



(22) Date de dépôt/Filing Date: 1990/03/30

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 1990/09/30

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2003/07/29

(30) Priorité/Priority: 1989/03/31 (07/331.293) US

(51) Cl.Int.<sup>5</sup>/Int.Cl.<sup>5</sup> G01R 31/08

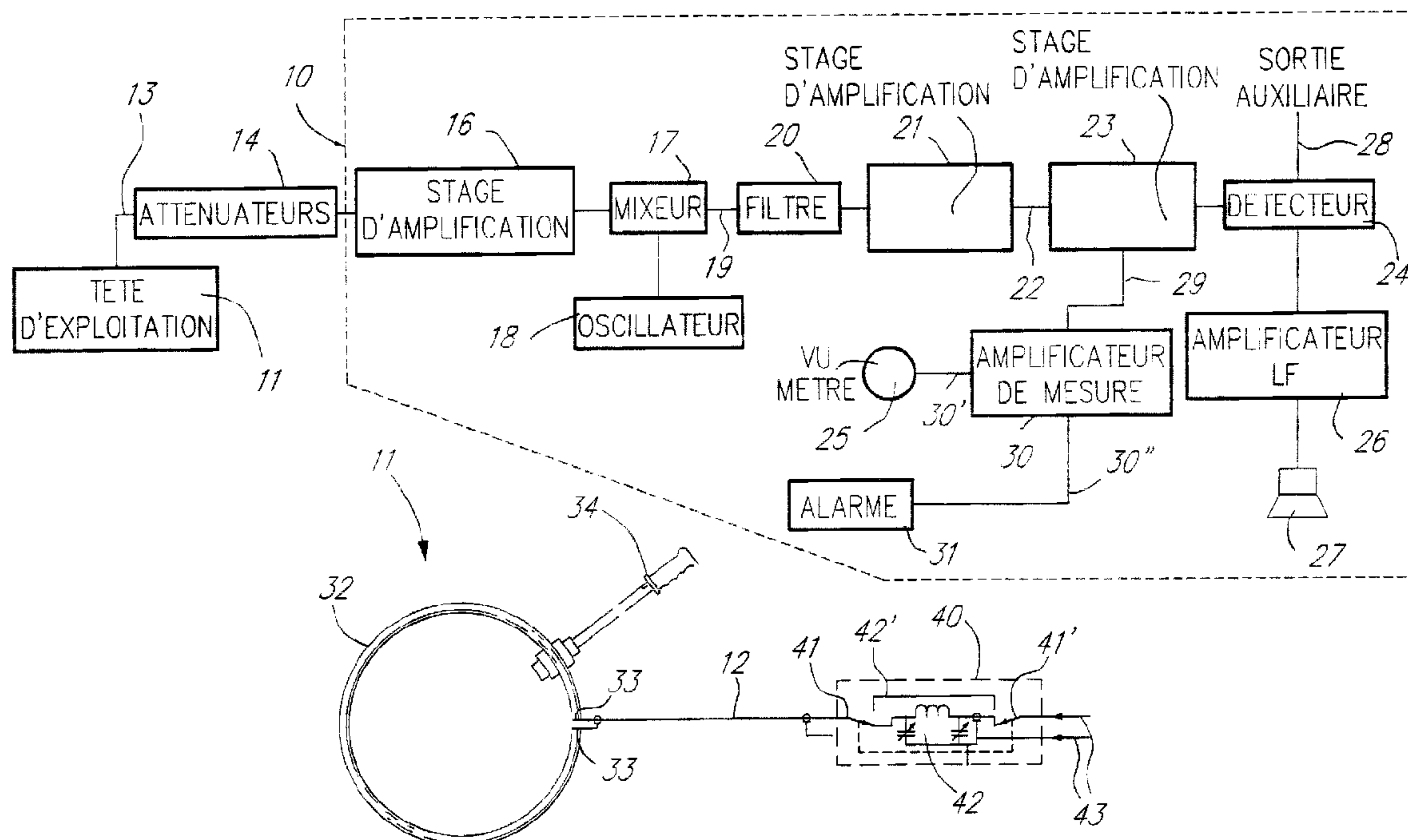
(72) Inventeur/Inventor:  
GONZALEZ, ANTONIO, CA

(73) Propriétaire/Owner:  
HYDRO-QUEBEC, CA

(74) Agent: OGILVY RENAULT

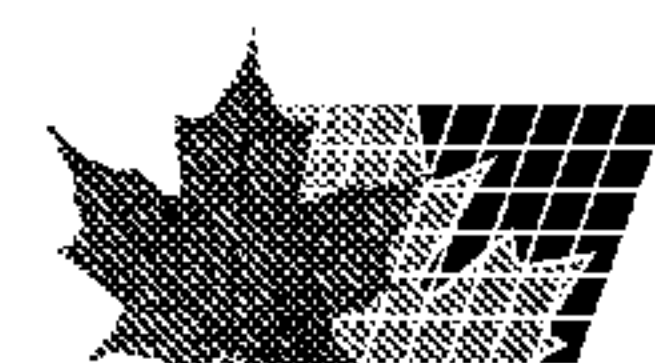
(54) Titre : DETECTEUR PORTATIF DE DECHARGES PARTIELLES DANS LES CABLES ET/OU INSTALLATIONS EN RESEAU SOUS TENSION

(54) Title: PORTABLE DEVICE FOR THE DETECTION OF PARTIAL DISCHARGES IN ENERGIZED CABLES AND/OR SYSTEMS



(57) Abrégé/Abstract:

Détecteur portable de décharges électriques partielles dans les câbles et/ou installations en réseau sous tension. Le dispositif comporte une sonde fixée à un manche portable isolé assurant le déplacement manuel de la sonde. Un détecteur est relié à la sonde afin de détecter un signal de l'ordre de 5 à 10 MHz émis par la décharge partielle. Le détecteur comporte un circuit atténuateur d'énergie relié à la sonde pour faire abaisser le niveau du signal détecté à un niveau désiré. De plus, un circuit de transformation convertit le signal détecté en un signal à fréquence prédéterminée, sensiblement sans bruit, et représentatif de la grandeur du signal de la décharge partielle détectée. Un circuit d'amplification amplifie le signal à fréquence prédéterminée et un circuit de sortie engendrent des signaux indiquant la présence et la grandeur de la décharge partielle.





## ABRÉGÉ DESCRIPTIF

Détecteur portatif de décharges électriques partielles dans les câbles et/ou installations en réseau sous tension. Le dispositif comporte une sonde fixée à  
5 un manche portatif isolé assurant le déplacement manuel de la sonde. Un détecteur est relié à la sonde afin de détecter un signal de l'ordre de 5 à 10 MHz émis par la décharge partielle. Le détecteur comporte un circuit atténuateur d'énergie relié à la sonde pour faire  
10 abaisser le niveau du signal détecté à un niveau désiré. De plus, un circuit de transformation convertit le signal détecté en un signal à fréquence prédéterminée, sensiblement sans bruit, et représentatif de la grandeur du signal de la décharge partielle détectée. Un circuit  
15 d'amplification amplifie le signal à fréquence prédéterminée et un circuit de sortie engendrent des signaux indiquant la présence et la grandeur de la décharge partielle.



La présente invention concerne un détecteur portatif de décharges partielles dans les câbles et/ou installations en réseau sous tension, sur ou sous terre (notamment dans les trous d'homme).

5 Les départements de service électrique ont en commun un intérêt marqué pour les perfectionnements technologiques qui préconisent une meilleure fiabilité et plus de sécurité dans la transmission de courant et les réseaux de distribution. Ils investissent  
10 considérablement dans l'évaluation des composantes du réseau, des équipements de contrôle et de communication, des techniques d'installations et de mesures non-destructives dans le but de minimiser les dépenses d'énergie et les arrêts inévitables du réseau. Il est  
15 souvent difficile de s'assurer d'un service continu à cause des conditions prévalentes des câbles et des raccords sans mettre en danger la sécurité du personnel de service requis pour maintenir et réparer les lignes et l'équipement de distribution.

20 Dans les départements de service électrique, on essaie continuellement d'améliorer la sécurité du personnel qui oeuvre dans les trous d'homme ou sur terre sur tout le réseau de distribution de ces services. En conséquence, il existe le besoin d'un outil portatif  
25 simple pour vérifier l'état des câbles et des raccords dans les trous d'homme et sur terre. On s'assurerait ainsi de plus de sécurité pour l'utilisateur et l'on pourrait évaluer les niveaux de décharges partielles dans les câbles et raccords dans les conditions  
30 d'opérations normales du réseau. La mesure de décharge partielle représente la vérification non-destructive qui



donne le plus d'information sur la qualité des extrusions diélectriques solides, vu que la présence de telles décharges en puissance d'opération, donne une indication positive de sérieux problèmes dans un avenir  
5 prochain.

Cependant, les décharges partielles sont très difficiles à mesurer parce qu'il faut éliminer les interférences électromagnétiques étrangères tout en s'assurant d'une alimentation importante des câbles en  
10 courant de charge. Le circuit en pont balancé utilisant une source de mesure à basse fréquence (0,001 hz) constitue une solution, bien qu'elle ne soit pas aussi facile à utiliser que la mesure générale go ou no-go. En conséquence, il existe un besoin d'un détecteur qui  
15 puisse détecter des signaux non-électriques, en décibels, microvolts, etc., qu'on pourrait associer à des décharges partielles mesurées par des techniques courantes (en microcoulombs).

Un aspect de la présente invention réside en un  
20 détecteur portatif pouvant détecter une décharge électrique partielle dans les câbles et/ou installations en réseau sous tension que les personnes préposées à l'entretien, employées habituellement par les compagnies de service, peuvent facilement utiliser et qui puisse  
25 donner un signal ou une alarme à la suite d'une décharge électrique partielle, et donner l'importance de la décharge, de même qu'une indication de l'endroit de telles décharges.

Un autre aspect de la présente invention réside en  
30 un détecteur portatif de décharges électriques partielles qui grandit automatiquement contre tout



risque ou défaut de façon à ce que le personnel puisse travailler à proximité d'une installation sous tension sans crainte de danger d'électrocution.

Un autre aspect de la présente invention réside en  
5 un détecteur portatif de décharges électriques partielles dans les câbles et/ou installations en réseau sous tension et dans lequel le dispositif comporte un choix de sonde de détection pour détecter une décharge partielle dans des câbles et équipements en réseau sous  
10 tension situé sur terre ou sous terre, dans un trou d'homme, pour indiquer la présence de défauts et localiser ces derniers, de même que leur importance afin de déterminer si l'équipement sous tension doit être désénergisé afin que le personnel puisse travailler sur  
15 ce dernier ou dans son environnement.

Selon les aspects précités, dans un sens large, la présente invention réside en un détecteur portatif de décharge électrique partielle dans les câbles et/ou installations en réseau sous tension. Le dispositif  
20 comporte une sonde fixée à un manche portatif isolé assurant le déplacement manuel de la sonde. Un circuit détecteur est relié à la sonde pour détecter un signal de l'ordre de 5 à 10 MHz émis par la décharge partielle. Le détecteur comporte un circuit atténuateur d'énergie  
25 relié à la sonde pour faire abaisser le niveau du signal détecté à un niveau désiré. Un moyen définissant un circuit de transformation est prévu pour convertir le signal détecté en un signal à fréquence prédéterminé, sensiblement sans bruit, et représentatif de la grandeur  
30 du signal de la décharge partielle détectée. Un moyen définissant un circuit d'amplification est aussi prévu



pour amplifier le signal à fréquence prédéterminée. Un moyen définissant un circuit de sortie est aussi prévu pour engendrer des signaux indiquant la présence et la grandeur de la décharge partielle.

5 Une réalisation préférée de la présente invention sera maintenant décrite en référence aux dessins annexés, dans lesquels:

La FIGURE 1 est un schéma général montrant les parties constitutives du détecteur portatif de décharges  
10 électriques partielles selon la présente invention dans des réseaux de distribution sous tension;

la FIGURE 2A est une vue en plan montrant les détails d'une sonde en métal en forme d'anneau constituant la tête d'exploration du dispositif;

15 la FIGURE 2B est une vue d'une extrémité de l'anneau de la Figure 2A;

la FIGURE 3 est une vue schématique d'une tige conductrice omni-directionnelle constituant la tête d'exploration du dispositif de la présente invention;

20 la FIGURE 4A est une vue en plan d'une sonde de contact en forme de plaque métallique constituant la tête d'exploration;

la FIGURE 4B est une vue de côté de la Figure 4A;

la FIGURE 5A est une vue en plan d'une autre sonde  
25 de contact uni-directionnel constituant la tête d'exploration du détecteur;

la FIGURE 5B est une vue de côté de la Figure 5A;  
et

les FIGURES 6A, 6B, et 6C constituent une vue  
30 schématique montrant les parties constitutives du circuit détecteur relié à la tête d'exploration.



En se référant maintenant à la Figure 1, on y montre généralement en 10, sous un schéma général, les parties constitutives du circuit du détecteur portatif de la présente invention. Le détecteur comprend  
5 essentiellement deux parties, nommément une tête d'exploration 11 constituée d'une sonde choisie, ainsi qu'on le décrira plus loin, qui peut être déplacée manuellement par un moyen portatif isolé relativement à un câble ou un conducteur et/ou une installation  
10 électrique sous tension, de façon à y détecter une décharge électrique partielle. La seconde partie du circuit consiste en un détecteur portatif constitué par le circuit relié à la sonde 11 et qui peut être aisément portée par le personnel d'entretien d'une façon bien  
15 connue de l'homme de l'art. La tête d'exploration 11 est reliée au détecteur portatif au moyen d'un câble 13.

Les mesures ont montré qu'une décharge électrique partielle dans un câble isolant produit de courtes impulsions de courant à haute fréquence qui se propagent  
20 et produisent des ondes électromagnétiques causant de l'interférence avec les signaux de réception radiophoniques. En conséquence, un détecteur à bande étroite RF muni de plusieurs sondes électromagnétiques 11, tel qu'on le décrira plus loin en se référant aux  
25 Figures 2 - 5, offrent un moyen acceptable de déterminer les fréquences et bandes de fréquences qui vont assurer une sensibilité maximale et une sélectivité relativement bonne s'il n'existe pas d'interférence radiophonique et si la quantité d'énergie produite par la décharge  
30 partielle résultant de creux artificiels dans le câble était plus grande que le niveau de bruit sans qu'il y



ait décharge. Il a été noté par expérience que les fréquences produites par une décharge partielle étaient prédominantes entre 0 et 50 MHz. Cependant, les fréquences qui possèdent un bas niveau acceptable de bruit, une plage dynamique maximale, une sélectivité maximale et pas d'interférence radiophonique, étaient dans la plage 5 à 10 MHz. En conséquence, le détecteur portatif 10 a été conçu pour fonctionner à une fréquence choisie dans cette plage.

10 Le détecteur 10 consiste essentiellement en un atténuateur d'entrée 14 relié à la tête d'exploration 11 au moyen du câble 13. L'atténuateur 14 fournit plusieurs circuits sélectifs d'atténuation 14' (voir Fig. 6A, 6B, 6C) qui sont sélectivement reliés par un interrupteur 15  
15 (voir Figure 6A) de façon à ce que l'opérateur puisse relier la sonde 11 à un circuit d'atténuation 14' prédéterminé. L'atténuateur est relié à un circuit d'amplification 16. Au moyen de l'atténuateur, l'opérateur choisi le niveau db acceptable du signal  
20 d'entrée envoyé au stage d'amplification 16. On notera que la valeur des signaux électromagnétiques produits par la décharge partielle électrique est proportionnelle à l'amplitude de la décharge. Conséquemment, ce signal d'entrée pourra être amené à un bas niveau désiré  
25 utilisant les circuits d'atténuation 14'.

Le circuit détecteur de la présente invention est synthonisée à une fréquence choisie, notamment 7 MHz, et ce signal est amplifié par l'amplificateur 16 avant de l'envoyer à un circuit mixeur 17.

30 Le circuit mixeur 17 agit comme un commutateur de fréquence afin de produire à sa sortie un signal de



fréquence connu de 455 KHz. Ce signal de fréquence varie en amplitude uniquement selon l'importance du signal de décharge électrique partielle. Le signal de sortie de 455 KHz est obtenu dans le mixeur en mixant le signal  
5 détecté de 7 MHz avec un signal de fréquence connu produit par l'oscillateur local 18. En conséquence, l'oscillateur local produira une fréquence à soustraire du signal 7 MHz pour reproduire le signal de sortie de 455 KHz et maintenir le même rapport d'amplitude que le  
10 signal de décharges partielles détectées. Ce signal de fréquence prédéterminée de 455 KHz est ensuite relié par la connection 19 à un circuit filtre 20.

Le circuit filtre 20 supprime les signaux indésirables, notamment les harmoniques latérales et  
15 autres signaux bruyants, du signal de sortie du mixeur avant de l'introduire à un circuit d'amplification 455 KHz 21 qui amplifie le gain du signal pour donner plus de sensibilité au détecteur. La sortie 22 de l'amplificateur 21 alimente un autre stage  
20 d'amplification 23 455 KHz qui amplifie aussi le gain du signal et envoie ce dernier aux deux circuits de sortie, le premier étant constitué d'un circuit détecteur. de redressement 24 et l'autre par un VU mètre 25.

Le circuit 24 est illustré de façon schématique  
25 dans les Figures 6A, 6B, 6C et agit comme diode pour transmettre un signal modifié à un amplificateur basse fréquence 26 qui excite un haut-parleur 27 lequel produit un signal simulant la décharge électrique partielle détectée. Une sortie auxiliaire 28 est aussi  
30 prévue pour transmettre ce signal à tout équipement auxiliaire contrôlant les sondes pour donner une copie,



ou tout autre genre de renseignements évidents à l'homme de l'art.

La sortie 29 de l'amplificateur 23 est aussi reliée à un amplificateur de mesure 30 dont l'une des sorties 30' est reliée au VU mètre 25 pour donner une lecture de l'importance de la décharge électrique partielle. L'autre sortie 30" est reliée à un dispositif d'alarme 31 qui sonne une alarme une fois que la décharge partielle a dépassé un niveau dangereux afin d'avertir l'opérateur que l'installation ou la tension transmise par le câble doivent être débranchées pour fins de sécurité.

Se référant à la Figure 2A et 2B, on illustre une réalisation des parties constitutives de la tête d'exploration ou de la sonde 11. Ainsi qu'on le voit, la sonde consiste en un anneau métallique notamment un tuyau en cuivre 32, dont les extrémités opposées 33 sont reliées entre-elles par un câble coaxial 12 lequel est relié à un circuit de liaison 40. Le circuit de liaison comporte un circuit de synthonisation 42 et une connection de découplage 42' choisie par un commutateur 41 et 41' pour liaison adéquate avec le détecteur. La sortie 43 du circuit de liaison 40 est connectée aux circuits d'atténuation 14 grâce au câble 13. De plus, un support isolant 34 est relié au tuyau de cuivre de façon à placer le tuyau manuellement et à le faire promener dans un plan transversal au câble électrique. Ce type de sonde est particulièrement utile pour les câbles de transmission aériens.

La Figure 2B est une vue d'une extrémité du tuyau en cuivre 32 montrant sa direction de déplacement, les

A



petites flèches étant parallèles à la ligne de distribution électrique.

La Figure 3 illustre un second type de tête d'exploration et tel qu'on le montre, cette dernière  
5 comporte une tige métallique conductrice d'électricité 35 qui assure une détection omni-directionnelle des défauts résultants de décharges électriques partielles. Cette tige peut être en cuivre, et par conséquent, conductrice et sert principalement à l'entretien  
10 périodique et préventif des réseaux de distribution sous-terrains et donnent une idée générale de l'activité de décharges partielles dans une zone d'essais depuis un endroit hors du trou d'homme jusqu'à l'isolation du câble. Enfin, elle est particulièrement adaptée à  
15 pénétrer dans l'ouverture d'un couvercle de trou d'homme. Telle qu'illustrée en Figures 4A et 4B, la sonde de contact bi-directionnelle est constituée d'une petite plaque de cuivre 36 ou d'une feuille de cuivre dont la surface et l'épaisseur sont choisies en fonction  
20 du degré de sensibilité requis. La plaque est recouverte d'un matériel isolant pour empêcher tout contact direct avec les autres parties métalliques notamment, le neutre concentrique du câble sous mesure, ou autre conducteur mis à la terre. Cette feuille de cuivre est de  
25 préférence utilisée avec la baguette isolante (non-illustrée) d'un J-mètre. Pour déterminer l'endroit d'une décharge partielle le long d'un câble ou d'un raccord, la sonde est délicatement et lentement glissée sur la surface isolée et l'on observe attentivement le  
30 détecteur de mesure pour voir où les lectures atteignent



un maximum. Cet endroit détermine la source de la décharge partielle.

Les Figures 5A et 5B montrent une autre réalisation de la sonde. Telle qu'illustrée, il s'agit d'une sonde à contact uni-directionnelle constituée d'une paire de plaques métalliques 37 superposées, et séparées par un matériau isolant 38. Dans le cas de toutes les sondes décrites ci-haut et telles qu'illustrées dans les Figures 2 à 5, chacune d'elles est munie d'un circuit de liaison 40 tel que décrit précédemment.

La Figure 6A illustre les composants internes préférés des atténuateurs 14, du stage d'amplification 16, du mixeur 17 et de l'oscillateur 18. La sortie 19 du mixeur est alimentée au filtre 20 illustré à la Fig. 6B. Les composants internes préférés du stage d'amplification 21, du stage d'amplification 23, du détecteur 24 et de l'amplificateur LF 26 sont, pour leur part, illustrés à la Fig. 6B.

La sortie du stage d'amplification 23 est reliée à l'amplificateur de mesure 30 tel qu'illustré à la Fig. 6C. Les composants internes préférés de l'amplificateur de mesure 30, et des circuits d'alarme 31 et de VU-mètre 25 sont aussi illustrés à la Fig. 6C.

Il est entendu que les Figs. 6A, 6B et 6C sont explicites pour une personne versée dans l'art.

Il est entendu que la présente invention entend recouvrir toutes modifications évidentes, pourvu que ces modifications soient prévues par les revendications annexées.



Les réalisations de l'invention au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué sont définies comme il suit:

5           1.    Détecteur portatif de décharges électriques partielles dans les câbles et/ou installations en réseau sous tension, ledit dispositif comprenant:

          une sonde fixée à un moyen portatif isolé assurant le déplacement manuel de ladite sonde dans le voisinage  
10 desdits câbles et/ou installations en réseau,

          un circuit détecteur relié à ladite sonde afin de détecter un signal de décharge partielle entre 5 à 10 MHz émis par ladite décharge partielle,

          ledit détecteur comportant un circuit atténuateur  
15 d'entrée relié à ladite sonde pour faire abaisser le niveau dudit signal détecté à un niveau désiré,

          des moyens définissant un circuit de transformation incluant un circuit mixeur pour mixer ledit signal détecté avec un signal de fréquence connue obtenu à  
20 partir d'un circuit d'oscillateur local pour convertir le signal détecté en un signal à fréquence prédéterminée sensiblement sans bruit et représentatif de la grandeur du signal de la décharge partielle détectée,

          des moyens définissant un circuit d'amplification  
25 pour amplifier le signal à fréquence prédéterminée sans amplifier le bruit dans ledit signal,

          lesdits moyens définissant un circuit d'amplification utilisant aussi ledit signal à fréquence prédéterminée pour alimenter un amplificateur à  
30 fréquence audio, ledit amplificateur à fréquence audio produisant un signal audio en sortie sans ledit signal





de fréquence connue et seulement représentatif dudit signal détecté pour ensuite alimenter un moyen définissant un circuit de mesure et de génération d'alarmes pour engendrer des signaux indiquant la  
5 présence et la grandeur de la décharge partielle.

2. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 1 caractérisé en ce que lesdits moyens définissant un circuit de transformation comprennent un  
10 circuit mixeur pour mixer ledit signal détecté avec un signal de fréquence connu obtenu à parti d'un circuit d'oscillation local afin de modifier ledit signal détecté en un signal prédéterminé à basse fréquence.

15 3. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 1 caractérisé en ce que les moyens définissant un circuit de transformation comprennent un circuit filtre pour enlever les signaux à fréquence non désirée associés avec ledit signal à fréquence  
20 prédéterminée.

4. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 3 caractérisé en ce qu'il comporte en plus un amplificateur monté entre ledit atténuateur d'entrée  
25 et ledit circuit mixeur pour amplifier un signal de sortie atténué à la sortie dudit atténuateur et représentatif dudit signal détecté.

5. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 4 caractérisé en ce que lesdits moyens définissant un circuit d'amplification comprennent au  
30



moins un autre amplificateur pour amplifier ledit signal à fréquence prédéterminée transmis audits moyens définissant un circuit de sortie.

5           6. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 5 caractérisé en ce que lesdits moyens définissant un circuit de sortie comprennent un circuit détecteur de redressement pour redresser le signal à fréquence prédéterminée à transmettre à un dispositif de  
10 reproduction de sons audibles à basse fréquence.

          7. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 5 caractérisé en ce que lesdits moyens définissant un autre circuit comprennent un dispositif  
15 de mesure pour indiquer la grandeur du signal à fréquence prédéterminée, ledit signal à fréquence prédéterminée ayant une grandeur proportionnelle à la grandeur dudit signal de décharges partielles détecté par ladite sonde.

20

          8. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 7 caractérisé en ce qu'il comporte aussi une alarme audible associée avec ledit dispositif de mesure, ladite alarme audible indiquant une condition  
25 d'alarme relative audit signal détecté.

          9. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 8 caractérisé en ce que ledit dispositif de mesure est un VU mètre alimenté par un amplificateur  
30 de sortie, ledit amplificateur de sortie alimentant aussi ladite alarme audible.



10. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 6 caractérisé en ce que ledit circuit détecteur est relié à un amplificateur de sortie basse  
5 fréquence pour actionner ledit dispositif reproducteur de sons.

11. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 2 caractérisé en ce que ledit circuit  
10 mixeur est un changeur de fréquence produisant un signal à fréquence prédéterminée de 455 KHz, ledit signal détecté étant un signal de 7 MHz, ledit oscillateur de fréquence réduisant le signal de 7 MHz audit signal de 455 KHz tout en conservant le même rapport d'amplitude.

15

12. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 2 caractérisé en ce que ledit circuit atténuateur d'entrée est relié à ladite sonde par un  
câble blindé.

20

13. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 1 caractérisé en ce que ledit circuit atténuateur d'entrée comporte plusieurs circuits atténuateurs, et des moyens d'interruption pour relier  
25 ladite sonde à un desdits circuits passifs d'atténuation selon le niveau désiré db du signal.

14. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 13 caractérisé en ce que ladite sonde est  
30 faite d'un anneau métallique, ledit anneau métallique étant disposé sensiblement perpendiculairement à des



câbles de distribution et se déplaçant le long de ces derniers pour détecter des défauts de décharge électrique partielle.

5            15. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 13 caractérisé en ce que ladite sonde est une tige métallique conductrice d'électricité, ladite tige assurant la détection omni-directionnelle des défauts de décharge partielle.

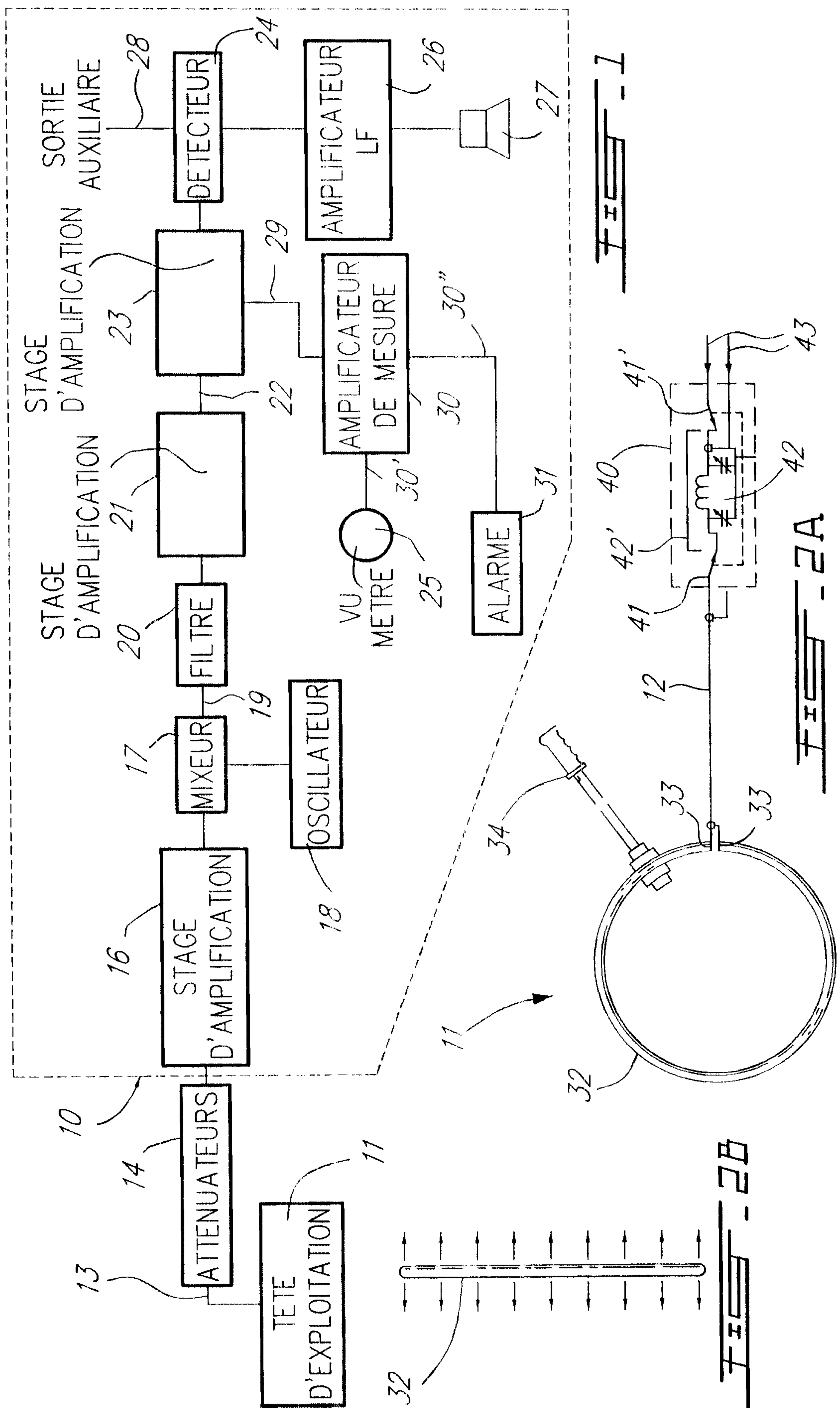
10

16. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 13 caractérisé en ce que ladite sonde est une sonde de contact constituée d'une plaque métallique possédant un revêtement isolant.

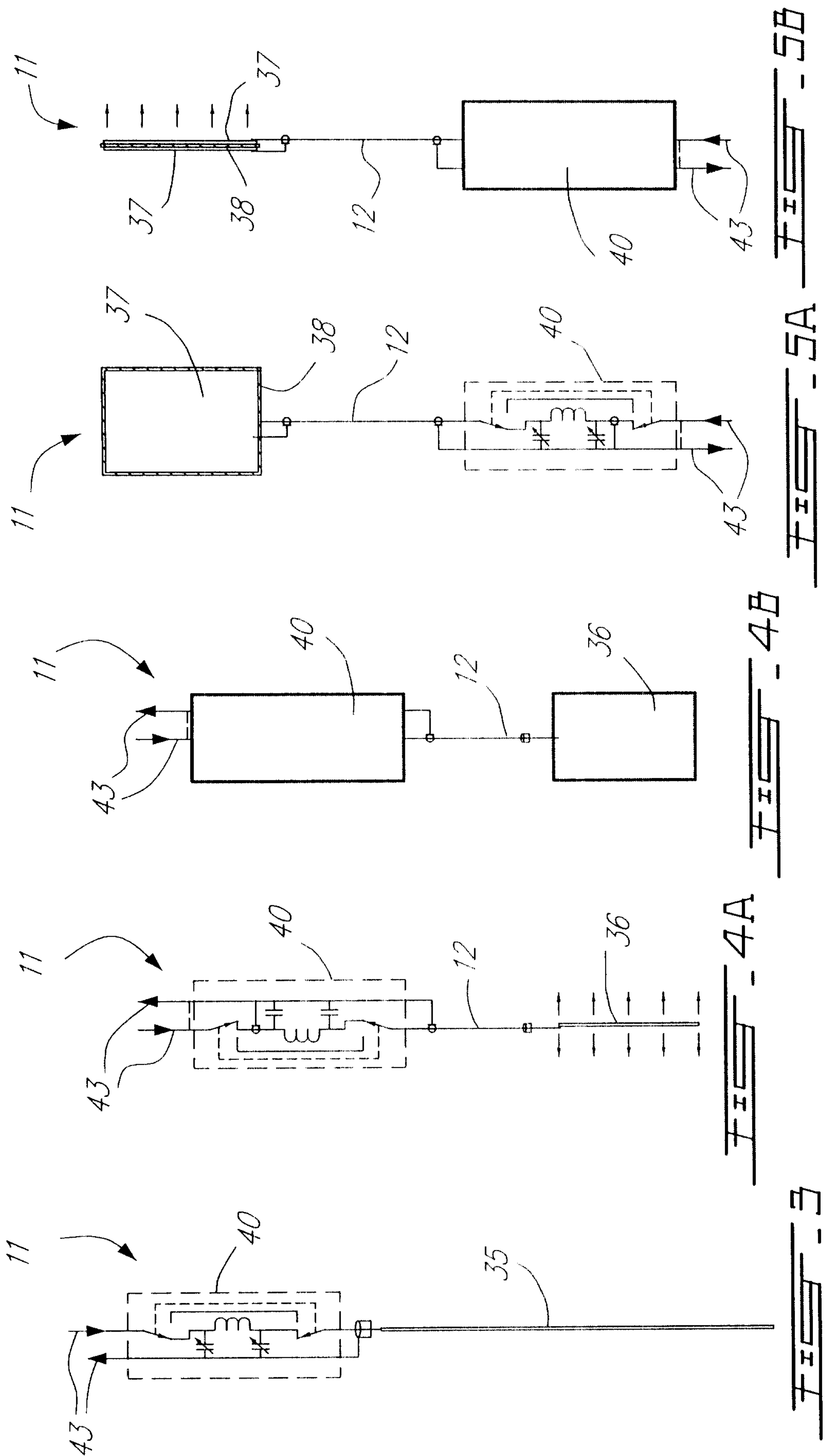
15

17. Détecteur portatif tel que revendiqué dans la revendication 13 caractérisé en ce que ladite sonde est une sonde de contact uni-directionnelle constituée d'une paire de plaques métalliques superposées et séparées par  
20 un matériau isolant.















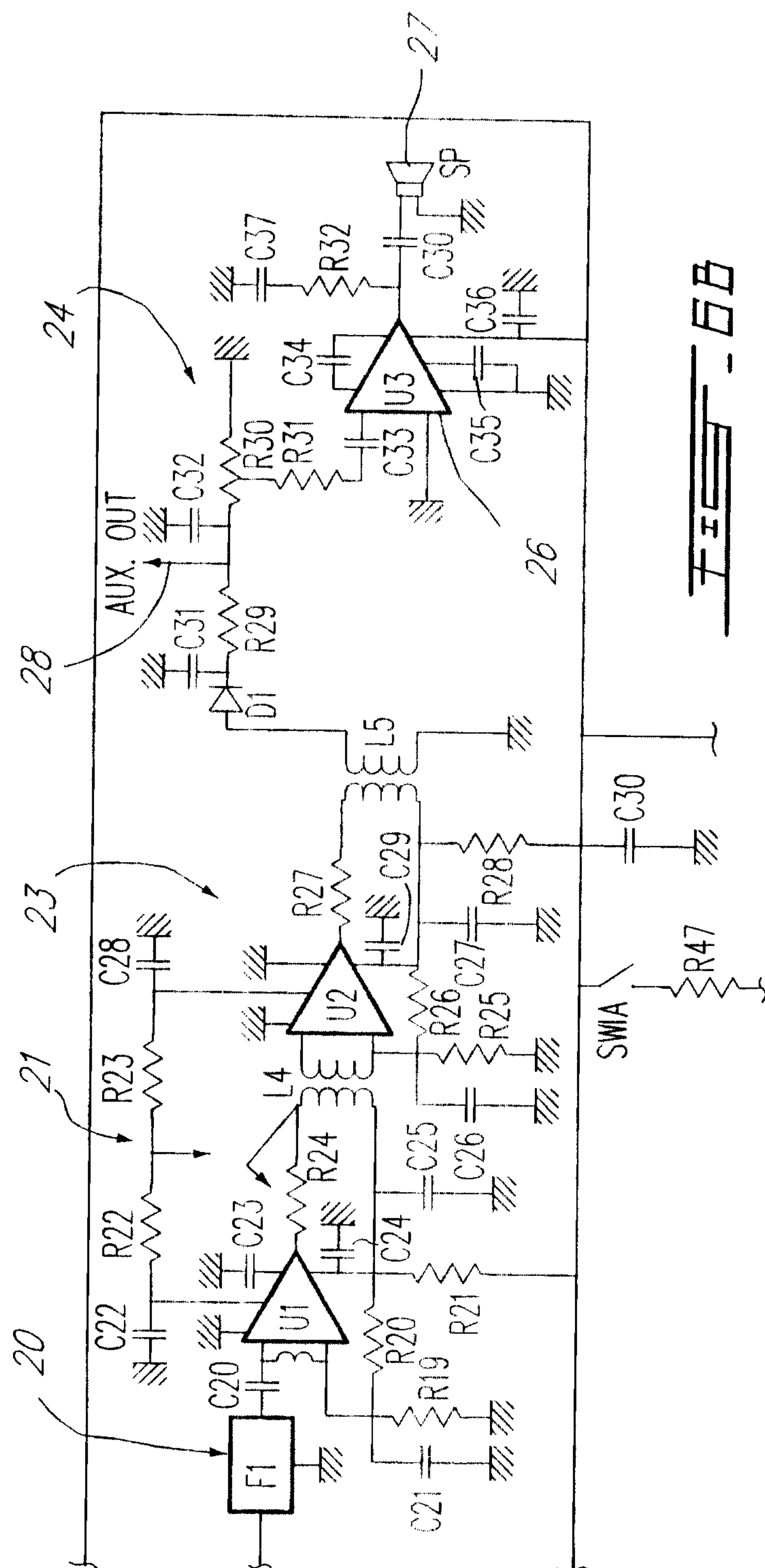


FIG. 6B



