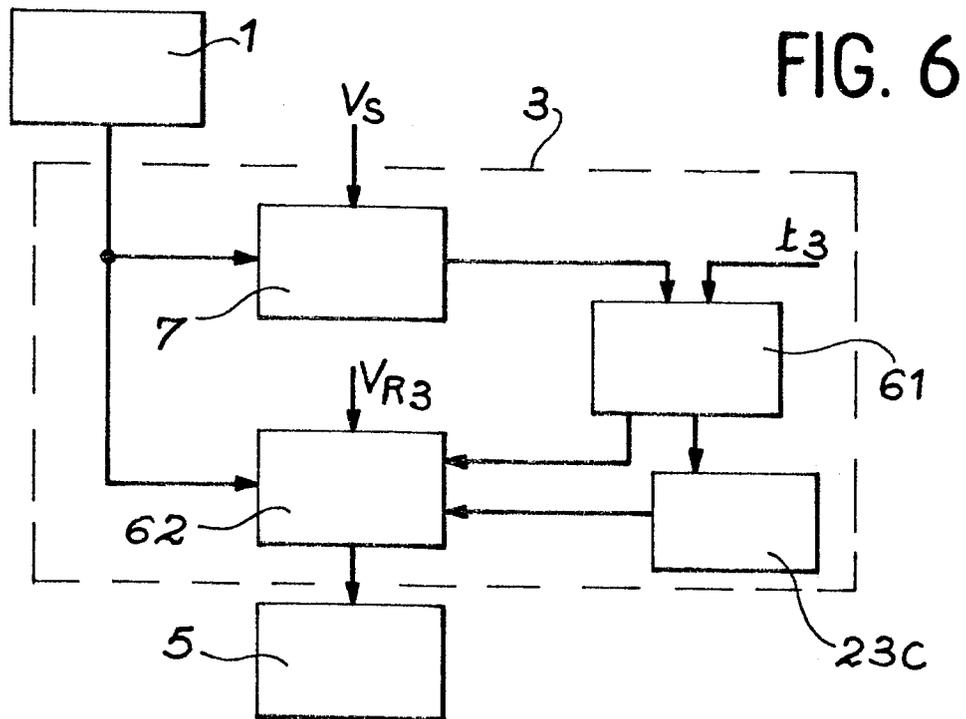
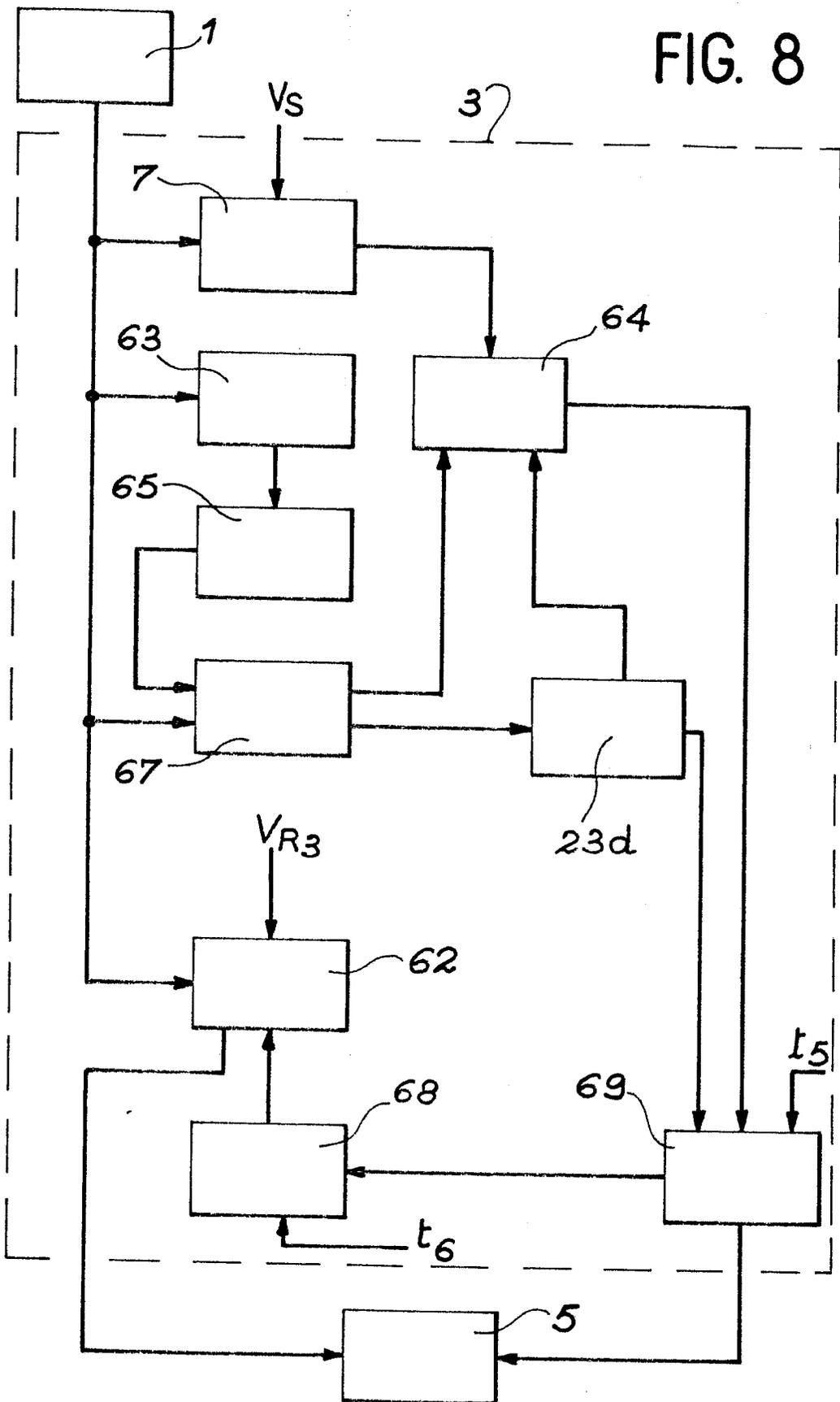


FIG. 8



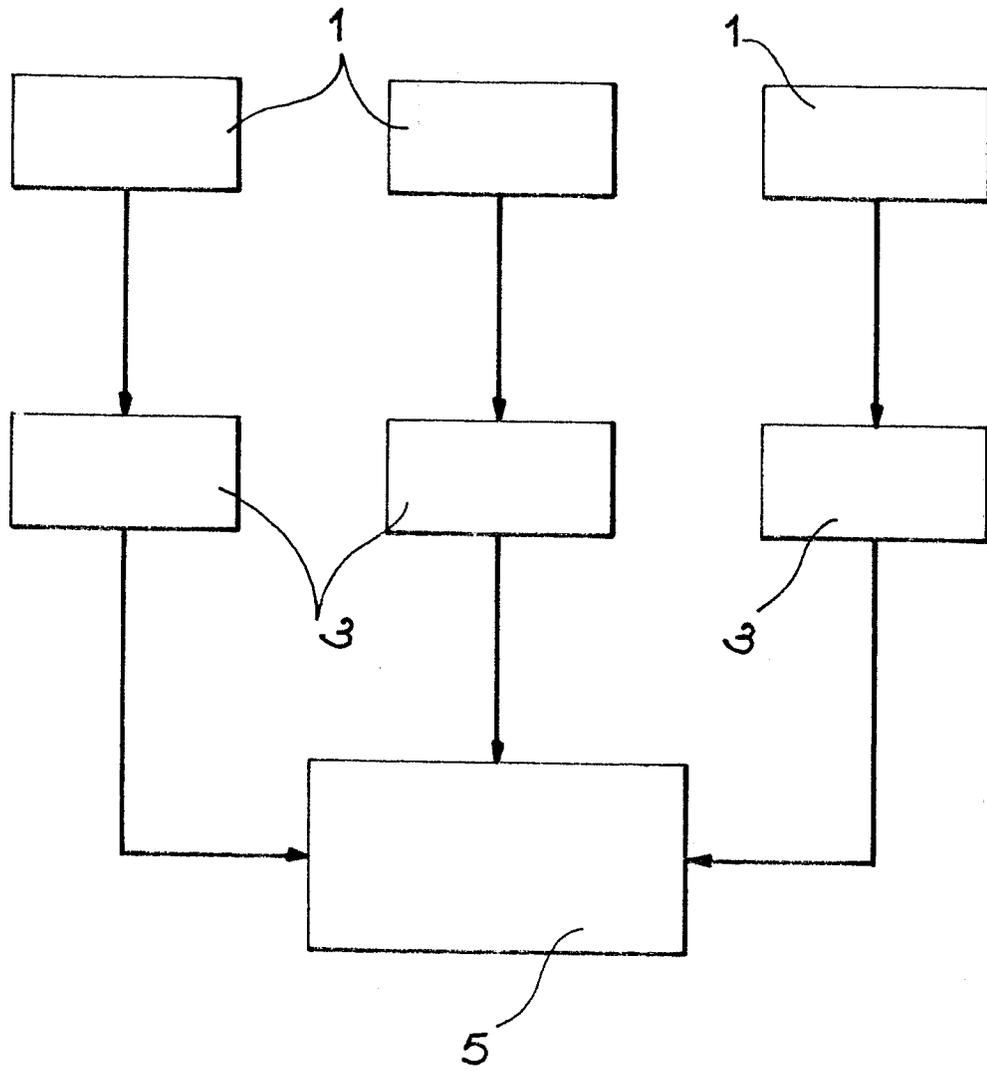


FIG. 9



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.4)
X	US-A-4 219 804 (WEISCHEDEL) * Colonne 1, lignes 31-38; colonne 3, ligne 41 - colonne 5, ligne 61; figures 3,4 *	1-3	G 21 J 5/00
A		4,8,9, 10	
X	--- US-A-3 467 826 (R.W. COTTERMAN) * Colonne 4, ligne 4 - colonne 5, ligne 20; figures 3,5 *	1-3,10	
A	--- FR-A-2 119 973 (FRÜNGEL) * Page 2, lignes 1-8; figures 1,2 *	1-3,15 ,16	
A	--- US-A-3 654 916 (JAMES McEWAN) * Colonne 8, lignes 1-23; figure 10 * -----	1,8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4) G 21 J 5/00 G 01 R 29/00 G 06 G 7/00
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 02-10-1987	Examineur JANDL F.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>			