

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 07.04.98.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 08.10.99 Bulletin 99/40.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

71 Demandeur(s) : MAGAGNINI ALAIN MAURICE ANGE
— FR.

72 Inventeur(s) : MAGAGNINI ALAIN MAURICE ANGE.

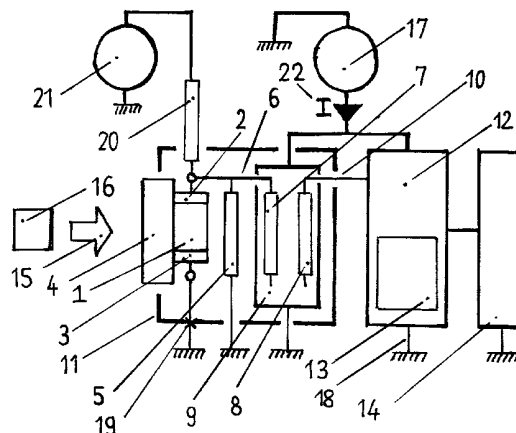
73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) :

54 DISPOSITIF ELECTRONIQUE DE DETECTION A TRES FAIBLE CONSOMMATION POUR EXPLOITER DE
MANIERE CONTINUE UN CAPTEUR A TRES HAUTE IMPEDANCE INTERNE: PYRO-ELECTRIQUE, PIEZO-
ELECTRIQUE, MICRO ELECTROSTATIQUE.

57 Dispositif électronique de détection à très faible con-
sommation pour exploiter de manière continue un capteur à
très haute impédance interne: pyro-électrique, piézo-électri-
que, micro électrostatique...

Il comprend un capteur (1) [capteur utilisant l'effet pyro-
électrique, capteur utilisant l'effet piézo-électrique, photo-
diode en mode photovoltaïque, capteur électrochimique à
électrodes de verre pour la mesure du PH, capteur de pres-
sion d'un fluide gazeux ou liquide par variation de capacité
(capteur pelliculaire de pression et microphone électrostatique), capteur de rayonnements nucléaires dans les gaz]
avec ses deux électrodes (2) (3), un étage préamplificateur
très basse consommation (9) constitué soit par un transistor
à effet de champ utilisé en classe A polarisé au repos avec
un très faible courant de drain soit par la mise en oeuvre
d'une fonction amplificatrice très basse consommation inté-
gré d'un circuit intégré, éventuellement un blindage (11),
une électronique basse consommation (12), un élément de
communication (14).



-1-

La présente invention concerne un dispositif électronique de détection associé à différents capteurs. Le domaine technique concerné est principalement l'électronique et les capteurs mais aussi la microtechnique c.à.d. la technique de conception, de la fabrication et de la réparation des
5 objets de petites dimensions.

Les dispositifs électroniques de détection qui utilisent les signaux électriques en provenance d'un capteur à très haute impédance (voir inventaire des différents capteurs dans la suite de la description) consomment beaucoup pendant leur utilisation.

10 Citons pour nous faire une idée plus précise : prothèses auditives, pH mètre, accéléromètre piézo-électrique à électronique intégrée, hydrophones, compteur Geiger, détecteur de mouvement infra-rouge pyro-électrique, cartes associées à « capsules microphone électrostatique », détecteur d'intrusion volumétrique à infrason, etc.

15 Les raisons de cet excès de consommation sont :

1) leur consommation n'est pas considérée comme d'une importance primordiale (appareils reliés au réseau électrique, appareils autonomes utilisés sporadiquement par exemple à l'occasion d'une mesure)

2) certains capteurs sont déjà couplés à un adaptateur d'impédance à
20 transistor à effet de champ : capsule microphone électrostatique, capsule détecteur pyro-électrique, photodiode à ampli intégré, etc. et c'est sous cette forme pratique qu'ils sont disponibles et utilisés dans l'industrie. Mais ces capsules sont conçues de manière à avoir un usage général et être susceptibles d'être utilisées loin de l'électronique qui

25 traite ces signaux et de ce fait elles sont optimisées pour avoir une impédance de sortie assez basse afin que ces signaux puissent être véhiculés et donc consomment. La consommation de la capsule fixe alors la consommation minimale : limite infranchissable de consommation de l'appareil même si l'électronique utilisatrice est très

30 proche de la capsule.

3) Certains capteurs sont amplifiés par des amplificateurs avec une très large bande passante pour s'affranchir facilement d'hypothétiques problèmes (erreurs en très hautes fréquences). Ceci se paie par une consommation importante même si les signaux électriques

35 utilisés, sont basses fréquences.

4) La consommation de certains appareils est faible cependant (détecteur de mouvement pyro-électrique radio) mais seuls certains signaux basses fréquences sont utilisés alors que l'amplificateur à transistor à effet de champ associé dans la capsule pyro-électrique

40 amplifie toutes les fréquences. Leur consommation est loin d'être

-2-

minimale.

Dans cette optique les problèmes posés sont les suivants :

- 1) Comment disposer de dispositifs électroniques de détection fonctionnant pendant de longues périodes ou en permanence
- 5 quand ils ne sont pas reliés à un réseau d'alimentation électrique ?
- 2) Comment utiliser ces dispositifs quand l'énergie électrique disponible est faible (sources d'alimentation photopiles, bus, ligne téléphonique au repos,...) ?
- 3) Comment disposer de dispositifs de détection fonctionnant
- 10 durablement sur une alimentation de secours en cas de défaut de l'alimentation principale ?
- 4) Comment diminuer la taille de ces dispositifs , la taille des générateurs en énergie électrique (batteries, piles, etc.),le coût ?
- 5) Comment augmenter l'autonomie des détecteurs (prothèses
- 15 auditives) ?
- 6) Comment disposer de nouvelles fonctions sur des appareils portables (montre alarme) ou autonomes ?
- 7) Comment atteindre des consommations infimes tout en restant capable de conserver la plupart de la sensibilité du capteur ?
- 20 Exposons succinctement l'importance relative de certains de ces capteurs , ce qui nous convaincra de l'importance de ce brevet :
- Ex. 1) Les microphones à effet électret qui sont un type de microphone électrostatique ont supplantés tous les autres types de microphones dans les prothèses auditives grâce à leurs hautes
- 25 performances. Ces microphones sont peu sensibles aux vibrations mécaniques et pratiquement insensibles aux champs magnétiques. Ils sont susceptibles d'être miniaturisé et conservent leur sensibilité.
- Ex. 2) L'électrode de verre pour la mesure du pH est actuellement l'électrode universellement employée aussi bien pour la recherche que
- 30 pour les contrôles industriels. Il est possible de miniaturiser ces électrodes et obtenir un diamètre de 2,5 millimètres . Il existe une structure double concentrique commode à utiliser.
- Ex.. 3) Les accéléromètres utilisant des films piézo-électriques permettent d'obtenir un bon rapport coût rendement idéal pour une large
- 35 gamme d'applications où l'utilisation d'un accéléromètre traditionnel est incommode. Ils sont spécifiquement conçus pour des applications de haut volume. Leur taille est réduite.
- Ex. 4) Les microphones piézo-électriques à excitation directe ont un grand nombre d'applications en qualité d'hydrophones et de capteur de

- 3 -

signaux ultrasonores, ils ne comportent pas d'éléments mécaniques et sont faciles à mettre en œuvre.

Ex. 5) Par sa grande sensibilité (avec un amplificateur incorporée), sa vitesse de réponse élevée et son coût modéré, le détecteur pyro-électrique
 5 a obtenu rapidement la meilleure part du marché des détecteurs thermiques d'infrarouge.

Ex. 6) L'avantage des compteurs Geiger Muller sont leur sensibilité à presque tous les rayonnements, leur simplicité, leur maniabilité et robustesse et leur coût relativement modique.

10 Le dispositif selon l'invention est tout d'abord un dispositif électronique. Il utilise l'électronique c.à.d.. une partie de la physique et de la technique qui étudie et utilise les variations de grandeurs électriques pour capter, transmettre, et exploiter de l'information.

Il est constitué d'un ensemble de composants électroniques dans
 15 lesquels circulent des signaux électriques (fig. 1).

C'est un dispositif de détection permettant de détecter la présence de quelqu'un, d'un phénomène, d'un événement (fig.1-16) et de le signaler à un environnement extérieur ou à un utilisateur ou bien à le mémoriser (fig.1-14).

20 Quelques exemples de phénomènes que l'on peut envisager de détecter :

La voix humaine, une intrusion peut provoquer des sons particuliers ; un mouvement peut engendrer une accélération particulière ; la chaleur d'un organisme, un flux thermique infrarouge particulier ;
 25 la lumière du jour, tel flux lumineux ; la proximité d'une source radioactive, un rayonnement ; un phénomène biologique, une variation de pH ; la cessation d'une activité, une absence de signaux acoustiques particuliers à cette activité.

Le dispositif exploite de manière continue les signaux électriques
 30 fournis par le capteur. Le phénomène, la présence de quelqu'un, l'événement à détecter est de nature stochastique. Le dispositif doit être capable de réagir promptement à des variations pas trop rapides et pas trop lentes du mesurande (fig.1-15) du capteur (fig1-1) provoqués par l'événement ou le phénomène.

35 Si l'on s'intéresse à des variations très lentes, à des phénomènes très lents on peut se contenter d'activer à certains moments très courts l'adaptateur d'impédance (fig.1-9) du capteur, pour une mesure par exemple ou pour une acquisition analogique digitale et dans ce cas consommer moins, mais ce brevet ne concerne pas ces dispositifs.

-4-

Le brevet concerne un dispositif où l'étage adaptateur d'impédance est à chaque moment activé, utilisé de manière continue ou pendant de longues périodes pour disposer à tous moments des signaux.

- 5 L'amplification tient compte des accroissements des signaux du capteur amplifiés signaux d'entrées (fig.1-6) ; les signaux de sorties sont fonction des signaux d'entrée ; l'étage préamplificateur est un étage dans lequel la fonction amplificatrice est activée. L'amplification n'est pas forcément linéaire, mais dans certains cas, aussi, entre autres elle peut être logarithmique, etc.
- 10 Quand les signaux issus du capteur provoquent la commutation d'un composant actif qui est au repos, c'est à dire le passage du repos à la saturation, il n'y a pas de continuité, de proportionnalité entre l'entrée et la sortie, il y a juste détection d'un seuil et on ne peut trier les différentes modulations du mesurande qui provoquent le passage par ce seuil, le
- 15 brevet ne concerne pas ce genre de dispositif (ex. interrupteur piézo.).

- Ce dispositif a une très faible consommation de courant. Cet ensemble de composants électroniques, fonctionne à l'électricité et consomme une certaine quantité d'électricité pour son activité : polarisation, amplification, filtrage, traitement du signal analogique
- 20 et numérique, commutation, énergie électrique consommée par l'élément de communication.

- La plupart des ensembles et des composants électroniques utilisant des éléments actifs ont une alimentation en énergie électrique effectuée au final sur une tension continue. Le courant continu moyen polarisé par
- 25 l'ensemble de ces composants est une grandeur caractéristique de la consommation électrique.

- Ce brevet s'intéresse à des dispositifs ayant une basse consommation en énergie électrique conditionné pour une utilisation autonome indépendante des réseaux électriques et par l'autonomie désirée et par les
- 30 capacités des générateurs d'énergie électrique utilisés.

La basse consommation dépend du type de détection, du capteur, est relativement plus basse que les dispositifs existants d'un facteur pouvant aller jusqu'à plusieurs centaines de fois pour certains capteurs.

- Il faut bien comprendre ici, que cette basse consommation n'est
- 35 pas un résultat obtenu, ni un avantage, mais une grandeur caractéristique de l'invention qui permet de caractériser sa nouveauté. Il est possible d'établir un gabarit pour le courant continu consommé par le dispositif : quelques nanoampères < courant I (fig.1-22) < quelques milliampères.

- La puissance électrique moyenne consommée étant le produit de la
- 40 tension d'alimentation par le courant est aussi une caractéristique de la

-5-

consommation indépendante de la tension d'alimentation. Elle s'étend pour le dispositif de quelques nanowatts à quelques milliwatts.

Cette basse consommation pour le dispositif entier, justifie le gain de consommation gagnée dans le préamplificateur du capteur.

5 Dans certains dispositifs il y a une partie d'énergie électrique non réductible : par exemple la puissance fournie dans une charge finale. Pour fixer les idées voici un exemple : la prothèse auditive doit délivrer dans un transducteur électro-acoustique une puissance garantie.

En gros si le préamplificateur consomme 400 microampères et
10 le dispositif 9 milliampères l'utilisation d'un préampli. consommant 9 microampères permet un gain de 4 % ce qui est peu. Pour une prothèse auditive consommant 1,2 milliampère le gain serait de 32% et devenir crucial.

Cette basse consommation exclut tous les montages permanents
15 de puissance, les débits permanents sur des charges de faible impédance : haut parleur de 8 Ohms, certains afficheurs, etc.

Pour d'autres dispositifs le gain de consommation réalisé dans le préamplificateur permet d'envisager une consommation avant détection pour le dispositif entier très faible surtout quand il n'y a pas de puissance
20 à fournir en continu sur une charge ou sur une ligne de faible impédance.

Il peut y avoir des pics de consommation de courants brefs quand il s'avère nécessaire d'alimenter l'élément de communication (fig. 1-14).

Si on considère la taille des générateurs en énergie électrique : piles, piles boutons, batterie, etc. et l'autonomie désirée, la basse
25 consommation dispositif décrit dans ce brevet permet de concilier les deux impératifs pour des dispositifs portables par exemple.

Par exemple on veut réaliser un détecteur fonctionnant une année entière sur deux piles boutons zinc/air de diamètre 11,6mm et de hauteur 5,4mm de capacité 270 milliampères.heure. Le dispositif doit consommer
30 moins de 31 microampères. A moins que l'on préfère transporter deux piles type AA/R6 de diamètre 14,5mm et de hauteur 50mm de capacité 2400 milliampères.heure ; ce qui donne 274 microampères maximum pour le détecteur.

Quel sont les composants électroniques envisageables pour obtenir
35 cette très basse consommation de manière à exploiter les signaux électriques dans une réalisation ?

Ce sont les circuits intégrés très basse consommation qui associés ou non à un ensemble de composants passifs permettent de réaliser toute une électronique d'exploitation analogique du signal : (filtrage actif,
40 amplification, détection de seuil, commutation, etc.) mais aussi un

-6-

traitement numérique et , décisionnel de signalisation après commutation et aussi de piloter d'autres fonctions : affichage , etc.

L'électronique d'exploitation analogique peut être constituée par des amplificateurs opérationnels intégrés et comparateurs très basse
5 consommation . Plusieurs technologies actuellement permettent d'obtenir des composants de très basse consommation : technologie CMOS linéaire développée par le constructeur TEXAS INSTRUMENT ou d'autres, bipolaires, mixtes, etc.

La technologie CMOS linéaire permet de fabriquer des circuits
10 intégrés consommant vingt fois moins que des équivalents bipolaires.

Nous donnerons dans la suite des exemples précis concernant de tel circuits intégrés et leur utilisation dans le dispositif de l'invention.

Il existe aussi des quantités de circuits numériques de diverses technologies dont CMOS dont la consommation est infime : circuits
15 logiques CMOS, etc. Il existe aussi des microcontrôleurs dont la consommation est de l'ordre de quelques dizaines de microampères seulement pour l'exécution d'un programme préenregistré conçu pour être utilisé dans des montres avec de timides acquisitions analogiques digitales minimisant la consommation pendant la conversion mais ne
20 permettant pas d'être associé à un capteur selon un dispositif décrit par l'invention.(ces microcontrôleurs ont des modes « idle » ou repos minimisant la consommation.)

Il existe des amplificateurs de sortie en classe D à extrêmement faible consommation en l'absence de signal et délivrant presque toute la
25 puissance à une charge terminale.

L'électronique basse consommation du dispositif est constituée par un ensemble de composants basse consommation. Il est évident que l'on ne peut utiliser des composants dont la consommation dépasse le gabarit de consommation global du dispositif donné précédemment.

30 Ce qui exclut tous les composants électroniques consommant plusieurs milliampères.

Est-il possible dans les limites du brevet d'effectuer un traitement numérique du signal ?

Il existe des convertisseurs analogiques digitaux qui consomment
35 80 microampères et ont un temps de conversion de 16 microsecondes.

L'incertitude porte sur la consommation du processeur de signal.

Un exemple nous éclairera plus facilement :

Les prothèses auditives numériques sont prometteuses de nouvelles possibilités par rapport aux prothèses auditives conventionnelles réalisées

-7-

sous forme analogiques. Cependant si l'on veut mettre en œuvre ces nouvelles fonctionnalités, il importe de résoudre les principaux problèmes techniques qui leur sont liés, à savoir le développement de circuits numériques à taille réduite et la réduction de la consommation électrique afin
 5 de pouvoir les incorporer dans des prothèses miniaturisées portatives. Les travaux de recherche actuels visent ainsi à développer des algorithmes efficaces se prêtant à une intégration VLSI (Very Large Scale Intégration) et à concevoir des architectures de processeurs à faible consommation.

Le dispositif selon l'invention exploite les signaux électriques d'un
 10 capteur (fig.1-1). Le capteur est le dispositif qui soumis à l'action d'un mesurande non électrique, présente une caractéristique de nature électrique (charge, courant, tension ou impédance). Le capteur actif fonctionne en générateur et est généralement basé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la
 15 forme d'énergie propre au mesurande : énergie thermique, mécanique, de rayonnement, chimique...

Nous nous intéresserons dans ce brevet aux capteurs qui se présentent comme un générateur à très haute impédance interne. Ce sont des capteurs divers :

- 20 A : Capteurs utilisant l'effet pyro-électrique
- B : Capteurs utilisant l'effet piézo-électrique
- C : Photodiode en mode photovoltaïque
- D : Capteur électrochimique à électrodes de verre pour la mesure du pH
- E : Capteurs de pression d'un fluide gazeux ou liquide par
 25 variation de capacité (capteur pelliculaire de pression et microphone électrostatique.
- F : Capteur de rayonnements nucléaires à ionisation dans les gaz
- A) capteurs utilisant l'effet pyro-électrique : (fig. 16)

Dans certains cristaux isolants dont la maille ne présente pas de centre
 30 de symétrie, la position moyenne des électrons par rapport au reste du réseau varie avec la température. Si une lame dont les faces parallèles sont perpendiculaires à la direction moyenne de ce déplacement, une élévation de température provoquera à tension constante, l'apparition sur les deux faces de charges électriques de signes contraires.

35 Ce phénomène est mis en œuvre en utilisant une lame de matériau pyro-électrique (par exemple le sulfate de glycolle), les deux faces sont recouvertes de couches métalliques constituant les électrodes du capteur. Il permet la détection d'un flux de rayonnement qui élève sa température et qui entraîne une variation de tension aux bornes d'un

condensateur constitué par la lame de très faible valeur.

B) Capteurs utilisant l'effet piézo-électrique : (fig.17)(fig.18)(fig.19)

L'application d'une force et plus généralement d'une contrainte mécanique à certains matériaux dits «piézo-électriques», le quartz par exemple, entraîne une déformation qui suscite l'apparition de charges électriques égales et de signes contraires sur les faces opposées. Une application est la mesure de forces ou de grandeur s'y ramenant (pression, accélération, couple, etc.) à partir de la tension que provoquent aux bornes d'un condensateur associé à l'élément piézo-électrique, les variations de sa charge.

Ils sont extrêmement variés : citons , capteurs de force, de couple, de pression dans un fluide , hydrophone (fig.18), capteur acoustique piézo-électrique, accéléromètre (fig.19).

C) Photodiode en mode photovoltaïque : (fig.33)

Des électrons et des trous sont libérés au voisinage d'une jonction de semi-conducteur Pet N illuminée, leur déplacement dans le champ électrique de la jonction modifie la tension à ses bornes. En mode photovoltaïque aucune source de polarisation n'est associée à la photodiode qui fonctionne en convertisseur d'énergie et est équivalente à un générateur dont on mesure soit la tension en circuit ouvert soit le courant de court circuit.

D) Capteur électrochimique à électrodes de verre pour la mesure du pH : (fig.20)

Ce capteur est réalisé avec une mince membrane de verre séparant deux solutions de pH différents. La différence de potentiel qui s'établit par la diffusion des ions H^+ à travers la paroi de verre est utilisée comme une mesure du pH (cologarithme de l'activité des ions H^+). Pour mesurer le pH d'une solution il suffit de plonger cette électrode de verre dans la solution étudiée et de mesurer la différence de potentiel qui apparaît entre l'élément de référence interne et une électrode de référence.

Il existe des capteurs à électrodes de verre combinés . Ils regroupent en un élément unique une électrode de verre et une électrode de référence, l'espace compris entre l'enveloppe externe et l'électrode de verre interne contient le système d'électrode de référence et l'électrolyte de référence, ce dernier jouant le rôle de blindage, c'est la structure double concentrique, la structure triple concentrique associant en plus une sonde de température.

E) Capteurs de pression d'un fluide gazeux ou liquide par variation de capacité :

1) capteurs pelliculaires de pression : (fig.21) (fig.22)

Leur principe repose sur la variation de capacité obtenue en modifiant la distance entre deux électrodes parallèles constituant les deux armatures d'un condensateur. Une des électrodes est soumise à la pression du fluide. Le diélectrique peut être gazeux ou solide (susceptible de se déformer). Le diélectrique est constitué par une feuille de diélectrique (polyester par exemple) revêtu par des dépôts métalliques constituant les électrodes et polarisé par une tension extérieure. La pression appliquée sur une des électrodes rapproche les deux électrodes et provoque une variation de capacité (fig.21) dont on peut à charge constante mesurer les variation de tension.

Une catégorie particulière de capteur capacitif évite l'emploi d'une source extérieure d'alimentation grâce à l'utilisation d'une membrane conservant une polarisation électrique constante (électret). Une telle membrane dont on a métallisé la face extérieure peut être placée sur une électrode métallique présentant des irrégularités superficielles contenant de l'air. (fig.22)

2) Microphones électrostatiques : (fig.23)

La pression à mesurer (ondes acoustiques) s'applique sur un diaphragme flexible mince qui joue le rôle de l'armature mobile d'un condensateur, l'autre armature est fixe. Les électrets sont utilisés pour créer le champ électrique en remplacement de la polarisation extérieure.

Ils sont de type divers : à effet électret ou non, omnidirectionnel ou à gradient de pression ...

F) Capteurs de rayonnements nucléaires à ionisation dans les gaz : (fig.24)

Le capteur est un détecteur cylindrique (ou autre) rempli d'un gaz avec une électrode centrale isolée. Le détecteur peut comporter une fenêtre latérale ou à l'une de ses extrémités permettant le passage de rayonnements peu pénétrants. Une haute tension est appliquée entre la coque et l'électrode centrale, les électrons et les autres ions négatifs, résultant du passage d'une particule chargée dans le gaz du détecteur, se dirigeront vers l'électrode centrale et les ions positifs vers la cathode. Les électrons sont plus rapides que les ions positifs.

Il sont de type divers : suivant la tension de polarisation appliquée, etc.

-10-

Plusieurs capteurs du même type peuvent être utilisés en association : en série (fig.26), en parallèle (fig.25), en empilement.

Tous ces capteurs possèdent au moins deux électrodes (fig.1-2) (fig.1-3) aux bornes desquelles on peut recueillir le signal électrique
5 (fig.1-6).

Dans le cas où l'adaptation d'impédance est réalisée par un transistor à effet de champ, une des électrodes est reliée au gate du transistor pour réaliser une impédance d'entrée gigantesque. L'autre électrode est reliée à la masse de l'étage (fig.1-19).

10 Dans le cas où l'adaptation d'impédance est réalisée par un circuit intégré, il faut choisir ceux dont les entrées sont réalisées par l'intégration de transistors à effet de champ. Dans ce cas la connexion est réalisée par une liaison conductrice entre une électrode du capteur et cette entrée du circuit intégré (fig.1-6)(ou par un composant passif :
15 résistance ou condensateur). L'autre électrode est reliée à la masse de l'étage (fig.1-19).

Les liaisons conductrices aux circuits intégrés peuvent passer par les connexions du circuit intégré ou par une liaison directe dans la zone du semi-conducteur.

20 Le circuit intégré peut être monolithique ou hybride.

Dans un dispositif portable on préférera les capteurs qui évitent les sources de polarisation extérieure.

Ces capteurs nécessitent une adaptation d'impédance (fig.1-9) car les signaux électriques (fig.1-6) sont trop faibles pour être
25 utilisés directement par une électronique associée. Ils sont une source de signal électrique de très haute impédance, que l'électronique ne peut traiter sans l'intermédiaire d'un étage préamplificateur ou d'adaptation d'impédance. L'étage préamplificateur possède seul une impédance d'entrée supérieure à l'impédance interne du capteur,
30 de plus les signaux du capteur sont difficilement transportables : effet capacitif, parasitage électromagnétique par l'électronique associée ou autre. Il est nécessaire de disposer de signaux d'impédance utilisable (fig1-10) sur une impédance de sortie plus basse (FIG1-8).

Les dispositifs associés à ces capteurs consomment pour cet étage
35 adaptateur d'impédance qui est une nécessité, une certaine quantité d'énergie électrique. Etudions le dispositif selon l'invention quand cette adaptation d'impédance est faite par un transistor à effet de champ. Quelques précisions sur eux :

Le transistor à effet de champ s'est vu attribué le sigle «FET»

-11-

qui provient de sa désignation anglosaxonne : Field Effect Transistor (soit : « transistor à effet de champ »). En France on utilise parfois « TEC » pour « transistor à effet de champ ».

Le FET est un composant actif à trois électrodes : la source S ,
5 le drain D, et le gate G , qui est son électrode de commande. Pour commander le courant qui traverse le FET on fait appel à une tension appliquée sur son gate.

Il existe deux catégories de FET :

1) FET à jonction ou l'électrode de commande est en contact avec le
10 semi-conducteur. On appelle ce type de FET, JFET (pour « FET à jonction »).

2) FET à électrode de commande isolée : celle-ci est séparée
par une mince couche d'isolant, silice ou autre, du semi-
conducteur. On appelle ce type de FET : IGFET (pour insulated
15 gate FET, soit « FET à gate isolée ») pratiquement tous les types d'IGFET sont des MOS (pour « métal-oxyde-semiconducteur »)
sigle qui définit la structure verticale du transistor.

Pour tous les FET la conduction s'effectue via un canal qui est soit N, soit P, et sert à définir le transistor : FET à canal N, FET à canal P.

20 Le FET canal N est le plus commun . Le canal est entre le drain et la source. Le courant qui le traverse peut être appelé courant de drain « Ids ».

Dans tout étage amplificateur on trouve un ou plusieurs éléments actifs. Partant d'un régime périodique, on définit la classe de l'étage
25 amplificateur en considérant d'une part le temps de conduction de l'un des éléments actifs par rapport à toute la période, d'autre part son mode de conduction.

L'amplificateur classe A est un étage d'amplification dans lequel
l'élément actif unique conduit pendant toute la période du signal à
30 amplifier.

Il existe de nombreux montages de polarisation qui permettent d'obtenir une amplification classe A avec un transistor à effet de champ :

Montages avec uniquement des composants passifs :

35 Montages drain commun , source commune à polarisation par résistance de source, mixte par pont diviseur et par résistance de source, polarisation par le courant détecté par la jonction gate-canal quand la tension est positive, etc.

Montages avec polarisation par une source de tension.

-12-

Montages avec d'autres éléments actifs source de courant en série sur le courant de drain en employant par exemple un autre FET comme source de courant en série (fig. 34).

Quelques exemples :

- 5 JFET canal N fig.3,fig.4,fig.5,fig.6,fig.7
JFET canal P fig.8
MOS canal N fig.9

Une description plus précise de ces montages est donnée dans la présentation des figures .

- 10 La polarisation a pour but de situer le point de repos sur la caractéristique de charge statique (droite de charge statique plus souvent) pour une amplification en classe A. Le point de repos doit se situer dans la zone de conduction (ou d'amplification) du FET pour fonctionner en amplification linéaire une fois la polarisation effectuée.
- 15 Pour un dispositif selon le brevet , le point de repos sur la caractéristique du FET ($I_{ds} = f(V_{ds})$, V_{ds} étant la tension entre le drain et la source) doit se situer à un courant de drain I_{ds} très faible.

Pour un montage avec une source de courant il suffit de fixer I_{ds} faible.

- 20 Une réalisation avec un montage avec des composants passifs qui se scindent essentiellement en deux groupes principaux : les montages drain commun, fig.3 et les montages source commune fig.4,5,6,7,8,9 . Plus on veut dans ces montages diminuer le courant de polarisation de drain du transistor et plus il faut augmenter l'impédance de drain Z_d ou l'impédance de source Z_s , soit les deux.
- 25 En très gros la somme des valeurs des impédances de source et de drain doivent être supérieure à 47 kilo-ohms. Ce qui correspondrait compte tenu de la relation ($V_{cc}=V_{ds}+(Z_s+Z_d)I_{ds}$) à un ordre de grandeur pour un courant maximum au repos de $[(V_{cc}/(Z_s+Z_d))]$
- 30 soit 190 micro-ampères pour 9 Volts et 64 microampères pour 3Volts. Le courant de repos dans un montage avec une tension V_{ds} de polarisation non nulle peut être égal à une fraction de cette valeur limite.

- On choisira un transistor à effet de champ avec un faible I_{dss} , c.à.d. courant de drain de saturation . Certains FET ont un I_{dss} inférieur à 100 microampères . (PN4117 $I_{dss} < 90$ microampères)
- 35 L'impédance de source Z_s (resp. Z_d) peut être confondue avec la résistance de source R_s (resp. R_d) quand elle existe.

Il faut dans tous ces montages R_s+R_d supérieurs à 47 kilo-ohms

-13-

Il existe des dispositifs utilisant un capteur pyro-électrique basse consommation : ce sont des détecteurs de mouvements infrarouge radio dont la figure (27) en représente une partie. La capsule avec transistor à effet de champ en montage drain commun sur une impé-
 5 -dance de drain (9) 10 kilohms et une impédance de source (7) de 47 kilohms . La somme des valeurs atteint 57 kilohms.

le dispositif est caractérisé par une consommation de quelques dizaines de microampères en veille, après une ou plusieurs détections , ils émettent un signal radio codé à destination d'un récepteur
 10 adéquat. Ils fonctionnent sur une pile standard 9V avec une autonomie d'une année ou plus. Le dispositif selon l'invention qui utilise un capteur pyro-électrique doit consommer beaucoup moins que ces dispositifs existants. Un montage de polarisation adéquat avec un transistor à effet de champ permettrait de diminuer assez peu
 15 la consommation de celui-ci déjà faible ou alors au détriment de la sensibilité. Il faut se tourner vers le montage fig. 28 avec un amplificateur intégré pour compter tomber la consommation.

L'impédance de sortie des montages est l'impédance dynamique de sortie des signaux (I_s/V_s) pour $V_e = 0$, voir schéma équivalents
 20 source commune fig. 10 et drain commun fig. 11.

Cette impédance de sortie est la combinaison des résistances de polarisation de drain ou de source sauf si il y a un découplage et de la resistance dynamique r_{ds} du canal.

Augmenter les résistances de drain ou de source revient à
 25 augmenter l'impédance de sortie de l'étage préamplificateur.

Plus on augmente l'impédance de sortie de l'étage préamplificateur et moins on peut transporter les signaux électriques, mais dans le cas où l'électronique est proche de l'étage préamplificateur les signaux n'ont plus nécessité de transiter par une
 30 trop faible impédance avant d'être utilisés sur place, mais il y a forcément des limites à cette augmentation et donc à la consommation minimale qu'il est possible d'atteindre.

Les étages amplificateurs à très haute impédance d'entrée permettent d'utiliser des signaux qui sont associés à une grande
 35 impédance (fig. 27-12).

Une autre caractéristique du dispositif est que à chaque fois on préférera dans l'électronique, des signaux qui ne sont pas sur une trop basse impédance .

Selon un autre mode de réalisation l'adaptation d'impédance est

-14-

réalisée par un amplificateur intégré très basse consommation :

Prenons un exemple : cas d'un accéléromètre piézo-électrique associé à un montage convertisseur de charge : consommation de l'amplificateur 8milliampères gain-bande passante 4,5 Mégahertz

5 Si on associe un capteur à un amplificateur très basse consommation, à quelle détériorations doit-on s'attendre ?

Le produit gain-bande passante de ces circuits amplificateurs est beaucoup plus faible que pour les amplificateurs habituellement utilisés pour les signaux issus des capteurs décrit dans l'invention.

10 Dans un amplificateur de charge (fig.14) cette bande passante réduite, cause des erreurs significatives sur des signaux hautes fréquences.

Dans un amplificateur en tension (fig.12 et fig.13) l'amplification est fonction de la fréquence et diminue à mesure que la fréquence

15 augmente. Donc en utilisant de tels amplificateurs on amplifie fidèlement les signaux basse fréquences et moins les autres.

Quelques exemples précis d'amplificateurs très basse consommation intégrés :

20 TLC27L2CP de Texas Instruments 9 microampères
produit gain bande passante 80 000 Hz
MAX406CPA de Maxim 1,2microampère
produit gain bande passante 8000 Hz

CA3340 de Harris 30 nanoampères (Nanopower Bimos
opérationnal Amplifier) produit gain bande passante quelques
25 dizaines de Hz

Le dispositif utilise un circuit intégré avec une fonction amplificatrice intégrée très basse consommation avec des entrées de signaux à très haute impédance.

Quels sont ces circuits intégrés ?

30 Les circuits intégré en électronique sont en passe de remplacer la totalité des dispositifs existants. Ils sont extrêmement variés aujourd'hui par leurs propriétés : circuits digitaux et circuits analogiques ou propriétés regroupant l'ensemble des deux ou par leur structure monolithique ou hybride. Certains possèdent une ou
35 plusieurs fonctions amplificatrices constituées par ce que l'on appelle des amplificateurs opérationnels.

Une petite parenthèse sur la définition d'un circuit intégré est nécessaire. A la limite un transistor à effet de champ associé à une résistance ou à une source de courant (fig.34) est un circuit intégré.

Un tel circuit intégré s'il consomme un faible courant de polarisation entre dans un mode de réalisation de l'invention car il posséderait une fonction amplificatrice très basse consommation avec une entrée de signal à très haute impédance. En un mot la fonction amplificatrice
 5 très basse consommation dans un circuit intégré peut être réalisée d'une autre manière qu'avec un amplificateur opérationnel. Ce serait une amplification classe A .

Les amplificateurs opérationnels sont regroupés dans de nombreuses familles suivant leur technologie : les amplificateurs
 10 bipolaires , CMOS linéaire, ceux à entrées sur transistor bipolaire ou ceux à entrées sur transistor à effet de champ.

Ceux qui nous intéressent ici sont les amplificateurs opérationnels très basse consommation dont les entrées de signal sont des transistors à effet de champ internes au circuit intégré.
 15 L'impédance de ces entrées est nécessaire pour recueillir les signaux du capteur sans les atténuer.

Il y a des circuits intégrés qui intègrent un ou plusieurs amplificateurs opérationnels, on les nomme amplificateurs opérationnels..

20 Certains procédés CMOS ou mélangés à une technologie bipolaire permettent d'obtenir des amplificateurs opérationnels alliant une très faible consommation et une très grande impédance d'entrée de l'ordre de 1 000 000 Mégohms .

Le courant de polarisation définissant la consommation au repos
 25 en l'absence de signal de ces amplificateurs opérationnels est extrêmement faible inférieure à une dizaine de microampères mais qui peut aller à quelques nanoampères .

Certains amplificateurs opérationnels intégrés possèdent la possibilité de sélection de ce courant de polarisation, configurée
 30 avec un composant externe par l'utilisateur. Ce sont des amplificateurs opérationnels avec plusieurs modes de consommation.

L'électronique interne de ces amplificateurs opérationnels comprend un étage différentiel amplifiant les signaux en classe A et un étage de sortie constitué de deux transistors utilisés en classe
 35 AB amplifiant un pour les alternances positives et l'autre pour les alternances négatives les signaux dans la charge en sortie.

Les amplificateurs opérationnels possèdent un gain en tension considérable, ils ne sont pratiquement jamais utilisés en boucle ouverte

-16-

mais plutôt en boucle fermée avec une contre réaction.

La mise en œuvre d'une fonction amplificatrice pour constituer l'étage préamplificateur ou d'adaptation d'impédance d'un des capteurs précités passe par différents montages en association avec des composants discrets externes à ces circuits intégrés : résistances, condensateurs, etc.

De nombreux montages sont possibles dont :

A) Montage amplificateur en tension :

1) Montage non inverseur (fig. 12) : il est constitué par un amplificateur opérationnel très basse consommation (2). L'entrée du capteur (1) associé à la résistance (4) est effectuée sur l'entrée FET plus de l'ampli. Le gain en tension est fixé par le rapport des résistances fixant le taux de contre réaction (7) R2 et (6) R1 soit $(R1+R2/R1)$. La sortie du signal du préampli (3). La tension (5) peut être la masse ou une mi-tension, ou une tension continu déterminée qui fixe la valeur moyenne de la tension du signal de sortie. L'anneau de garde (8) agit comme un bouclier pour réduire le bruit et sert à réduire la capacité réelle de la ligne d'entrée.

2) Montage suiveur : (fig.13) Il est constitué par un amplificateur opérationnel très basse consommation (2). L'entrée du capteur (1) associé à la résistance (4) est effectuée sur l'entrée FET plus de l'ampli, l'entrée moins étant reliée à la sortie (3).

B) Montage convertisseur courant tension : (fig. 14)

Les signaux issus du capteur (1) pratiquement tout le courant traverse la résistance (4). La tension des signaux en sortie (3) est égale au produit de cette résistance et du courant « i » si « i » est le courant fourni par le capteur. L'amplificateur opérationnel très basse consommation (2) dirige tout ce courant dans la résistance.

C) Montage amplificateur de charge : (fig. 15)

Il consiste à court-circuiter du point de vue dynamique le générateur de charge, l'obligeant ainsi à délivrer la totalité de ses charges indépendamment de l'impédance shunt constituée par l'impédance du capteur (1). Ces charges sont dirigées vers un condensateur invariable (4) qui en les stockant voit naturellement apparaître à ses bornes une tension (3) proportionnelle à la charge déplacée. L'amplificateur opérationnel (2) dirige le courant provoqué par la variation de charge du capteur dans le condensateur.

Ce sont des montages de principe qui bien sûr peuvent comporter des améliorations.

-17-

Quelques généralités sur les capteurs précités :

Les capteurs peuvent être des sources de tension, des sources de courant ou des sources de charges.

Ils peuvent être associés à des dispositifs de polarisation (fig.1-5),
5 à des corps d'épreuves (fig.1-4).

Des capteurs sources de courant peuvent être utilisés comme des sources de courant par des convertisseurs courant tension (fig.14) soit par des amplificateurs en tension (fig.12 et fig.13) en faisant débiter ce capteur dans une résistance élevée. Cette résistance peut
10 être une résistance de polarisation.

Tous les capteurs en tenant compte de cette association pour les sources de courant peuvent être amplifiés par des amplificateurs en tension, même les capteurs source de charge.

Les montages décrits précédemment avec les transistors à effet
15 de champ sont des montages en tension car la commande est une tension la tension de gate : fig.3 , 4 , 5 , 6 , 7 , 8 , 9.

Des capteurs source de charge (piézo-électriques par exemple) peuvent être amplifiés par des amplificateurs de charge (fig.14) (à distance, ou dans une large gamme de température) ou bien
20 par des amplificateurs en tension (fig.12 et fig.13) à proximité avec des inconvénients liés à leur variation d'impédance interne avec la température principalement .

Décrivons les associations :

Capteur utilisant l'effet pyro-électrique avec Convertisseur courant
25 tension ou Amplificateur en tension.

Capteur utilisant l'effet piézo-électrique avec Convertisseur de charge ou Amplificateur en tension.

Photodiode en mode photovoltaïque avec Convertisseur courant tension ou Amplificateur en tension.

30 Capteur électrochimique à électrodes de verre pour la mesure du pH avec Amplificateur en tension.

Capteur pelliculaire de pression avec Amplificateur en tension

Microphone électrostatique avec Amplificateur en tension

Capteur de rayonnements nucléaires à ionisation dans les gaz avec
35 Convertisseur courant tension ou Amplificateur en tension

La figure 28 représente une capsule associant un capteur pyro-électrique et un amplificateur en tension à base d'amplificateur opérationnel très basse consommation. Les figures 30,31,32 une capsule à micro électrostatique à effet électret et à

préampli. circuit intégré à amplificateur opérationnel très basse consommation.

Selon un mode de réalisation le dispositif possède son propre générateur d'énergie électrique (fig. 1-17). Le dispositif dans ce cas n'est pas relié par aucun lien matériel au réseau de distribution en énergie ou secteur ou E.D.F.

Il peut fonctionner pendant de longues périodes avec l'énergie électrique fournit par le générateur. Le courant (fig. 1-22) est entièrement fourni par le générateur. Citons quelques générateurs en énergie électrique mais il peut y en avoir d'autres : batteries, piles, piles boutons, condensateur, photopiles, dynamo, boucle inductive.

Le fait de n'être pas raccordé au secteur peut présenter bien des avantages : dispositif à tension non vulnérante.

La polarisation du capteur quand il y a cas (fig. 1-21) est elle même assurée par une tension fabriquée à partir du même générateur en énergie électrique ou d'un autre mais indépendant aussi du réseau de distribution en électricité. La consommation de courant sur cette tension de polarisation est véritablement infime, ou correspond à des pertes dans un diélectriques ou la résistance (fig. 1-20) est considérable de l'ordre de plusieurs gigohms.

Selon un autre mode de réalisation l'étage préamplificateur et le capteur sont groupés dans une enveloppe constituant un blindage. Il importe en fait de protéger les signaux (fig. 1-6) du reste de l'électronique et du milieu extérieur par un blindage (fig. 1-11). Ce blindage peut être maintenu à un potentiel électrique pouvant être la masse. Il peut inclure des anneaux de garde (fig. 12-8). Il protège aussi le capteur d'un champ électrique ou magnétique extérieur qui pourrait le dépolariser (microphone à électret ...) ou le perturber.

Le préamplificateur et le capteur sont les plus proches possible. Cela évite les effet capacitifs indésirables qui peuvent diminuer l'amplitude du signal à l'entrée du préamplificateur.

Le blindage peut constituer le prolongement d'un câble de liaison aux électrodes du capteur : tubulaire au départ de l'électrode centrale d'un pH mètre à structure concentrique par exemple.

Cette enveloppe peut avoir des ouvertures (fig. 30) pour laisser passer

les lignes d'alimentation, de polarisation éventuelle, les signaux de sorties (fig. 1-10), le mesurande du capteur (fig. 1-15)...

Il peut intégrer à l'intérieur du blindage un générateur en énergie électrique : pile, batterie,...

- 5 Selon un autre mode de réalisation le dispositif ne comprend que le capteur et l'étage préamplificateur constitué par un circuit intégré. Le couple capteur et circuit intégré comportant la mise en œuvre d'une fonction amplificatrice intégrée très basse consommation constitue un dispositif électronique de détection. Il permet de détecter les signaux
- 10 issus du capteur, l'élément de communication avec l'environnement extérieur étant résumé au signal analogique après adaptation d'impédance (fig. 1-10). On peut relier ces signaux à une sonde d'oscilloscope et les visualiser ou encore utiliser ces signaux avec une électronique sur laquelle on aura connecté ce couple très basse consommation, de ce fait il peut
- 15 avoir un usage universel. Ce dispositif peu glouton en énergie peut permettre de réaliser des capsules capteur-préampli intégré encapsulé dans un blindage à très basse consommation et être utilisé à la place des capsules capteur-FET dans une électronique dont on ne pourrait pas connaître la finalité par avance. Un générateur en énergie électrique
- 20 inamovible ou pas, peut être associé à ce dispositif vu l'infime consommation de certains couples. Ces capsules peuvent comporter des connections pour être implantées aisément sur des cartes électroniques traditionnelles, CMS, etc. (voir fig. 30,31,32).

- 25 Selon encore un autre mode de réalisation le dispositif est un détecteur très basse consommation constitué par le capteur, l'adaptation d'impédance basse consommation, une électronique de traitement du signal et de commutation (fig. 1-12) capable de commuter dès l'occurrence de signaux particuliers ou dès la disparition de signaux particuliers.

- 30 Les capteurs permettent de transcrire en signaux électriques l'évolution de grandeurs physiques ou chimiques correspondant à des événements physiques ou chimiques.

Prenons un exemple :

- 35 Un microphone électrostatique fournit des signaux électriques correspondant à une perturbation acoustique dans son environnement : sons, infrasons, ultrasons. Or beaucoup d'événements peuvent provoquer un son. De même un son particulier est caractéristique d'un événement particulier : l'ouverture d'une porte dans un local clos génère des

-20-

infrasons c.à.d. des sons en dessous des fréquences audibles. Si l'on désire détecter l'ouverture d'une porte avec de grandes chances dans un environnement générant d'autres perturbations acoustiques également captés, il faut faire un tri dans les signaux qui peuvent se superposer

5 grâce à une électronique de traitement du signal : ici un filtrage passe bas et un détecteur de seuil fera l'affaire.

Une remarque s'impose : dans l'exemple précédent un traitement analogique du signal est efficace et peut être concrétisé avec une consommation très faible et avec un minimum de moyen.

10 On considérera les dispositifs ne comportant pas un traitement numérique du signal du capteur, mais analogique.

Une fois la détection effectuée il faut propager cette information vers un environnement externe par une commutation. Cet environnement peut être une électronique numérique à base de circuits logiques,

15 microcontrôleurs proches, qui sera renseigné par la transition d'un niveau logique tout ou rien, compatible logique.

Cet environnement peut être une électronique éloignée et dans ce cas est renseignée par un changement d'état sur une sortie de commutation : relais, optocoupleur, transistor, etc .

20 Cet environnement peut être un utilisateur : voyant, led, avertisseur sonore , vibreur, signal vocal etc.

Il est nécessaire avant commutation d'alimenter tous ces dispositifs de propagation de l'information dans l'état qui consomme le moins des deux (relais au repos, transistor bloqué, Led éteinte , etc)

25 Cette électronique consomme occasionnellement ou dès lors beaucoup plus puisqu'il s'agit d'activer cette signalisation, mais avant la détection cette électronique consomme très peu, beaucoup moins que une électronique traditionnellement associée et donc peut être utilisé, sans connexions avec le secteur.

30 Quelques comparaisons de consommation avec un matériel traditionnel :

Détecteur infrasonore 9 à 25 milliampères, le brevet 60 microampères

Détecteur infrarouge 20 microampères à plusieurs milliampères, le brevet 30 microampères en conservant une bonne sensibilité.

35 Hydrophone piézo > 8 milliampères, le brevet 200 microampères.

Accéléromètre piézo > 4 milliampères avec FET et 20 milliampères. avec convertisseur de charge, le brevet 200 microampères.

Mesure de pH > 3 milliampères, le brevet 200 microampères

-21-

Photodiode à ampli intégré > 900microampères, le brevet 60 microampères.

Parlons un peu de la possibilité pour un dispositif selon l'invention de détecter la modification ou la disparition de signaux particuliers
 5 correspondant à la modification d'un phénomène . Le dispositif selon l'invention peut se permettre de réaliser cette surveillance puisqu'il est actif en permanence et pour une très faible consommation.

Selon un autre mode de réalisation l'étage préamplificateur très basse consommation réalise un filtrage passe bas pour les signaux électriques
 10 issus du capteur. Le produit gain bande passante des amplificateurs opérationnels basse consommation est limitée (Voir dans l'exposé qui précède) . Donc plus le gain de l'amplificateur est important, plus la bande passante est faible, la limite inférieure étant l'amplification des signaux continus. (fig. 12 avec un fort gain $R2+R1/R1$ grand).

15 Prenons un exemple : amplificateur dont le produit bande passante est 8000 Hz et qui consomme 1,2 microampères . un gain de 100 permet d'obtenir une bande passante de 80 Hz .

Au lieu d'utiliser un capteur suivi d'un préampli qui consomme et un filtrage passe bas qui consomme aussi, utilisons un préampli qui
 20 consomme peu. De cette manière nous pouvons résoudre le problème 4 posé en préambule, et nous approcher d'une consommation minimale pour des détecteurs quand l'on s'intéresse aux signaux très basse fréquences. [détecteur de mouvements pyro-électriques : seuls les signaux de quelques Hertz sont intéressants, détecteur d'infrason idem ,
 25 certains accéléromètres nécessitent un filtrage passe pas]

Remarquons en passant que plus on augmente le gain et plus les signaux basses fréquences sont accentués par rapport aux autres. Le préamplificateur a deux usages, il réalise aussi une partie du traitement du signal.

30 Il serait intéressant ici de méditer sur ce mode de réalisation qui est loin de caractériser un dispositif anodin, car ce dispositif est quasi magique !

De quoi s'agit-il ?

Un radiateur électrique consomme en courant l'équivalent en surface
 35 d'un stade de football. (1000 watts)

Une lampe électrique, une façade d'immeuble (100 watts).

Le dispositif traditionnel, la surface d'une armoire (90 milliwatts) (considérons un détecteur d'infrasons)

Le dispositif suivant ce mode de réalisation 1 millimètre carré

-22-

Le dispositif donc consommant cette quantité infime de courant est néanmoins sensible (le capteur est des plus sensibles) à un mesurande particulier infime écartant un grand nombre d'autres mesurandes extrêmement plus énergétiques que lui, (Les hautes fréquences transportant toujours plus d'énergie) , stable et miniature.

Suivant un autre mode de réalisation il permet de détecter l'ouverture et la fermeture des accès d'un volume gazeux clos.

Un volume gazeux clos est une expression générale définissant une collection d'objets : Il s'agit d'un volume contenant généralement de l'air, étanche mais pas forcément à cent pour cent. Enumérons pour nous faire une idée plus concrète : volume d'air à l'intérieur d'un placard, d'une habitation, d'un appartement , d'une pièce , d'un local, d'une entreprise, d'un entrepôt, d'un garage, d'une vitrine, d'un coffre-fort, d'un appareil ménager, d'un bocal, d'un véhicule, d'un container, d'un bateau, etc.

Le dispositif selon l'invention fonctionne à l'intérieur de volume clos. Quand le volume est un local , les accès sont par exemple les portes et les fenêtres.

L'ouverture vers l'extérieur ou vers l'intérieur ainsi que la fermeture d'un de ces accès génèrent une perturbation acoustique infrasonores (dont la fréquence des sons est plus basse que les fréquences audibles). Une vibration des parois consécutive à un choc ainsi que la brisure d'une vitre produisent aussi des infrasons détectables. (le passage d'un poids lourd produit aussi des infrasons). Si le dispositif est à l'intérieur d'une pièce d'habitation elle même close par une porte intérieure, l'ouverture de la porte principale de l'habitation est détectable.

On capte ces infrasons par l'intermédiaire d'un capteur sensible aux perturbations acoustiques : c.à.d. microphone électrostatique et microphone piézo-électrique. Ces capteurs sont sensibles non seulement aux perturbations infrasonores mais aussi aux ondes sonores et ultrasonores. Si l'on adjoint au couple micro-préamplificateur une électronique de traitement du signal très simple constituée au minimum par un filtrage passe bas et un détecteur de seuil on obtient un détecteur qui permet de détecter une pénétration dans le volume considéré sans qu'il soit nécessaire de localiser un détecteur à chaque accès . (Infrasons fréquence 0,01 Hertz à 20 Hertz, Détecteur sensible à des variations de pression atmosphérique de quelques dixièmes de microbars .)

-23-

Les dispositifs utilisant ce principe existent : ce sont des détecteurs d'infrasons mais ils consomment beaucoup 9 à 25 milliampères (Impossible de les utiliser sur pile ou sur batterie sans raccordement au secteur).

Le dispositif selon l'invention résout le problème de consommation de ces détecteurs qui au demeurant ne sont pas assez répandu sur le marché par rapport aux détecteurs à infra-rouges pyro-électrique comme détecteur d'intrusion.

A la fin de ce brevet on fourni le schéma électrique d'un prototype testé intermédiaire consommant 800 à 2000 fois moins de puissance électrique que les dispositifs existant. Il consomme en détection 200 fois moins de courant qu'une LED (fig.29-30-31-32).

Le fonctionnement en détail du dispositif est fourni plus loin ainsi qu'une nomenclature des composants utilisés.

Selon un autre mode de réalisation le dispositif comprend un système de transmission sans fil, ou un actionneur, ou un affichage. La mise en œuvre de ces accessoires permet la propagation de l'information de détection en consommant occasionnellement plus d'énergie électrique. L'alimentation permanente de certains de ces accessoires est possible si la consommation de ces derniers est réduite. On préférera les afficheurs à cristaux liquides aux afficheurs par diodes électroluminescentes.

La transmission sans fil après une détection peut être de diverses natures : infra-rouge, inductive, radioélectrique, ultrasonore etc. l'émission peut être codée pour assurer la bonne transmission de l'information et dirigée vers un autre dispositif récepteur adéquat.

L'actionneur peut être un organe électromécanique : moteur, électrovanne, relais,...

Selon un autre mode de réalisation le dispositif est indépendant : c'est à dire non seulement non raccordé au réseau électrique, et doté de sa propre alimentation, mais on peut le déplacer sans trop d'inconvénients. Il n'a pas de liens matériels difficilement sécables avec d'autres objets encombrants. Il fonctionne de manière indépendante. C'est un objet.

Selon un autre mode de réalisation le dispositif est portable. Il possède des dimensions et une masse acceptables. Il fonctionne pendant de longues périodes alors qu'il est transporté ou porté. Il peut faire partie d'un bijou, d'une montre, d'une paire de lunettes, etc.

Selon un autre mode de réalisation le dispositif est miniature. La réduction de la taille des générateurs en énergie électrique (piles, etc.)

-24-

le permet . Il est miniature parce que l'électronique associée (VLSI, etc.) est miniature. Le capteur notamment pyro-électrique, piézo-électrique, microphone à effet électret, hydrophone, électrodes de verre se prête à la miniaturisation. (Le dispositif est une prothèse auditive intraconque, 5 ou bien une sonde que l'on peut ingérer etc.). Il concerne les microtechniques.

Encore une autre mode de réalisation selon l'invention, Le dispositif comprend un étage amplificateur de classe supérieure à la classe A.

10 La classe A concerne les amplificateurs dans lesquels l'élément actif conduit pendant toute la période du signal à amplifier. Les amplificateurs classe A ont une consommation d'énergie constante et indépendante du signal de sortie (maximum au repos). Le rendement théorique maximum d'un tel amplificateur est de 25 % (sans transformateur). Cette classe 15 correspond à l'étage préamplificateur à transistor à effet de champ.

La classe B est un étage amplificateur de type push-pull dans lequel figure deux éléments actifs ; chacun des éléments actifs conduisant pendant une demi période du signal à amplifier. Dans les amplificateurs classe AB ils conduisent pendant un temps supérieur à la demi-période du 20 signal. Ils ont un rendement maximum de 78,5 %. La consommation est faible en l'absence de signal.

La classe D définit un amplificateur dans lequel l'élément actif ou les ou les éléments actifs de puissance fonctionnent comme des interrupteurs ouverts ou fermés . Leur rendement atteint 90 %. Leur consommation 25 dépend de l'amplitude du signal. Ils comportent des sous classes AD, BD.

Dans certaines applications on est amené à associer un étage amplificateur classe A avec un étage amplificateur d'une autre classe.

Dans une prothèse auditive il y a un microphone à électret avec un préamplificateur à effet de champ en classe A et un étage amplificateur 30 en classe D.

Un petit raisonnement pour l'amélioration du rendement de ces dispositifs : Si la puissance utile P_u est la puissance fournie à la charge finale, et si P_c est la somme de toutes les puissances consommées :

35 P_{pr} puissance consommée dans le préamplificateur, P_{zs} la puissance consommée dans la charge du préamplificateur constituée par l'impédance de sortie de celui-ci (fig.2-3) et par l'impédance d'entrée de l'étage amplificateur, P_a la puissance consommée dans l'étage amplificateur, le rendement est $P_u / P_c = P_u / P_{pr} + P_{zs} + P_a$.

On peut augmenter le rendement global en diminuant P_{zs} et P_{pr} en

-25-

augmentant l'impédance de sortie et de charge de l'étage préamplificateur. (On néglige l'impédance d'entrée de l'amplificateur étant très importante). Vu précédemment .

On peut aussi utiliser un préamplificateur selon une classe supérieure à la classe A avec un amplificateur opérationnel très basse consommation. D'une part P_{pr} est faible mais en plus P_{zs} est très faible puisque l'impédance de charge de l'ampli est constituée par des impédances de contre réaction importantes. Le rendement se rapproche de celui de l'étage amplificateur. La puissance consommée est très faible en l'absence de signaux issus du capteur, ce qui est important pour l'autonomie s'il y a des périodes assez longues d'absence de signal .

Selon un autre mode de réalisation, son électronique basse consommation est constitué par un circuit intégré nouveau développé spécialement pour exploiter les signaux d'un capteur à très haute impédance interne par rapport à un phénomène ou une présence à détecter. Le capteur est directement connecté à une entrée très haute impédance du circuit intégré. Le circuit intégré comprend une fonction amplificatrice très basse consommation et aussi une fonction électronique basse consommation exploitant de manière continue les signaux électriques fournis par un capteur. La mise en œuvre de ce dispositif peut nécessiter des composants externes.

Le circuit intégré peut uniquement comporter des fonctions amplificatrices très basse consommation avec des entrées de signaux FET et des comparateurs très basse consommation. Les différentes fonctions de traitement du signal analogique seraient réalisées par des connexions externes et des composants passifs externes . On aurait ainsi un composant standard adapté à de nombreuses situations.

Le circuit intégré peut cependant être beaucoup plus complexe.

Les applications industrielles de ce dispositif sont nombreuses :
 30 amélioration de produits existants, produits nouveaux.

Les figures 29,30,31,32 ainsi qu'une description fonctionnelle de ces figures et une nomenclature concernant le prototype d'un détecteur infrasonore d'intrusion très basse consommation de la taille d'un paquet de cigarettes, pour un usage indépendant ou utilisable dans un système d'alarme alimenté par batterie en remplaçant l'élément de commutation ici Led (fig.29-32) par un élément de communication adéquat .

-26-

Quelques uns des dispositifs susceptibles d'une application industrielle :

Capsules capteur-préampli circuit intégré : capteur pyro-électrique fig.28, microphone à électret fig.30 fig.31 fig.32, photodiode...

5 Prothèse auditive dont le rendement est maximum.

Dispositifs comprenant une électronique de traitement du signal et de commutation :

10 Système de détection de noyade radio, associé à un hydrophone piézo-électrique captant et analysant les sons (ne sont pas directifs) provoqués par une immersion (Il envoi un code radio vers un récepteur ou des signaux acoustiques d'alerte, son autonomie lui permet de fonctionner de très longues périodes sur piles, il est étanche). Il n'y a pas de détecteur de ce type efficace.

15 Appareil portatif (servant à donner l'heure ou non en sus)produit grand public ou de sécurité qui peut détecter les ondes infrasonores (inaudibles) générées par l'ouverture ou la fermeture des accès d'un local clos et fournissant un signal avertisseur en cas d'intrusion permettant à la personne (assoupie ou non) d'être alerté.

20 Dispositif miniature constituant la partie active en veille d'un appareil autonome, indépendant ou portable capable de se réveiller ou de se mettre en fonction dès l'ouverture ou la fermeture de l'accès d'un volume clos (détecteur infrasonore) ou dès la détection d'un mouvement ou d'un passage ou d'une présence corporelle (détecteur pyro-électrique). Le dispositif commute en cas de détection et peut fournir le courant nécessaire pour mettre en route un actionneur : relais, électrovanne. Il permet associé à un diffuseur de substance (parfum, etc.) de diffuser cette substance dès l'ouverture d'une porte ou d'un passage, ou du déplacement d'une main dans un cône de détection.

25 Interrupteur sans contact pour dispositif sur piles.
30 Partie active en veille d'un appareil autonome associé à un emballage, un produit, une publicité, un cadeau, un jouet, un objet, un courrier.

Détecteur de variations du pH autonome d'une substance même solide , qui déclenche une transmission d'alerte (ou\ et) avec un affichage permanent. (aquarium, agriculture ...).

35 Appareil portatif pour la plongée sous-marine permettant de détecter des sons particuliers dans l'eau et de le signaler (bruit d'hélices).

Dispositif permettant de mettre en route un magnétophone la parole.

40 Dispositif ingérable avec capteur (pH ou autres), avec ou non un élément de mémorisation.

-27-

Lunettes portées par un aveugle permettant de repérer la présence angulaire d'un organisme grâce à un dispositif détecteur infrarouge à capteur pyro-électrique et à très faible consommation sur pile bouton.

Détecteur d'alarme à double détection autonome et radio (infrarouge
5 + sonore ou infrasonore) éliminant les fausses détections.

Détecteur à infra-rouges radio autonome très petit, dissimulable.

Accéléromètre portatif déclenchant un air-bag qui protège la personne ou une partie de la personne.

Détecteur portable détectant la présence d'un son particulier.

10 Détecteur portable détectant la disparition d'un son particulier : battement du cœur, cessation d'une activité etc.

Détecteur perpétuel alimenté par photopile la journée et sur condensateur forte capacité à charbon actif en nocturne.

Détecteur de flux laser (associé à un capteur pyro-électrique)
15 miniature à incorporer sur un projectile sur une cible mouvante.

Les trente quatre figures des 11 planches illustrent l'invention.

La fig. 1 représente de manière schématique l'invention.

La fig. 2 les différents signaux et impédances dans un étage préamplificateur

20 Les fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 34, des étages préamplificateurs à FET.

Les fig. 10 et 11 le schéma équivalent des deux principaux montages à FET.

Les fig. 12,13,14,15 des étages préamplificateurs à amplificateurs opérationnels.

Les fig. 16,17,18,19,20,21,22,23,24,33 les différents capteurs.

25 Les fig. 25,26 des associations de capteurs.

La fig. 27 une capsule pyroélectrique à FET plus un amplificateur filtrant.

La fig. 28 une capsule pyroélectrique à Amplificateur Opérationnel.

La fig. 29 un détecteur infrasonore très basse consommation.

30 Les fig. 30,31,32 une capsule microphone à électret à circuit intégré très basse consommation.

Décrivons les différentes figures :

figure 1 : le capteur (1) avec ses deux électrodes (2) (3) associé à un corps d'épreuve éventuel (4), associé à une source de polarisation éventuelle (21) par la résistance de polarisation (20), associé à une

35 impédance éventuelle (5) fournit des signaux à très haute impédance sur une ligne de signaux à très haute impédance (6) sur l'impédance d'entrée (7) extrêmement plus grande que celle du capteur de l'étage préamplificateur ou adaptateur d'impédance (9) qui transmet sur une impédance de sortie (8) des signaux d'impédance utilisables sur une
4 0 ligne de signaux utilisable (10) traversant un blindage (11) enveloppant

- 28 -

la presque totalité de l'ensemble précédent, vers une électronique basse consommation (12) possédant d'autres fonctions éventuelles (13) que celle d'exploiter de manière continue les signaux électriques fournis par le capteur et provoqué par un mesurande (15) due à un phénomène (16).

5 Le dispositif basse consommation possède un élément de communication (14) avec l'extérieur, il possède ou non son alimentation (17), une éventuelle liaison masse blindage (19). Il consomme un faible courant I (22), une masse (18).

N.B. : dans le cas où il y a nécessité d'adjoindre une source de

10 polarisation extérieure il est nécessaire de connecter entre le capteur et l'entrée du préampli une capacité, pour éviter les effets d'une tension continue sur l'entrée du préampli.

figure 2 : le capteur (1) associé ou non à une impédance (5) fournit des signaux de très haute impédance au préamplificateur (4) sur l'impédance d'entrée Z_e (2). Les signaux sont amplifiés et sortent sur l'impédance de sortie de l'étage préamplificateur Z_s (3); le courant de sortie I_s (6) et la tension de sortie V_s (7).

Sur les figures qui suivent : G = gate, D = drain, S = source, B = base, substrat.

20 Figure 3 : elle représente un montage drain commun d'un JFET à canal N (2) amplifiant le capteur (1) associé ou non à une résistance (4), polarisé par la résistance de source (5); la sortie de signal du préamplificateur (3).

Figure 4 : elle représente un montage source commune d'un JFET canal N (2) associé ou non à la résistance (7), la résistance de drain (6), le condensateur de découplage (5); la sortie de signal du préampli (3).

Figure 5 : elle représente un montage source commune d'un JFET canal N (2) à polarisation mixte par pont diviseur (4) et par résistance de source (5) amplifiant le capteur (1), la résistance de drain (7), le condensateur de découplage (6) la sortie de signal du préampli (3).

30 Figure 6 : elle représente un montage source commune d'un JFET canal N (2) polarisation par le courant détectée par la jonction gate-canal quand la tension d'entrée est positive, la résistance de drain (6), le capteur (1), le dispositif de polarisation (4) (5), la sortie de signal du préampli (3).

35 Figure 7 : elle représente un montage source commune d'un JFET canal N (2) polarisation par une source de tension (5) dans le gate et une résistance de polarisation (4), le capteur (1), la sortie de signal du préampli (3).

-29-

Figure 8 : elle représente un montage source commune avec un JFET canal P (2) la résistance de polarisation (4), la résistance de drain (5), la résistance de source (6), le condensateur de découplage (7) , la sortie de signal du préampli (3).

5 Figure 9 : elle représente un montage source commune avec un MOS canal N (2), le pont de polarisation (4) (5), la résistance de drain (6) , la sortie du signal du préampli (3).

Figure 34 : elle représente un montage drain commun avec un JFET canal N (2), polarisé par une source de courant (4) constituée par un autre FET, la résistance peut être intégrée, La sortie du signal du préampli (3)

Figure 10 : le schéma équivalent du préamplificateur en source commune (JFET canal N) . L'impédance de sortie du préamplificateur (1) constituée par la résistance de drain R_d importante en parallèle sur la résistance dynamique r_{ds} (2) et la source de courant $g_m V_{gs}$ permettant d'établir le gain en tension en négligeant r_{ds} ($-g_m R_d$).

Figure 11 : le schéma équivalent du préamplificateur en drain commun (JFET canal N). L'impédance de sortie du préamplificateur constitué par la résistance de source R_s importante en parallèle sur la résistance de sortie r_{ds} (2) et la source de courant ($g_m V_{gs}$) permettant d'établir le gain en tension en négligeant r_{ds} ($g_m R_s / 1 + g_m R_s$) inférieur à 1.

Les figures 12,13,14,15 sont renseignées dans la description.

Les figures 16,17,18,19,20,21,22,23,24 ont leur fonctionnement décrit dans la description. Leur nomenclature commune est

25 électrode (1) et électrode (2)

figure 16 : capteur pyro-électrique

3 lame pyro-électrique

4 couches métalliques

5 flux thermique

30 figure 17 : capteur piézo-électrique :

3 corps piézo-électrique

4 couches métalliques

5 force, couple, pression

35 figure 18 : câble piézo-électrique : hydrophone, etc

3 Matériau piézo-électrique

4 gaine métallique

5 conducteur central

6 pression

40 figure 19 : accéléromètre piézo-électrique à montage en porte à faux

3 Lames piézo-électriques

-30-

- 4 Masse sismique (corps d'épreuve)
- 5 boîtier
- 6 accélération

- 5 figure 20 : électrodes de verres pour la mesure du pH :
- 1 Electrode de référence
 - 2 Electrode (élément de référence interne)
 - 3 Membrane de verre
 - 4 solution de pH connu
 - 5 solution de pH inconnu
- 10 figure 21 : capteur pelliculaire de pression :
- 3 Dépôts métalliques
 - 4 Feuille diélectrique
 - 5 Source de polarisation externe
 - 6 Résistance de polarisation
 - 7 Isolant
 - 8 Couches de colle
 - 9 Profil
 - 10 pression
- 15 figure 22 : capteur pelliculaire de pression à effet électret
- 3 Volume d'air
 - 4 Métal présentant des irrégularités superficielles
 - 5 Membrane à effet électret
 - 6 Métallisation
 - 7 Profil
 - 8 Pression
- 25 figure 23 : Microphone électrostatique à effet électret :
- 3 Electret sur électrode fixe (2)
 - 4 Volume d'air
 - 5 Membrane métallisée sur la face interne
 - 6 Orifices d'amortissement
 - 7 Fuite capillaire
 - 8 Isolant
 - 9 Armature fixe
 - 10 Perturbation acoustique
- 30 figure 24 : Montage d'un détecteur faisant appel à l'ionisation d'un gaz :
- 3 Anode
 - 4 Cathode
 - 5 Isolants
 - 6 Haute tension
- 40

-31-

- 7 Condensateur
- 8 Résistance
- 9 Gaz
- 10 Rayonnements radioactifs

5 figure 33 : Photodiode en mode photovoltaïque :

- 3 Photodiode
- 4 Résistance
- 5 Flux incident

figure 25 : capteurs associés en parallèle

10 figure 26 : capteurs associés en série

- 3 capteur n
- 4 capteur n+1

figure 27 : elle représente une capsule détecteur pyro-électrique (2) à l'intérieur d'un blindage comprenant le capteur proprement dit (1) avec

15 la résistance de polarisation interne (3) et le transistor JFET canal N (4) dans un montage classe A, drain commun polarisé par la résistance de source R_s (7) et la résistance de drain R_d (9) découplée par la capacité de découplage (8). Ce montage est un montage relativement basse consommation car $R_s + R_d$ est égal à 57 kilohms. Ensuite le signal de

20 sortie (6) est acheminé vers un filtre passe bas très basse fréquence de gain statique élevé constitué par l'ensemble (10) (11) (12) (13) (14). Le signal de sortie (15) est ensuite dirigé sur un autre filtre passe bas de gain statique élevé, ensuite le signal est appliqué à un détecteur de seuil, à une électronique de commutation comportant une temporisation ré-armable.

25 (le flux thermique (5) peut traverser un corps d'épreuve filtre ou lentille de Fresnel commune à tous les détecteurs à infra-rouges de mouvement)

figure 28 : elle représente une capsule détecteur pyro-électrique (2) à l'intérieur d'un blindage, le capteur (1) associé à la résistance très

30 importante (3) qui le transforme pour être amplifié en tension, l'amplification en tension est assurée par la fonction amplificatrice intégré très basse consommation similaire à la figure 12 par l'amplificateur opérationnel (4) les composants (7) (8) la mi-tension (9). Le signal de sortie traverse le blindage (6).

35 Figure 29 : elle représente le schéma électrique d'un détecteur infrasonore très basse consommation, environ 45 microampères pour 3 Volts. Les signaux issus de la capsule microphone à électret à circuit intégré très basse consommation constitué par l'ensemble (1) (2) (3) (4) (5) (6) ; cet ensemble est illustré par les figures 30,31,32 et le

40 fonctionnel dans ce qui suit, il consomme environ 9 microampères. Les

-32-

signaux issus de cet ensemble sont filtrés par l'ensemble (7) (8) (9) (10) (11) qui constitue un filtrage passe bas très basse fréquence .

l'amplification de ces signaux est assuré par l'ensemble (12) (13) (14).

Ensuite une détection de seuil des signaux amené par la résistance (15)

5 par rapport à une tension variable réglée par le potentiomètre (18) entre une résistance connectée à l'alimentation (19) et une tension moyenne des signaux filtrés par le filtre passe bas (16) (17) grâce à la moitié d'un comparateur très basse consommation (20). Le dispositif (21) (22) (23)

(24) (25) (26) constitue une temporisation réarmable pour la sortie du
10 comparateur (26) qui permet la commutation du transistor (31) dont la base est polarisé par (28) (29) et l'allumage de la LED (32) pendant la temporisation à travers la résistance (30). L'alimentation du système est assuré par deux piles de 1,5 Volts (33) (34).

Figure 30,31,32 : les figures 30,31,32 représente une réalisation selon

15 l'invention : une capsule à micro électrostatique à effet électret et à préampli circuit intégré à amplificateur opérationnel très basse consommation avec mi-tension. La figure 30 représente le dispositif physique en coupe , la figure 31 une vue de dessus du dispositif, la figure 32 le schéma électrique fonctionnel .. Le fonctionnement est similaire au

20 fonctionnement de la figure 12 et de la figure 28 . Le microphone électrostatique (fig.32-1) (fig. 32-2) est relié au boîtier conducteur (fig. 32-5) ou à la masse (fig32-20) et à l'entrée non inverseuse de l'amplificateur opérationnel (fig32-15) utilisé en contre réaction de tension qui consiste à injecter sur l'entrée inverseuse (fig32-16) une

25 fraction de la tension de sortie (fig. 32-18) fixée par les résistances R1 (fig.32-20) et R2 (fig.32-23) ; dans ce cas le gain est pratiquement constant égal à $(R1+R2)/R1$. Le gain en tension est positif et l'impédance d'entrée est considérable. La résistance série (fig. 32-21) très élevée permet de recueillir les variations de courant du capteur. Une

30 variation de courant dans la résistance provoque une variation de tension correspondant à l'excitation du capteur qui est appliquée à l'entrée non inverseuse (fig. 32-15) du circuit intégré autour de la tension de repos (fig.32-19), mi-tension entre la tension d'alimentation (fig. 32-17) et la masse (fig.32-20) réalisée par l'utilisation de deux piles de 1,5 Volts à

35 des fins de stabilité de la tension en réduisant la résistance interne du générateur et la consommation de courant , augmentée s'il avait fallu adjoindre un dispositif stabilisateur de tension. La liaison (fig.32-9) doit être aussi courte que possible pour limiter les effets capacitifs indésirables et les parasites dus aux champs électromagnétiques externe au boîtier qui

-33-

lui même constitue un écran. Les anneaux de garde de la figure 12 ne sont pas représentés.

figures 33 et 34 : présentées précédemment.

Nomenclatures des figures : 27,28,29,30,31,32 :

5 figure 27 :

- | | | |
|---|---------------------------------|--|
| 1 | capteur pyro-électrique | <div style="display: flex; justify-content: space-between; padding: 0 10px;"> Capsule Pyro-électrique </div> |
| 2 | blindage enveloppant la capsule | |
| 3 | résistance associée au capteur | |
| 4 | Transistor à effet de champ | |

- | | | |
|----|----|------------------------------|
| 10 | 5 | Flux thermique |
| | 6 | Sortie de signal du préampli |
| | 7 | Résistance 47 kilohms |
| | 8 | Condensateur 10 microfarads |
| 15 | 9 | Résistance 10 kilohms |
| | 10 | Condensateur 10 microfarads |
| | 11 | Résistance 10 kilohms |
| | 12 | Amplificateur opérationnel |
| 20 | 13 | Condensateur 100 nanofarads |
| | 14 | Résistance 1000 kilohms |
| | 15 | Sortie signal |

figure 28 :

- | | | |
|----|---|--|
| 25 | 1 | Capteur pyro-électrique |
| | 2 | Capsule |
| | 3 | Résistance associée au capteur plusieurs dizaines de mégohms |
| | 4 | Amplificateur opérationnel intégré très basse consommation. |
| | 5 | Flux thermique |
| 30 | 6 | Sortie de signal du préampli |
| | 7 | Résistance |
| | 8 | Potentiomètre de gain forte valeur |
| | 9 | Mi-tension |

figure 29 :

- | | | |
|----|---|---|
| 35 | A | capsule : |
| | 1 | Capteur microphone électrostatique à effet électret |
| | 2 | Blindage |
| | 3 | Résistance 100 Mégohms |
| | 4 | Demi circuit intégré (double amplificateur opérationnel de précision LinCMOS DE TEXAS INSTRUMENT TLC272CP très basse consommation) |
| | 5 | Résistance 10 Kilohms |

-34-

- 6 Résistance 1 Mégohm
- B filtrage en fréquence :
 - 7 Résistance 475 Kilohms
 - 8 Résistance 475 Kilohms
 - 5 9 Condensateur 100 Nanofarads
 - 10 Condensateur 47 Nanofarads
 - 11 Demi circuit intégré (TLC272CP)
- C Amplificateur
 - 10 12 Résistance 1 kilohm
 - 13 Résistance 100 kilohms
 - 14 Demi circuit intégré (TCL27L2CP)
- D comparateur :
 - 15 15 Résistance 22,6 Kilohms
 - 16 Condensateur électrolytique 220 Microfarads
 - 17 Résistance 4,7 Kilohms
 - 18 Potentiomètre 220 Kilohms
 - 19 Résistance 100 Kilohms
 - 20 Demi circuit intégré (Double comparateur TEXAS INSTRUMENT TCL393CP très basse consommation)
- 20 E Temporisation :
 - 21 Résistance 1 Mégohm
 - 22 Résistance 100 Kilohms
 - 23 Condensateur électrolytique 1 Microfarad
 - 25 24 Résistances 100 Kilohms
 - 25 25 Résistance 226 Kilohms
 - 26 Demi circuit intégré (TLC393CP)
 - 27 Résistance 2 Mégohms
- F Commutation :
 - 30 28 Résistance 487 Kilohms
 - 29 Résistance 22 Kilohms
 - 30 Résistance 10 Kilohms
 - 31 Transistor npn (BC337)
- G Signalisation
 - 32 Led
- 35 H Alimentation
 - 33 Pile 1,5V
 - 34 Pile 1,5 V

-35-

LEGENDE FIGURES 30,31,32

- 1) membrane (diam. 10mm)
- 2) contre électrode
- 5 3) électret
- 4) support contre électrode
(transducteur disponible chez constructeur)
- 5) boîtier conducteur
- 6) anneau conducteur
- 10 7) isolant séparateur
- 8) feutre
- 9) fil conducteur
- 10) soudure
- 11) espace inter électrode(quelques microns d'épaisseur)
- 15 12) circuit intégré (TLC27L2CP TEXAS INSTRUM.)
- 13) circuit imprimé
- 14) blindage
- 15) entrée non inverseuse repliée
- 16) entrée inverseuse
- 20 17) tension positive alimentation
- 18) sortie signal
- 19) mi-tension
- 20) masse
- 21) résistance série (100 MOHMS)
- 25 22) résistance R1 (10 KOHMS)
- 23) résistance R2 (1 MOHM)
- 24) piles (2 fois 1,5 VOLTS)
- 25) amplificateur opérationnel (deux par boîtier)
- 26) connexion masse-boîtier .
- 30 27) orifices d'amortissement.
- 28) événement.

Selon un mode réalisation précédemment décrit, le dispositif possède une très faible consommation de courant entrant dans une fourchette de quelques nano-ampères à quelques milliampères, on peut assurément mieux décrire ce dispositif en disant que sa consommation
5 de courant est inférieure à deux milliampères. En ce qui concerne la consommation du circuit intégré associé, j'ai donné des exemples de circuits intégrés possédant des entrées à très grande impédance dont la consommation pouvait descendre jusqu'à quelques microampères. La mise en œuvre dans les dispositifs existants, de l'étage adaptateur
10 d'impédance qu'il soit réalisé par un transistor à effet de champ ou un circuit intégré est vorace en énergie électrique. Une consommation inférieure à 200 microampères pour le circuit intégré selon l'invention permet de mieux se démarquer des dispositifs existants.

Selon un autre mode de réalisation précédemment décrit (quand le
15 dispositif comprend une électronique de traitement du signal et de commutation) l'électronique peut être essentiellement constituée par un ou plusieurs circuits intégrés ayant une très basse consommation. Dans ce mode de réalisation il est possible d'associer une consommation de courant (en attente de détection) maximale pour le dispositif selon
20 l'invention et pour chacun des différents capteurs utilisés en tenant compte des performances (médiocres) en consommation électrique des différents systèmes déjà existants associés à chacun de ces capteurs :

- 200 microampères : capteur utilisant l'effet piézo-électrique, capteur électrochimique pour la mesure du pH, capteur de pression
- 25 d'un fluide gazeux ou liquide par variation de capacité (capteur pelliculaire de pression), capteur de rayonnements nucléaires à ionisation dans les gaz.
- 60 microampères : microphone électrostatique (voir réalisation figure 29), photodiode en mode photovoltaïque.
- 30 ---- 30 microampères : capteur utilisant l'effet pyro-électrique.

REVENDECATIONS

- 1) Dispositif électronique de détection ayant une très faible consommation de courant (22) inférieure à deux milliampères, exploitant de manière continue les signaux électriques fournis par un capteur (1) à très haute impédance interne [capteur utilisant l'effet
5 pyro-électrique, capteur utilisant l'effet piézoélectrique, photodiode en mode photovoltaïque, capteur électrochimique à électrodes de verre pour la mesure du pH, capteur de pression d'un fluide gazeux ou liquide par variation de capacité (capteur pelliculaire de pression et microphone électrostatique), capteur de rayonnements nucléaires à
10 ionisation dans les gaz], caractérisé en ce qu'il comprend, un circuit intégré, dont la consommation est inférieure à 200 microampères, avec au moins une entrée de signal, à très haute impédance, reliée à une des électrodes d'un des capteurs suivants : capteur utilisant l'effet pyro-électrique, capteur utilisant l'effet piézo-électrique,
15 photodiode en mode photovoltaïque, capteur électrochimique à électrodes de verre pour la mesure du pH, capteur de pression d'un fluide gazeux ou liquide par variation de capacité (capteur pelliculaire de pression et microphone électrostatique), capteur de rayonnements nucléaires à ionisation dans les gaz.
- 20 2) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il possède son propre générateur en énergie électrique (fig.1-17) lui permettant de fonctionner sans être connecté au réseau de distribution en électricité.
- 3) Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2 caractérisé en ce que le capteur et le circuit intégré sont groupés dans une enveloppe
25 constituant un blindage (fig. 1-11).
- 4) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il ne comprend que le capteur et le circuit intégré.
- 5) Dispositif selon la revendication 1 à 3 caractérisé en ce qu'il comprend une électronique de traitement du signal et de commutation
30 essentiellement constituée par un ou plusieurs circuits intégrés très basse consommation, capable de traiter le signal et de commuter dès l'occurrence de signaux particuliers ou bien dès la modification, ou bien dès la disparition de signaux particuliers en provenance de l'étage préamplificateur correspondant à des variations particulières du
35 mesurande, qui consomme très peu dans cette attente de détection, en dessous de 200 microampères pour un des capteurs suivants [capteur utilisant l'effet piézo-électrique, capteur électrochimique pour la

- mesure du pH, capteur de pression d'un fluide gazeux ou liquide par variation de capacité (capteur pelliculaire de pression), capteur de rayonnements nucléaires à ionisation dans les gaz], en dessous de 60 microampères pour une association avec un microphone électrostatique
- 5 ou une photodiode en mode photovoltaïque, en dessous de 30 microampères pour un capteur utilisant l'effet pyro-électrique, et peut commuter en fournissant la transition d'un niveau tout ou rien compatible logique, ou un changement d'état sur une sortie de commutation à chaque détection et consommer occasionnellement ou
- 10 dès lors beaucoup plus de courant.
- 6) Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisé en ce que le circuit intégré réalise un filtrage passe bas pour les signaux électriques issus du capteur.
- 7) Dispositif selon la revendication 1 ou 2 ou 3 ou 5 ou 6 caractérisé en
- 15 ce qu'il comporte une électronique de traitement du signal et de commutation en association avec un microphone électrostatique ou piézo-électrique, capable de détecter des ondes infrasonores générées par l'ouverture ou la fermeture des accès d'un volume gazeux clos.
- 8) Dispositif selon la revendication 1 à 3 , 5 à 7 caractérisé en ce qu'il
- 20 comprend un système de transmission sans fil ou un actionneur ou un affichage dont la mise en œuvre consomme peu d'énergie ou est occasionnelle après une détection.
- 9) Dispositif selon la revendication 1 à 3 , 5 à 8 caractérisé en ce que le dispositif est indépendant (ou\et) portable (ou\et) miniature.

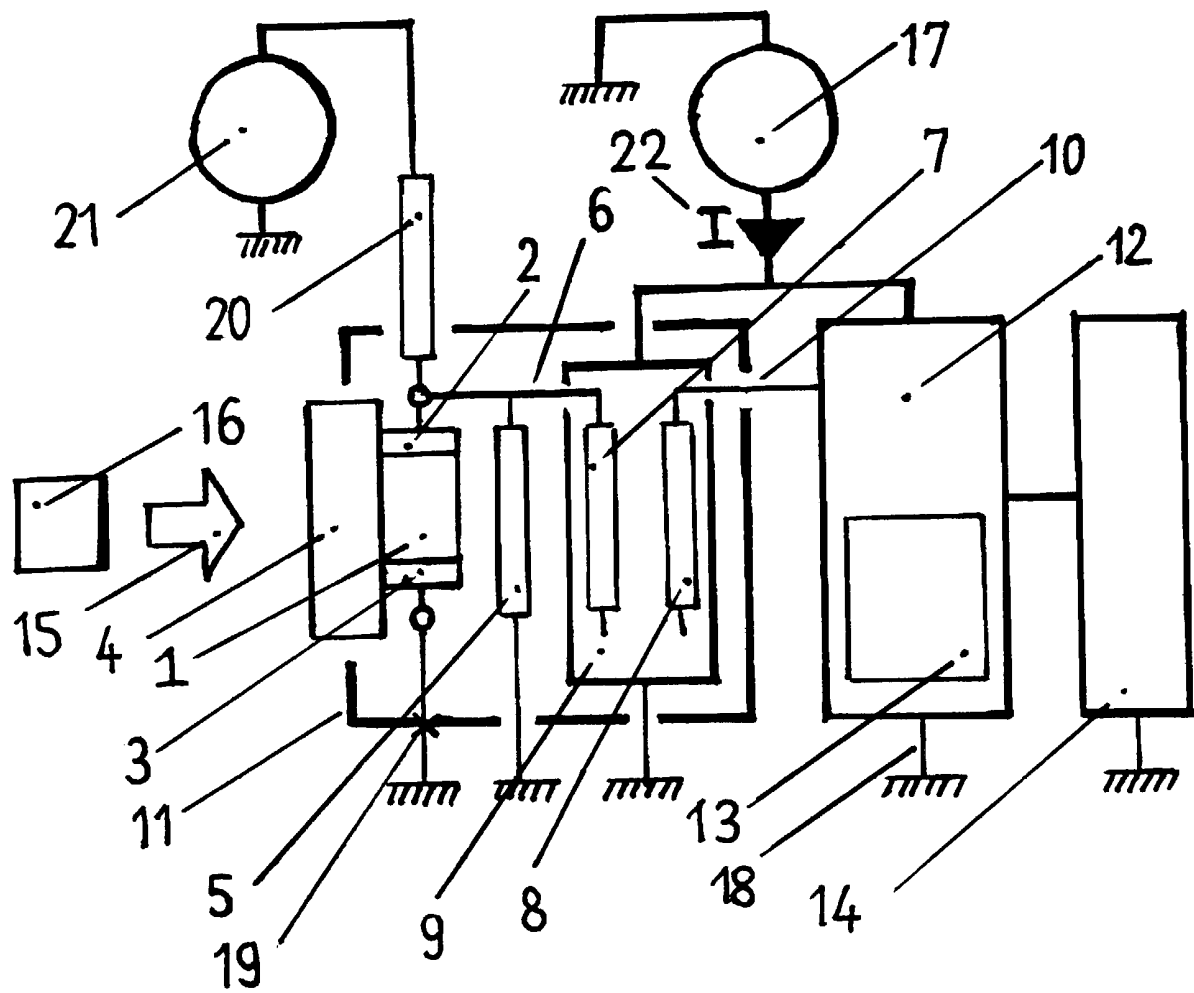
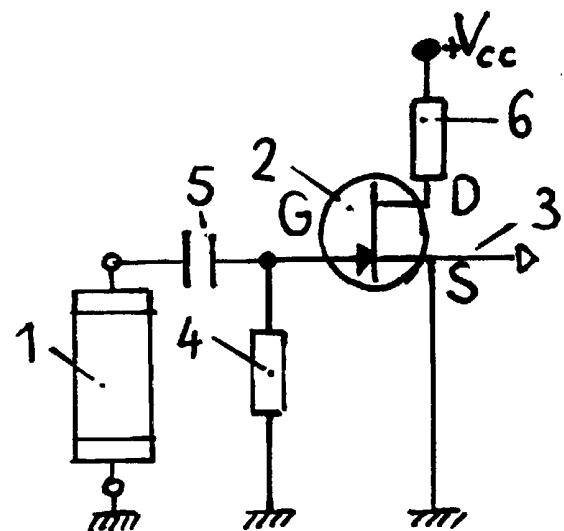
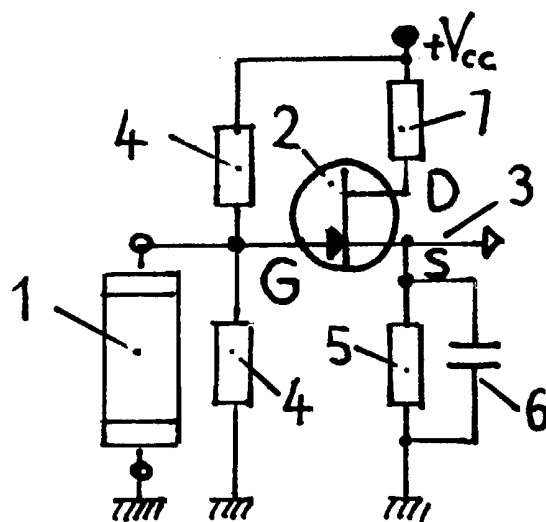
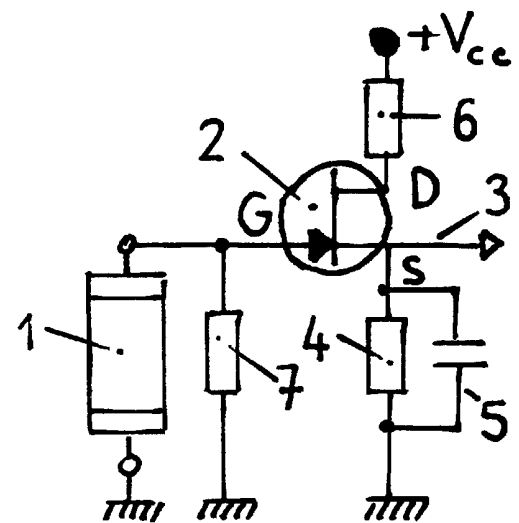
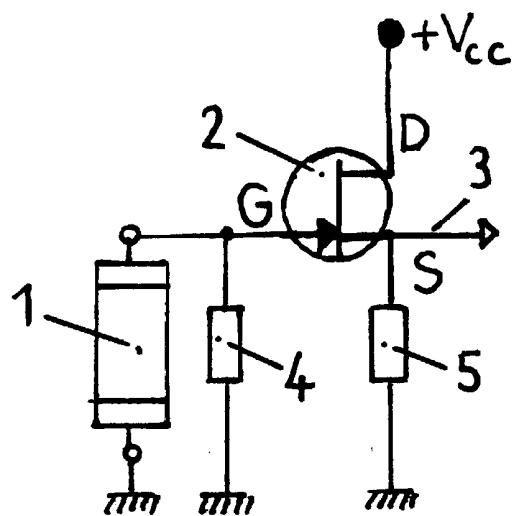
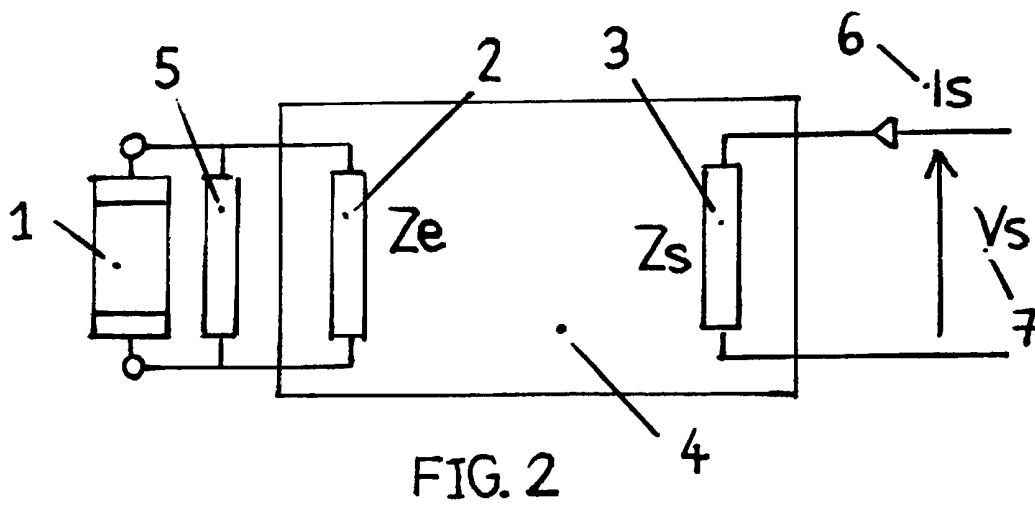


FIG. 1

2/11



3/11

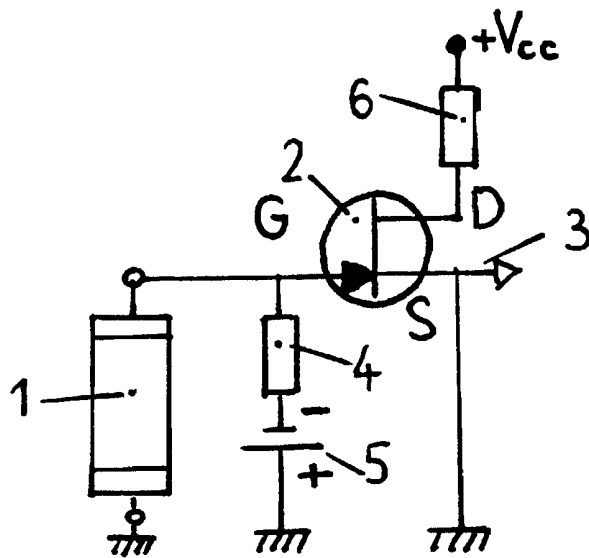


FIG. 7

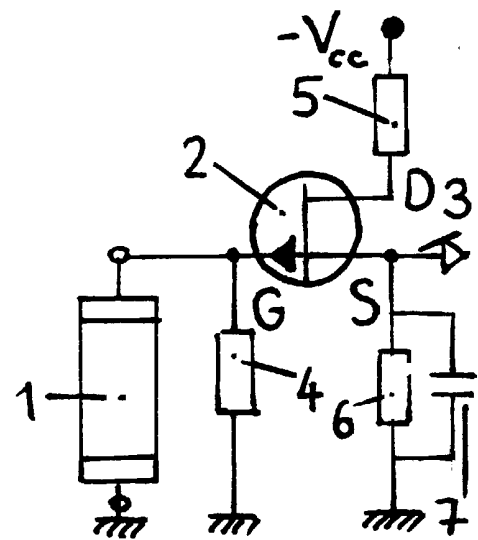


FIG. 8

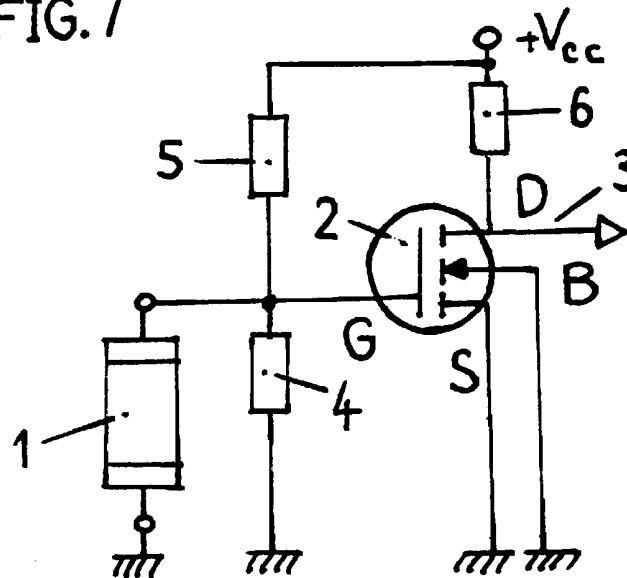


FIG. 9

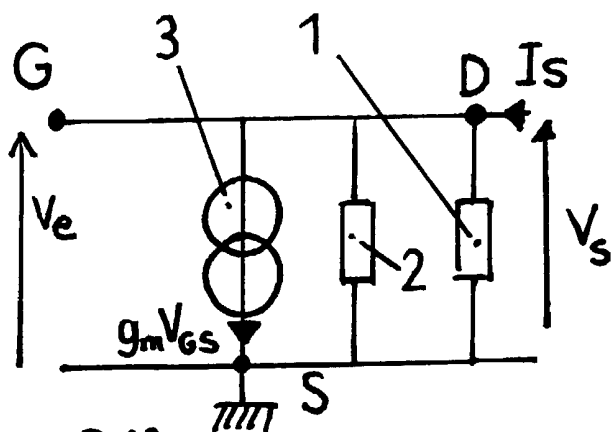


FIG. 10

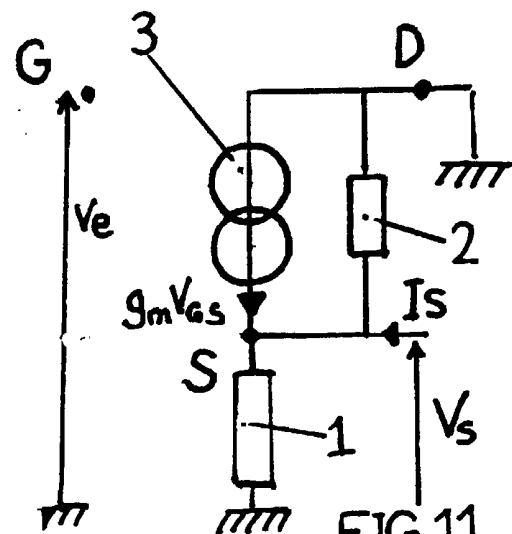


FIG. 11

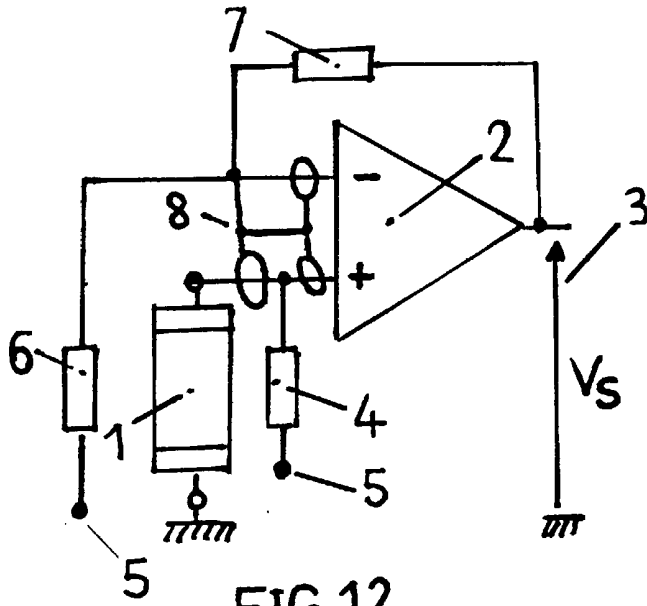


FIG. 12

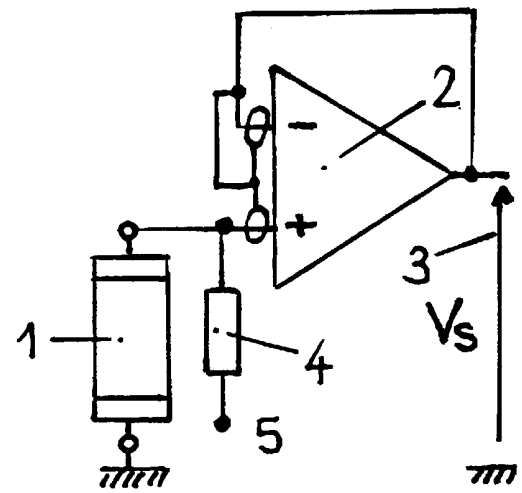


FIG. 13

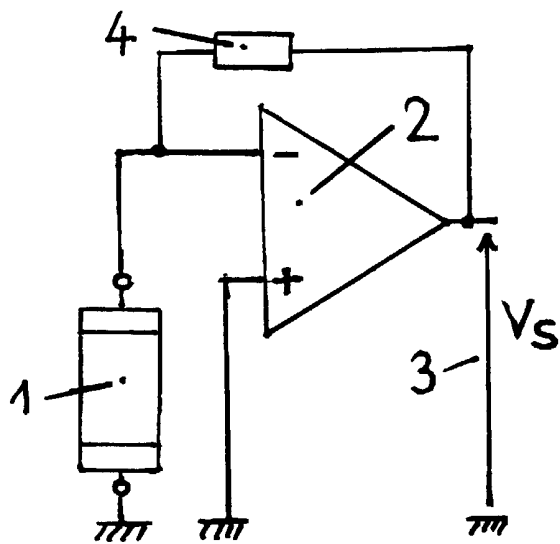


FIG. 14

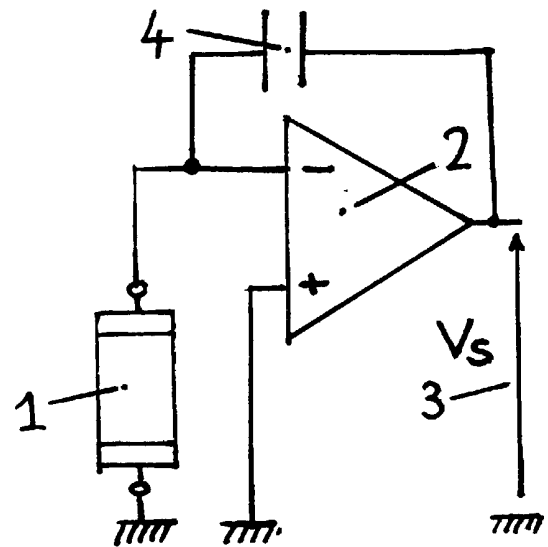


FIG. 15

5/11

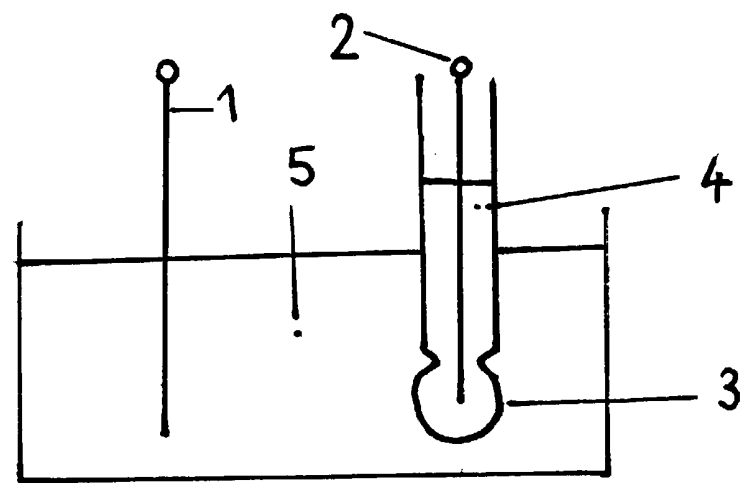
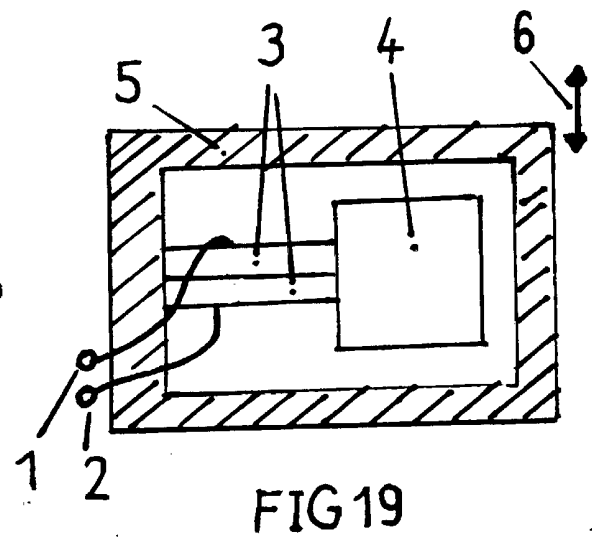
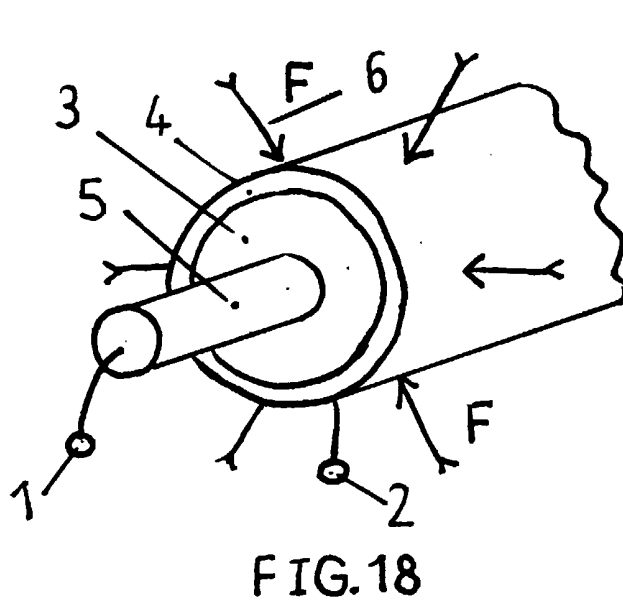
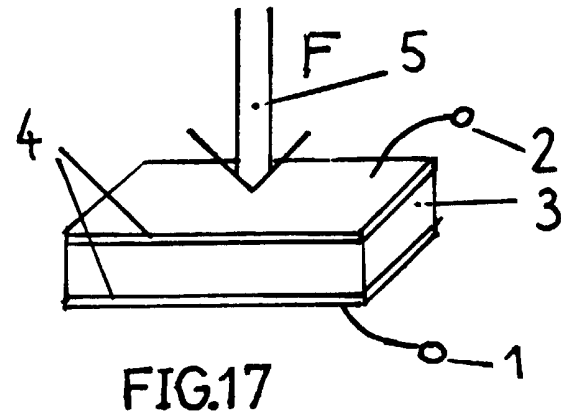
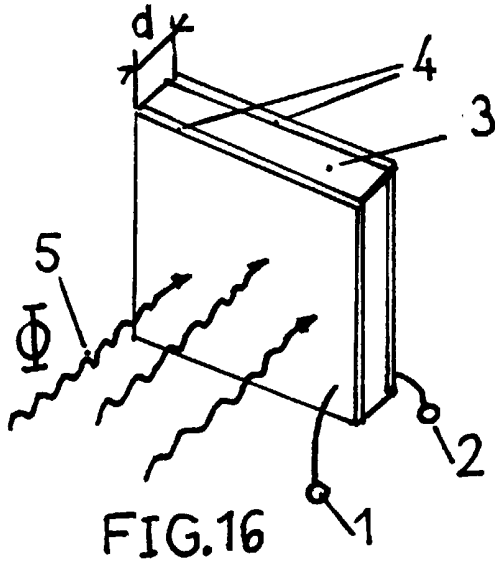


FIG. 20

6/11

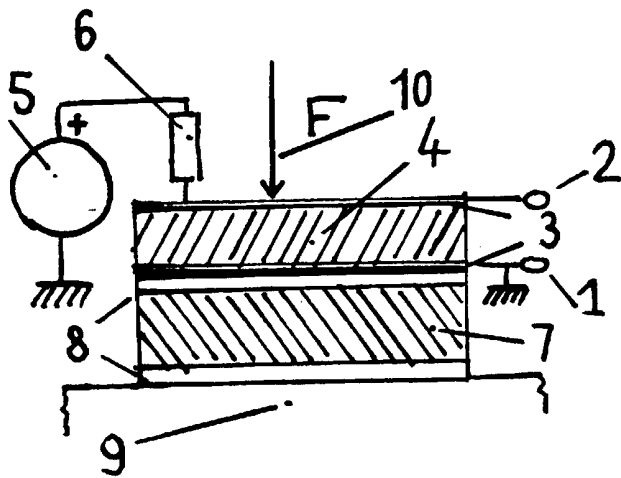


FIG. 21

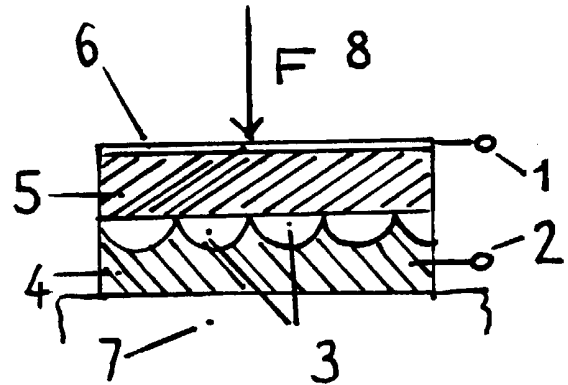


FIG. 22

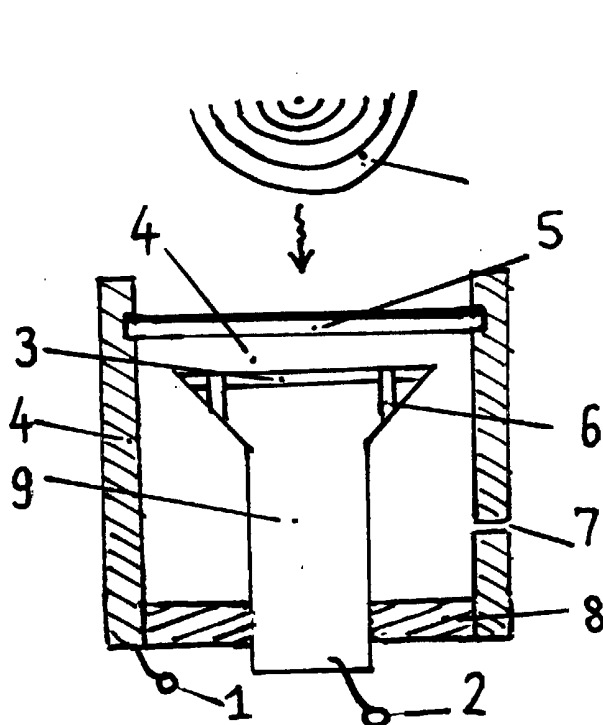


FIG. 23

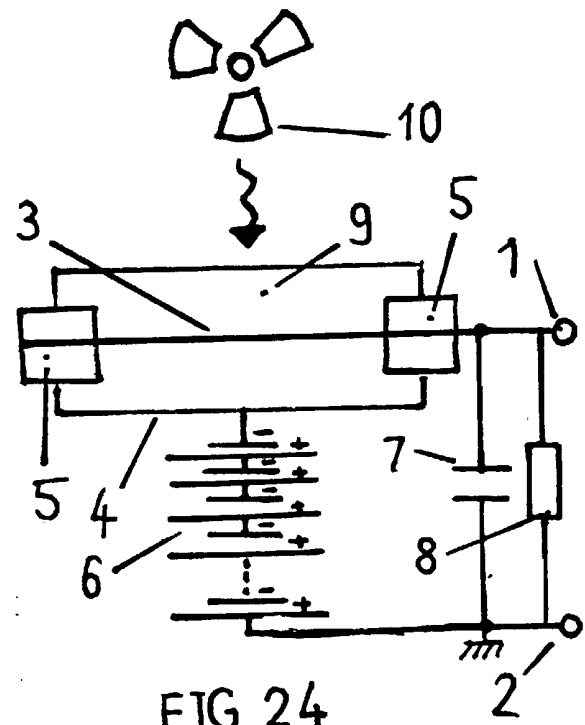


FIG. 24

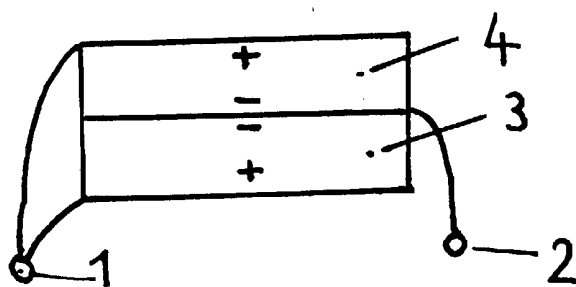


FIG. 25

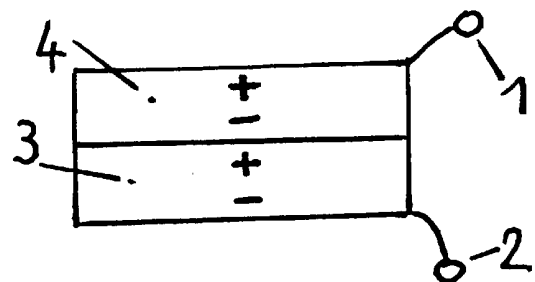


FIG. 26

7/11

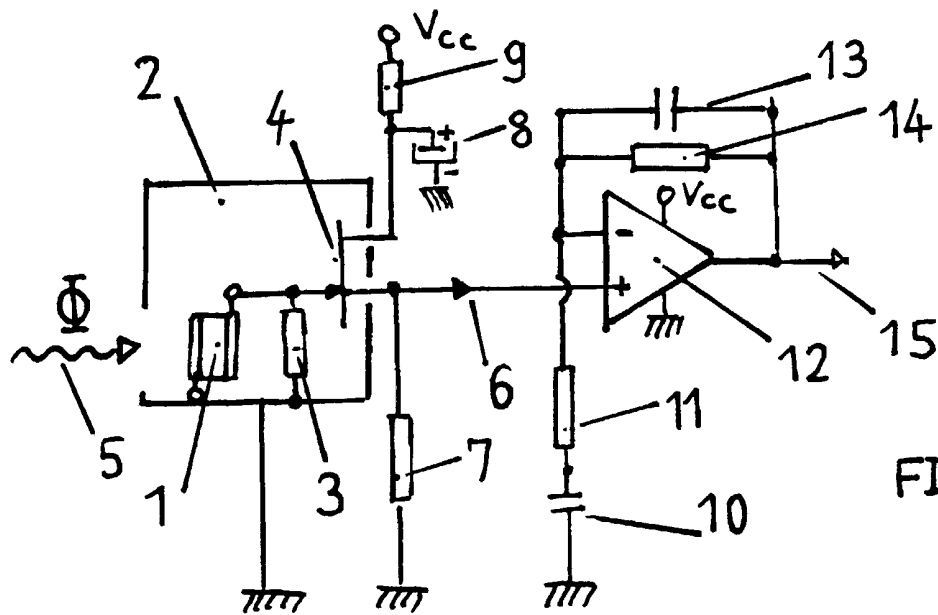


FIG. 27

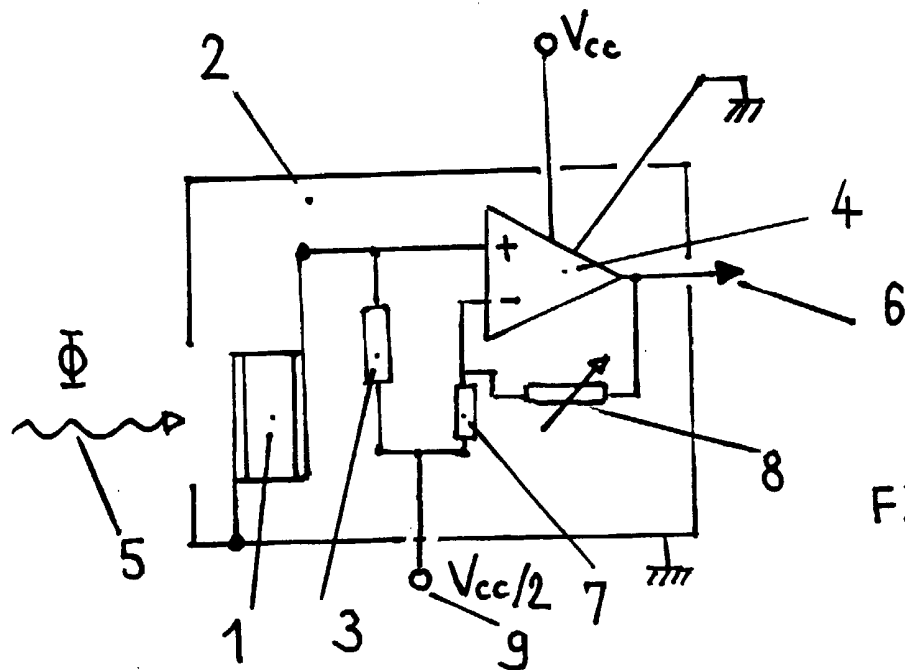


FIG. 28

8/11

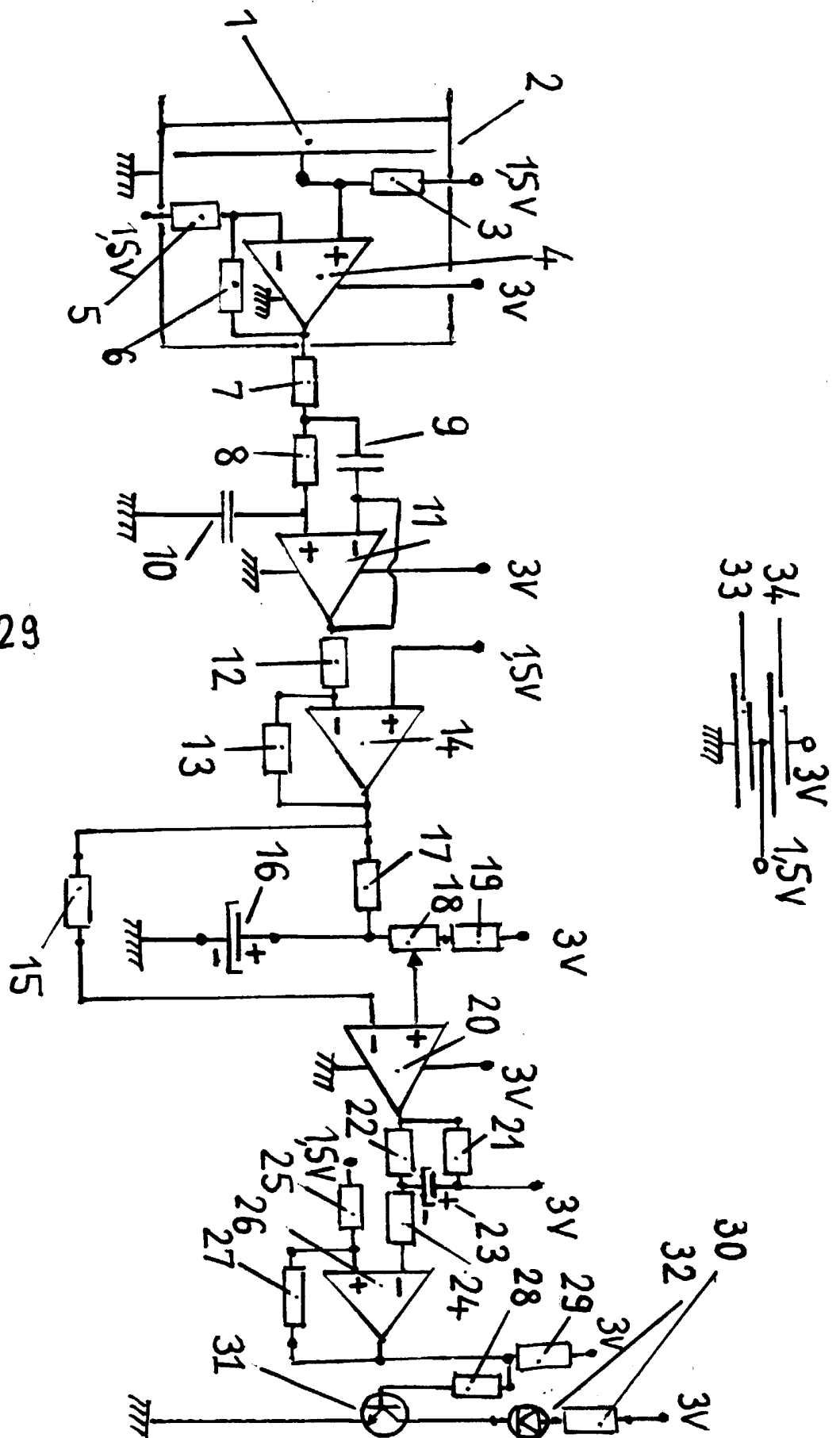
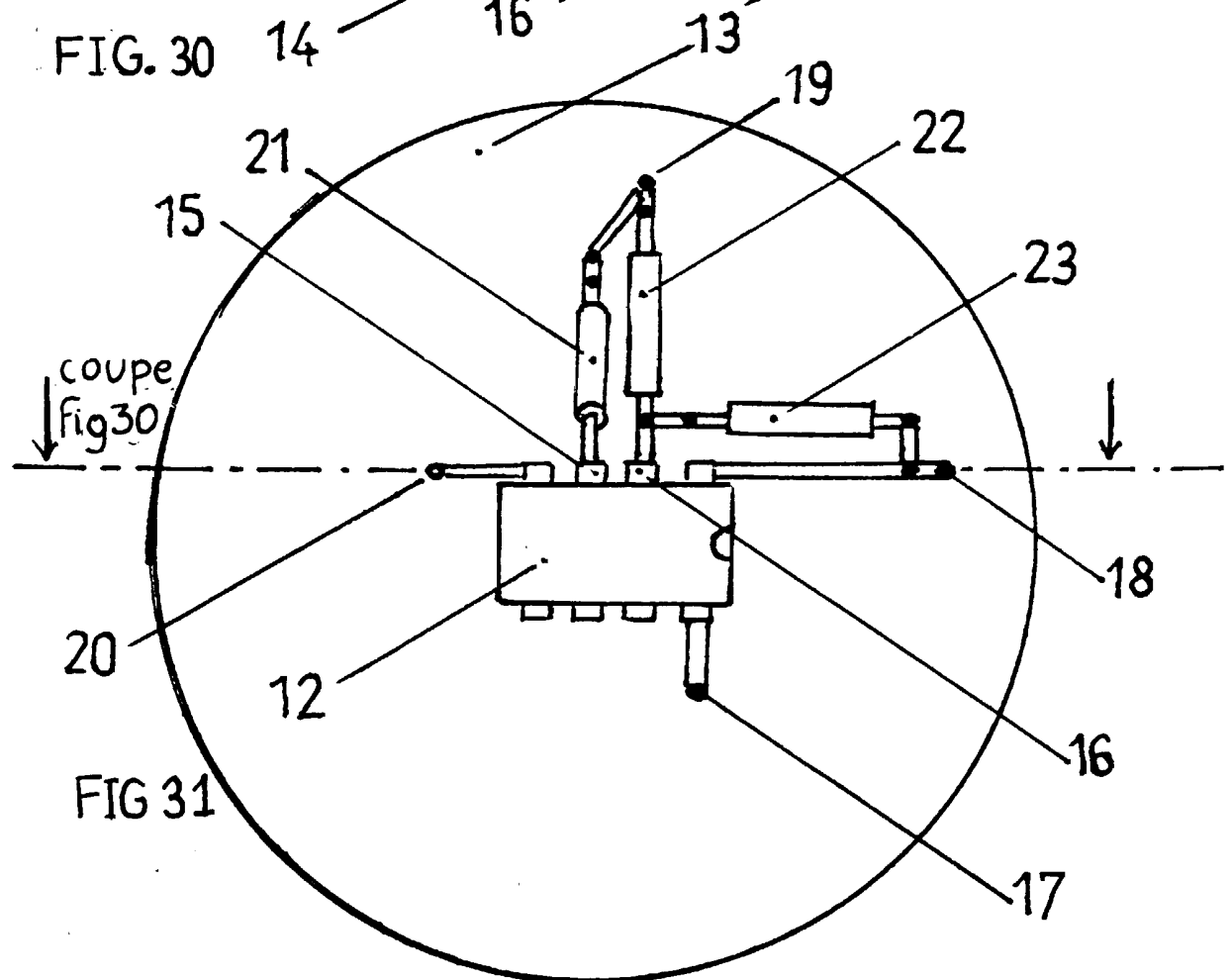
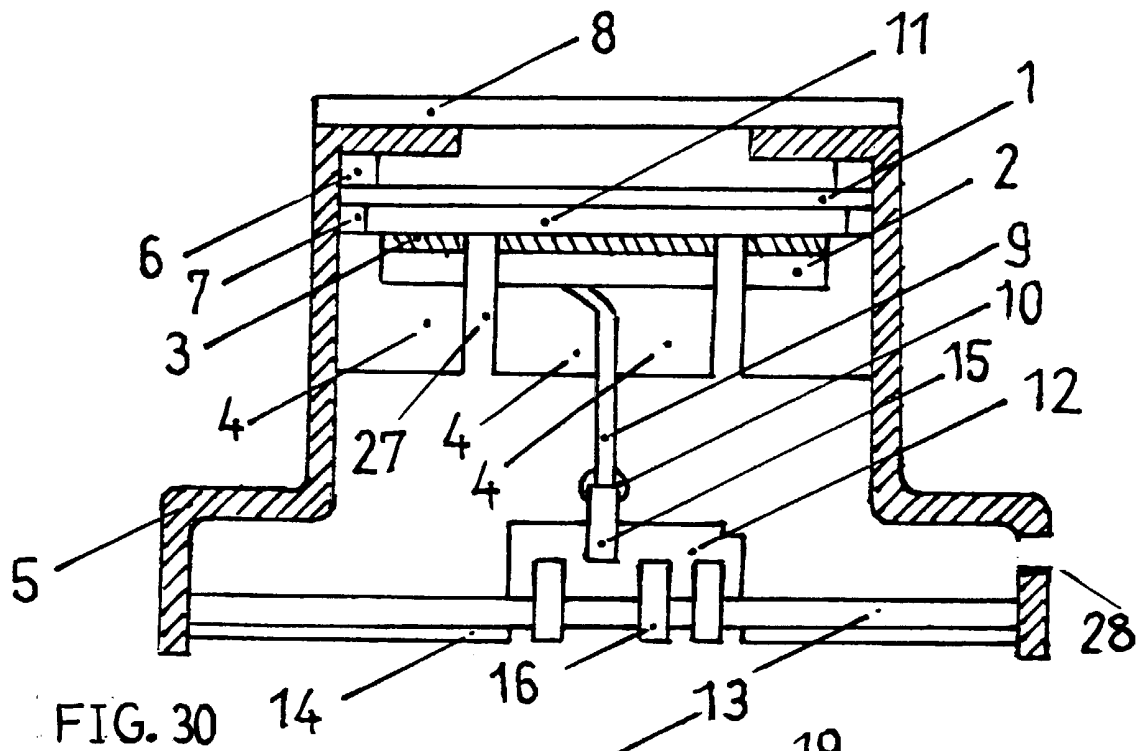


FIG. 29

9/11



11/11

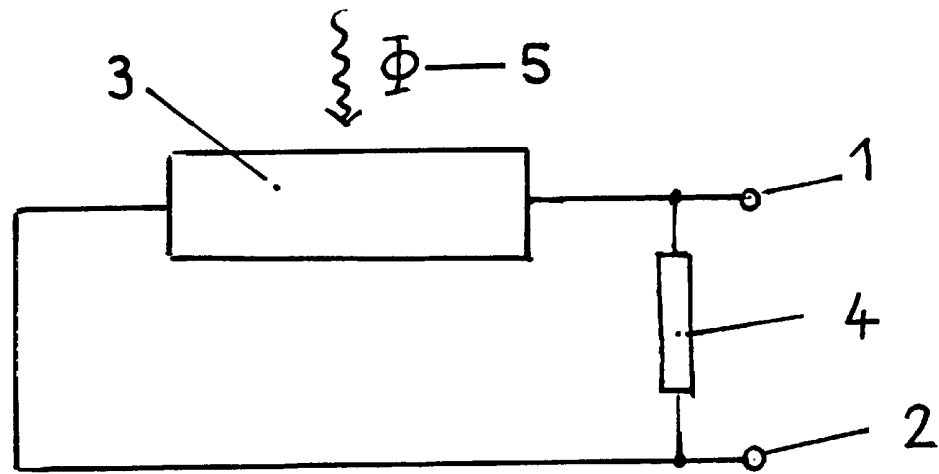


FIG. 33

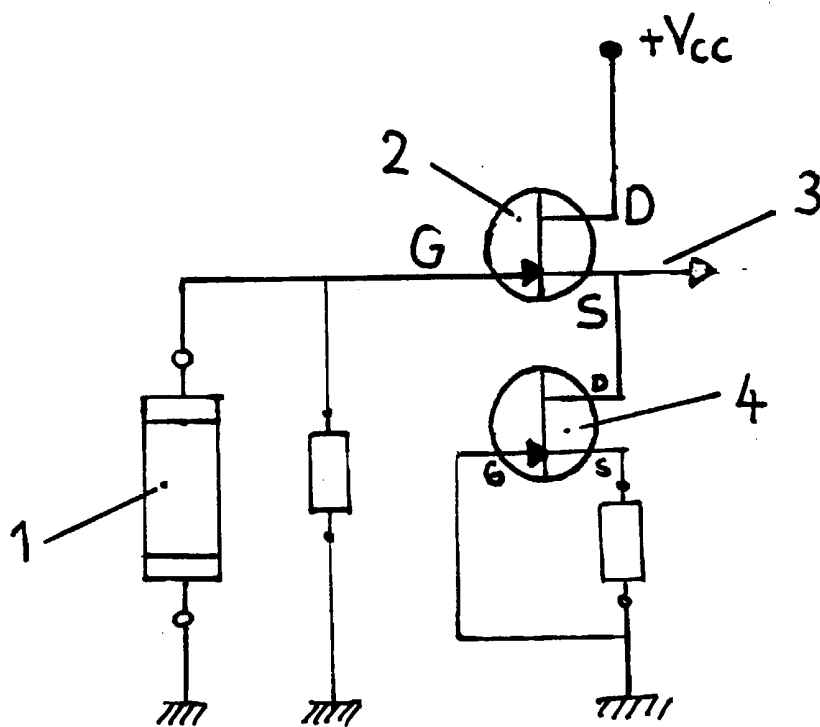


FIG. 34

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIRE**
établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 566301
FR 9804292

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	WO 98 07110 A (UNIV CALIFORNIA) 19 février 1998 * le document en entier *	1-6,9
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 013, no. 212 (P-873), 18 mai 1989 & JP 01 031084 A (SHIMADZU CORP), 1 février 1989 * abrégé *	1
X	US 5 581 077 A (CHIROVSKY LEO M ET AL) 3 décembre 1996 * abrégé *	1
X	GB 2 308 887 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD) 9 juillet 1997 * abrégé *	1
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
		G01D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
19 février 1999		Lut, K
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant		