

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 16411

(54) Dispositif de mesure, notamment d'une pression, à détecteur placé à distance de son moyen d'alimentation électrique.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 01 L 9/10 // G 05 F 1/10.

(22) Date de dépôt..... 25 juillet 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 4 du 29-1-1982.

(71) Déposant : SEREG, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Pierre Bertrand et Thijlbert De Paepe.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : M. Colombe - Giers Schlumberger,
BP N° 121, 92124 Montrouge Cedex.

Dispositif de mesure, notamment d'une pression, à détecteur
placé à distance de son moyen d'alimentation électrique.

05 L'invention concerne un dispositif de mesure, notamment d'une
pression, comportant un détecteur dont les caractéristiques
électriques sont modifiables par la grandeur à mesurer,
relié par une liaison électrique à un moyen d'alimentation
et à un moyen d'exploitation et/ou de visualisation, placés
à distance du détecteur.

10 Cette disposition, si elle permet de préserver les moyens
d'alimentation et d'exploitation des températures, pressions,
et/ou rayonnements parfois sévères auxquels est soumis le
détecteur, introduit une erreur dans le résultat de la mesure
15 du fait des courants de fuite qui se développent dans la
liaison électrique.

On connaît un dispositif de ce type, dans lequel le moyen
d'alimentation est réglé manuellement, lors de l'installation
20 du dispositif sur le lieu de la mesure, de manière à compenser
l'effet de ces courants de fuite.

Ce réglage, qui est difficile, est une source d'imprécision
dans la mesure, et de plus requiert l'intervention d'un person-
25 nel qualifié.

L'invention a pour but de proposer un dispositif de mesure du
type précédent, mais dans lequel tout réglage lors de l'instal-
lation du dispositif est éliminé, et cela bien que la valeur
30 des courants de fuite dépende de la longueur de la liaison
électrique, longueur qui n'est pas connue lors de la fabrica-
tion du dispositif de mesure.

Le dispositif selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comprend une commande du moyen d'alimentation à partir d'un capteur apte à déterminer, à chaque instant, les caractéristiques électriques de la liaison.

05

Sous l'effet de la commande le détecteur est alimenté de la même manière quel que soit la longueur ou l'état de la liaison, si bien que tout réglage sur place du dispositif de mesure est rendu inutile, et qu'une dégradation de l'état de la liaison est compensée automatiquement.

10

Lorsque le détecteur et le moyen d'exploitation sont tels que le résultat de la mesure est fonction de la valeur du courant électrique d'alimentation traversant le détecteur, l'invention prévoit que le capteur est apte à déterminer la résistance totale de la liaison et du détecteur, la commande réglant le moyen d'alimentation de manière que celui-ci génère une tension proportionnelle à cette résistance et à un courant d'alimentation prédéterminé du détecteur. On est ainsi assuré que le courant qui traverse le détecteur reste constant, et donc indépendant de l'état de la liaison.

15

20

Lorsque l'alimentation du détecteur est réalisée en alternatif, l'invention prévoit que la résistance totale est avantageusement mesurée en courant continu. Ceci permet d'obtenir un dispositif de commande et un capteur de structure particulièrement simple.

25

Pour un dispositif de mesure destiné à déterminer les variations d'une pression, l'invention prévoit d'utiliser en tant que détecteur un pont de bobines à self-inductance, la tension d'alimentation étant alors la somme d'une tension directement proportionnelle à la résistance totale et d'une tension fixe déphasée par rapport à la première de $\frac{\pi}{2}$.

30

Dans ce cas également, la résistance de la liaison étant très inférieure à celle du détecteur, l'invention prévoit de déduire la température de ce dernier à partir de la valeur de la résistance totale. On obtient ainsi un dispositif de mesure
05 simultanée de la pression et de la température sans augmenter pour autant la complexité du détecteur.

Avantageusement, lorsque la liaison comporte un blindage et un conducteur de mesure relié au moyen d'exploitation,
10 l'invention prévoit de placer un condensateur dans le détecteur sur le conducteur de mesure, de manière à éliminer l'effet des courants de fuite capacitifs existant entre celui-ci et le blindage.

15 La description qui suit, faite à titre d'exemple seulement, se réfère aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma d'un dispositif de mesure selon l'invention,
- 20 - la figure 2 est un schéma du dispositif d'alimentation suivant l'invention,
- les figures 3 à 5 représentent des schémas électriques ;
- les figures 6 et 7 sont des diagrammes vectoriels.

25 Le dispositif de mesure selon l'invention comprend, disposé à l'emplacement de la mesure, un détecteur de pression 11 (fig.1) dont les bornes d'entrée d'alimentation 12,13 sont reliées à une bobine 14 à point milieu 15 définissant une bobine supérieure 16 et une bobine inférieure 17, de résistan-
30 ces électriques identiques et d'inductances respectives l_1 , l_2 dont la valeur varie en fonction de la position d'un noyau 18

se déplaçant à l'intérieur de la bobine 14 sous l'effet de la pression d'un fluide au contact d'une face d'une membrane souple (non représentée) dont l'autre face est solidaire du noyau 18.

05

Le point milieu 15 est relié à la borne de sortie 19 du détecteur 11, elle-même reliée, par un conducteur 21 d'un câble blindé 22, à la borne d'entre 23 d'un moyen d'exploitation 24 mesurant la tension électrique v_m appliquée à son entrée

10

23, et relié par son entrée 25 à une sortie 26 d'un moyen d'alimentation en énergie électrique 27.

15

Les bornes 12, 13 du détecteur 11 sont respectivement reliées, par l'intermédiaire des deux autres conducteurs 28, 29 du câble blindé 22 à deux autres bornes de sortie 30, 31 du moyen d'alimentation 27 du détecteur 11, la première borne de sortie 26 du moyen d'alimentation 27 étant en outre reliée au blindage 32 du câble 22.

20

Lorsque la tension alternative développée entre les bornes 30 et 31 est égale à $2 v_o$, le courant alternatif traversant la bobine 14 est égal à i , et en supposant que l'impédance de l'entrée 23 du moyen d'exploitation 24 est suffisamment grande pour que le courant alternatif présent à cette

25

entrée soit négligeable, on montre facilement, à partir du diagramme des tensions de la bobine 14, tel que représenté à la figure 6, et qui comporte les vecteurs d'alimentation diamétralement opposés v_o et $-v_o$, d'origine commune O ,

30

deux vecteurs de chute de tension ohmique r_i et deux vecteurs de chute de tension inductive $l_1 \omega i$ et $l_2 \omega i$, déphasés de 90° par rapport à ces derniers, que la tension de mesure v_m a pour expression :

$$v_m = j \omega (l_1 - l_2) i$$

(I)

05 si bien que, pour un courant i et une tension v_0 constants et connus, la mesure de v_m représente les variations de $l_1 - l_2$, c'est-à-dire, à un coefficient près, les déplacements linéaires du noyau 18 dans la bobine 14 pour des petites valeurs de ces déplacements.

10 Cependant, la valeur du courant i est fonction de la valeur de la résistance électrique r_1 des conducteurs 28 et 29 et des capacités parasites $C_1 \dots C_4$ existant entre les conducteurs 28, 29 ; 28, 21 ; 29, 21 ; 21, 32 ; ces résistances et ces capacités étant distribuées tout au long du câble 22, mais représentées à la figure 1 pour plus de clareté par des résistances et des capacités localisées.

15 Pour éliminer l'effet de ces résistances et de ces capacités, dont les valeurs dépendent de la longueur de la liaison 22, qui n'est pas connue lors de la fabrication du dispositif de mesure, sans pour autant avoir recours à un réglage sur place, le moyen d'alimentation 27 selon l'invention comporte un oscillateur 33 (fig 2) dont une première sortie 34 est reliée à la première entrée 35 d'un sommateur 36, et dont une seconde sortie 37 est reliée à une entrée 38 d'un atténua-
20 teur 39 dont la sortie 41 est reliée d'une part à la seconde entrée 42 du sommateur 36 et d'autre part à l'entrée 43 d'un dispositif de mesure 44 de l'amplitude de la tension alternative de la sortie 41, la sortie 45 du dispositif de mesure 44 étant reliée à une première borne d'entrée 46 d'un
25 régulateur 47 dont la sortie 48 est reliée à l'entrée de commande 49 de l'atténuateur 39.

La sortie 51 du sommateur 36 est reliée à l'entrée 52 du dispositif de mesure de courant continu 56 dont la sortie 57 de mesure est reliée à la première entrée 58 d'un régulateur 59 dont la seconde entrée 61 est reliée à la sortie 62 d'un
 05 dispositif d'émission de valeur de consigne 63, et dont la sortie 64 est reliée à la troisième entrée 65 du sommateur 36, à la seconde entrée 66 du régulateur 47, et à l'entrée 67 d'un dispositif d'indication de température 68.

10 La seconde sortie 69 du dispositif de mesure de courant 56 sur laquelle on retrouve le courant électrique émis par la sortie 51 du sommateur 36 est reliée, respectivement directement et par l'intermédiaire d'un inverseur 71, aux bornes de sortie 30, 31 du dispositif d'alimentation 27 fournissant les
 15 tensions v_0 et $-v_0$.

L'oscillateur 33 comporte (fig. 3) un amplificateur opérationnel 81 dont la borne d'entrée positive ou non inverseuse reçoit une tension de référence continue 80, par exemple
 20 égale à 10 V, correspondant à la tension du point O sur la figure 6, et dont la borne d'entrée négative ou inverseuse est reliée, par l'intermédiaire d'une résistance 82, au point commun à une résistance 83 et à un condensateur 84 dont l'autre borne 85 est reliée à la sortie 86 de l'amplificateur
 25 81, à la sortie 34 de l'oscillateur 33, et, par l'intermédiaire d'une résistance 87, à l'entrée négative d'un amplificateur opérationnel 88.

Cette entrée est bouclée par une résistance 89 sur la sortie 91
 30 de l'amplificateur 88, celle-ci étant reliée à la sortie 37 de l'oscillateur 33. L'entrée positive de l'amplificateur 88 est reliée à la sortie 86 par l'intermédiaire d'un potentiomètre 92 dont le point de réglage 93 est relié, par l'intermédiaire

re d'un condensateur 95 à la tension de référence 80.

La sortie 86 est enfin reliée par l'intermédiaire d'une résistance 97 à l'entrée négative d'un amplificateur opérationnel 98, dont l'entrée positive reçoit la tension de référence 80, et dont la sortie est reliée à la cathode d'une diode 101 et à l'anode d'une diode 102 dont la cathode est reliée d'une part à l'entrée négative de l'amplificateur 98 et d'autre part, par l'intermédiaire d'une résistance 103, à l'anode de la diode 101, elle-même reliée, par l'intermédiaire de deux résistances 104, 105, placées en série, à l'entrée négative d'un amplificateur opérationnel 106, dont l'entrée positive reçoit, par l'intermédiaire d'une résistance 107, la tension de référence 80. La borne commune 109 aux résistances 104 et 105 est reliée par l'intermédiaire d'une résistance 111 à une source de tension continue de polarisation 112, par exemple égale à 12, 5 V.

La sortie 114 de l'amplificateur opérationnel 106 est reliée d'une part à la borne 109 par l'intermédiaire d'un condensateur 115, et d'autre part à l'anode d'une diode 116 dont la cathode 117 est reliée par l'intermédiaire d'un condensateur 121 à la borne 118 de la résistance 83 qui n'est pas reliée au condensateur 84, cette borne 118 étant aussi reliée par l'intermédiaire d'une résistance 119 à la sortie 91 de l'amplificateur opérationnel 88.

La cathode 117 est également reliée à l'anode d'une diode 122 dont la cathode est reliée à une source de tension continue 123, par exemple égale à 20 V.

L'atténuateur commandé 39 comporte (fig. 4) un amplificateur opérationnel 131, bouclé sur lui-même par un condensateur 130, dont l'entrée négative est bouclée sur la sortie 132 par l'intermédiaire d'une résistance 133, la sortie 132 constituant

- la sortie 41 de l'atténuateur 39, et dont l'entrée positive est d'une part reliée à l'entrée 38 de l'atténuateur 39 par l'intermédiaire d'une résistance 134 et reçoit d'autre part la tension de référence 80 par l'intermédiaire d'une résistance photosensible 135. En regard de cette résistance est placée
05 une diode photoémettrice 136 dont l'anode est reliée à la source de tension continue 123 et dont la cathode constitue l'entrée de commande 49 de l'atténuateur 39.
- 10 Le dispositif de mesure de tension 44 comporte (fig. 4) un amplificateur opérationnel 141 dont l'entrée négative est reliée à l'entrée 43 du dispositif de mesure 44 par l'intermédiaire d'une résistance 142 ainsi qu'à l'anode d'une diode 143 dont la cathode est reliée à la sortie 144 de l'amplificateur 141.
15 Cette sortie est également reliée à l'anode d'une diode 145 dont la cathode est reliée à la sortie 45 du dispositif de mesure 44, ainsi que, par l'intermédiaire d'une résistance 146, à l'anode de la diode 143, l'entrée positive de l'amplificateur 141 recevant la tension de référence 80.
- 20 Le régulateur 47 comporte (fig. 4) un amplificateur opérationnel 151, des résistances 152, 153, 156, 157, et un condensateur 158 reliés entre eux de la même manière que le sont l'amplificateur 106, les résistances 107, 111, 105, 104, et le condensateur 115.
25 Les autres bornes des résistances 152, 153 et 157 respectivement reçoivent la tension de référence 80, et sont reliées à la sortie 66 et à l'entrée 46 du régulateur 47.
- 30 La sortie 163 de l'amplificateur opérationnel 151 est également reliée à la base d'un transistor 164 de type PNP dont l'émetteur est relié par l'intermédiaire d'une résistance 165 à la sortie 48 du régulateur 47, et dont le collecteur est relié à une

source de tension continue 154, par exemple également à 0 V.

05 Le sommateur 36 comprend (fig. 5) un amplificateur opérationnel 171 dont la borne d'entrée positive reçoit par l'intermédiaire d'une résistance 172 la tension de référence 80, et dont l'entrée négative est reliée respectivement par des résistances 173, 174, 175 aux entrées 35, 42 et 65 du sommateur 36, ainsi que par l'intermédiaire d'un condensateur 176 à sa sortie, qui constitue la sortie 51 du sommateur.

10

Le dispositif de mesure de courant 56 comprend une résistance 181 dont les bornes constituent respectivement les bornes d'entrée 52 et de sortie 69 du dispositif. La borne 69 est reliée par une résistance 183, dont la valeur est très supérieure à la valeur $r + r_1$, à l'entrée négative de l'amplificateur 171, et la borne 52 est reliée au point commun 191 à une résistance 192 et à un condensateur 193, l'autre borne de ce dernier étant reliée d'une part par une résistance 194 à l'entrée négative d'un amplificateur opérationnel 195, et d'autre part par une résistance 196 à la borne 69 de la résistance 181.

20

La sortie 197 de l'amplificateur 195, qui est bouclé sur lui-même par l'intermédiaire d'un condensateur 198, est reliée à la cathode d'une diode Zéner 199 dont l'anode est reliée à l'électrode de commande d'un transistor à effet de champ 201 dont le drain est relié à la borne d'entrée positive de l'amplificateur 195 et dont la source est reliée, par l'intermédiaire d'une résistance 202, à la source de tension 154 elle-même reliée par l'intermédiaire d'une résistance 204 à l'anode de la diode 199.

25

La source du transistor 201 est d'autre part reliée par une résistance 205 à la sortie 57 du dispositif de mesure de courant 56 et à un condensateur 206, dont l'autre borne est portée à la tension de référence 80.

30

Le régulateur 59 comporte un amplificateur opérationnel 211 dont l'entrée positive est reliée par une résistance 212 à l'entrée 58, dont l'entrée négative est reliée par l'intermédiaire d'une résistance 213 à l'entrée 61, et dont la sortie est reliée
 05 d'une part à la sortie 64 du régulateur et d'autre part à l'entrée 61 par l'intermédiaire d'un condensateur 214.

Le fonctionnement du dispositif qui vient d'être décrit est le suivant :

10

L'oscillateur 33 génère à sa sortie 34 une tension alternative fixe qui sert de référence de phase à la tension générée sur la sortie 37, décalée par rapport à la première de $\frac{\pi}{2}$.

15 La tension générée à la sortie 37, d'amplitude quelconque mais néanmoins approximativement fixe, est modulée par l'atténuateur 39 en fonction du résultat de la comparaison de la valeur de la tension existant à la sortie de l'atténuateur 39 et de la valeur, à un coefficient constant près, de la résistance
 20 totale du conducteur 28, de la bobine 14 et du conducteur 29.

On obtient ainsi à la sortie 51 du sommateur 36, à partir des entrées 35 et 42 de ce dernier, une tension d'excitation de la bobine 14 de la forme :

$$25 \quad v_o = j\omega \frac{Li}{2} + (r_1 + r) i \quad (2)$$

équation dans laquelle L est une constante, représentant l'inductance de la bobine.

30 D'autre part, la tension v' aux bornes 12 et 13 du détecteur 11 est de la forme :

$$v' = 2 v_o - (2r_1 i + r_1 i_c) \quad (3)$$

expression dans laquelle i_c est le courant de fuite au travers les capacités C_1, C_2, C_3 .

Le courant de fuite i_c étant très largement inférieur au courant i et la résistance de ligne r_l étant très largement inférieure à la résistance $2r$ du détecteur 14, on peut négliger dans l'équation (3) ci-dessus le produit $r_l i_c$, si bien qu'en comparant les équations (2) et (3), on obtient :

$$v' = (j \omega L + 2r) i \quad (4)$$

expression qui montre que le courant traversant la bobine 14 est bien fonction uniquement des caractéristiques de cette dernière et non pas des caractéristiques électriques de la ligne 22.

Pour la mesure de la résistance totale de la ligne 22 et du détecteur 11, on utilise la tension continue provenant de la sortie 64 du régulateur 59, alors que la tension générée par l'oscillateur 33 est une tension alternative, à 300 Hz par exemple, un régime de courant et tension continu se superposant ainsi aux courant et tension alternatifs régnant dans la liaison 22 et le détecteur 11.

Le courant continu circulant successivement dans le conducteur 28, la bobine 14 et le conducteur 29, est mesuré grâce à la résistance 181 et à l'amplificateur 195 puis comparé dans le régulateur 59 à une valeur donnée par un dispositif de consigne 63 réglable, constitué par exemple par un potentiomètre, la boucle de réglage se terminant par le sommateur 36.

Ainsi, la sortie 69 se comporte en source de courant en continu et en source de tension en alternatif, alors que la sortie de l'inverseur de tension alternative 71 se comporte en continu comme une source de tension.

Simultanément, la valeur de sortie du régulateur 59, qui est une mesure de la valeur de la résistance totale de la ligne 22

et de la bobine 14, est envoyée à l'entrée 66 du régulateur 47 de manière que ce dernier puisse commander l'atténuateur 39, et d'autre part au dispositif d'indication de température 68.

05 En effet, la résistance de ligne r_1 étant très faible par rapport à la résistance $2r$ de la bobine 14, la variation de la résistance totale est en première approximation celle de la bobine 14, c'est-à-dire celle qui est due à la variation de la température du capteur 11.

10

Le câble de liaison 22 introduit d'autre part une autre perturbation dans la mesure, due à l'existence de capacités parasites C_4 entre le conducteur 21 et le blindage 32 du câble 22. Pour éliminer l'influence du courant de fuite i' correspondant, distribué le long du câble 22, l'invention prévoit de faire appel à un condensateur C_5 , disposé dans le détecteur 11, entre les bornes 15 et 19 de celui-ci, et tel que $1/C_5 \omega^2 = 1$, où ω est la pulsation de la tension d'alimentation du détecteur 11, et $1 = \frac{1_1 + M}{2}$, expression dans laquelle M est la valeur de
20 l'inductance mutuelle des bobines 16, 17.

Si l'on trace le diagramme des tensions (fig. 7) existant entre le conducteur 21 et le blindage 32 qui comprend un premier
25 vecteur $\frac{1}{2} ri'$ correspondant à la chute de tension Ohmique dans la bobine 16, décalé d'un angle légèrement inférieur à $\frac{\pi}{2}$ par rapport à la tension de mesure v_m , un vecteur $j\omega i'$ dû la chute de tension inductive dans la bobine 14, décalé par
30 rapport au précédent de $\frac{\pi}{2}$, et deux vecteurs correspondant aux

chutes de tension capacitives dans les capacités C_4 et C_5 , en opposition de phase avec la tension inductive précédente, on constate que la chute de tension inductive due à l'inductance l de la bobine 14 est, compte tenu du choix de C_5 , annulée par la chute de tension capacitive due au condensateur C_5 , si bien que la tension reçue en 23 au dispositif d'exploitation 24 n'est pas affectée, au premier ordre, par le courant i' .

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de mesure, notamment d'une pression, comportant un détecteur (11) dont les caractéristiques électriques sont modifiables par la grandeur à mesurer, relié par une liaison électrique (22) à son moyen d'alimentation (27) placé à distance du détecteur, caractérisé en ce qu'il comprend un capteur (56) apte à déterminer, à chaque instant, les caractéristiques électriques de la liaison et à commander, en fonction de ces caractéristiques, le moyen d'alimentation en vue d'éliminer l'influence de la liaison sur le résultat de la mesure.
2. Dispositif de mesure selon la revendication 1, dans lequel le résultat de la mesure est fonction du courant électrique (i) d'excitation traversant le détecteur, caractérisé en ce que le capteur détermine la résistance totale ($2r + 2r_1$) de la liaison et du détecteur et commande le moyen d'alimentation de manière que celui-ci génère une tension ($2v_0$) proportionnelle à cette résistance et à la valeur du courant d'excitation désiré.
3. Dispositif de mesure selon la revendication 2, l'alimentation du détecteur étant réalisée en alternatif, caractérisé en ce que la résistance totale est mesurée en courant continu.
4. Dispositif de mesure selon la revendication 3, dans lequel le détecteur est un pont de bobines (16, 17), caractérisé en ce que la tension d'alimentation est la somme d'une tension directement proportionnelle à la résistance totale et d'une tension fixe déphasée par rapport à la première de $\frac{\pi}{2}$.
5. Dispositif de mesure selon la revendication 1, la liaison comportant deux conducteurs d'alimentation (28, 29) du détecteur et un conducteur (21) de mesure, caractérisé en ce qu'un

condensateur (C_5) est placé dans le détecteur en série avec le conducteur de mesure.

6. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que l'on déduit la température du détecteur de la mesure de la résistance totale.

Fig. 1

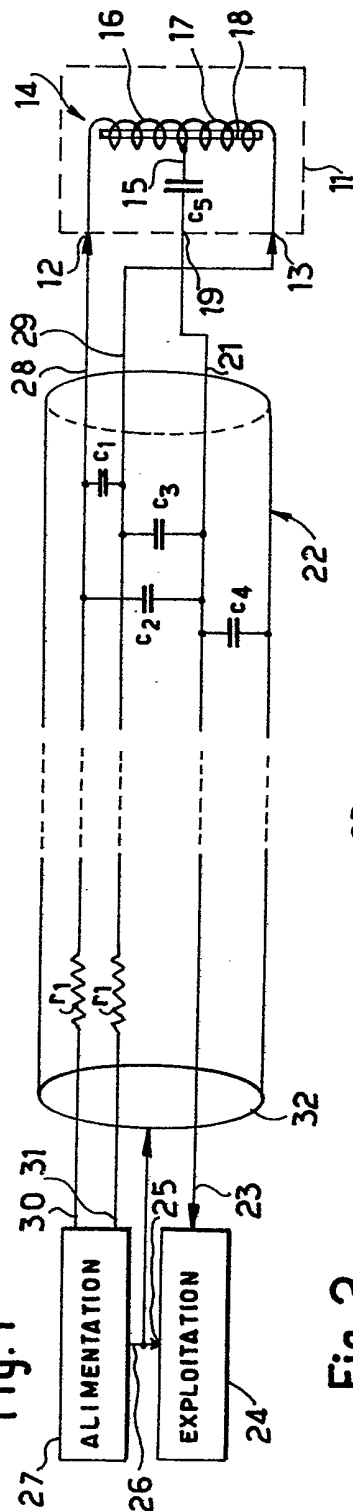


Fig. 2

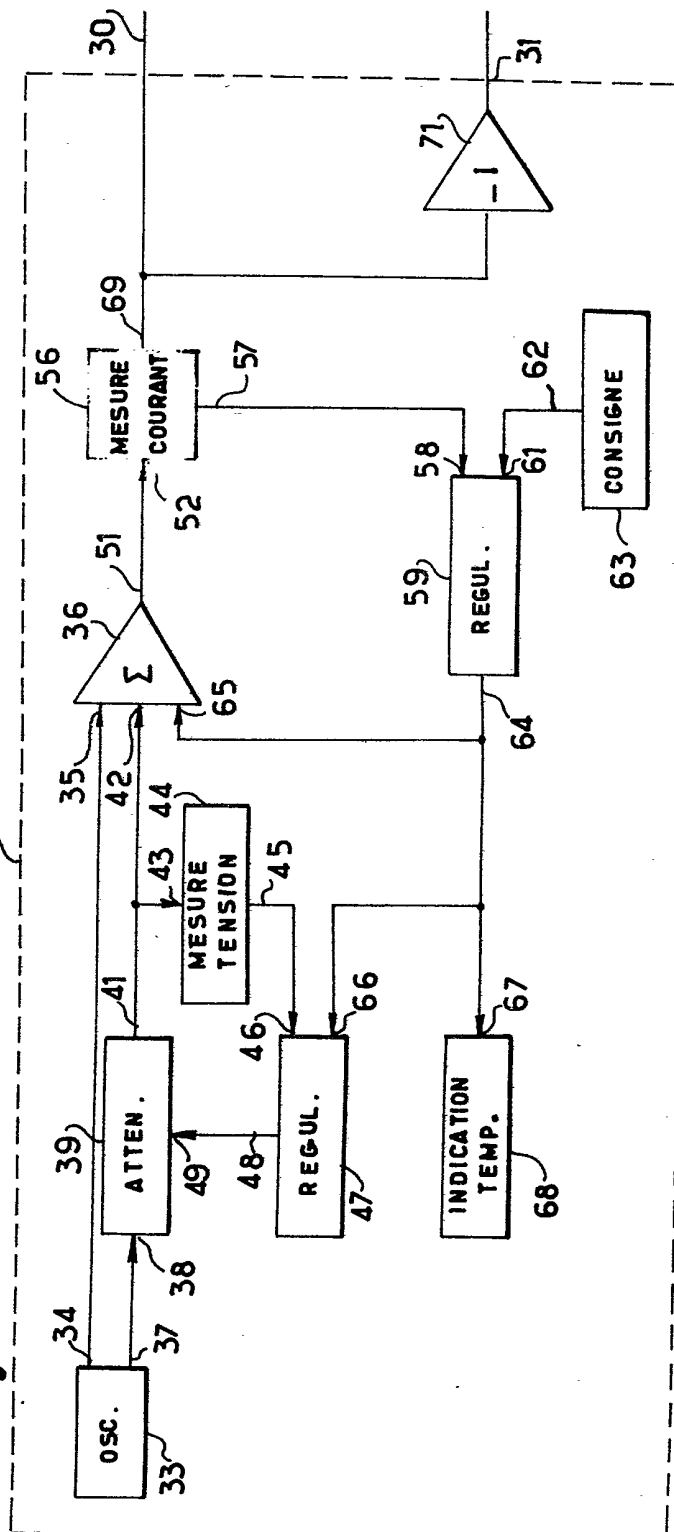


Fig. 3

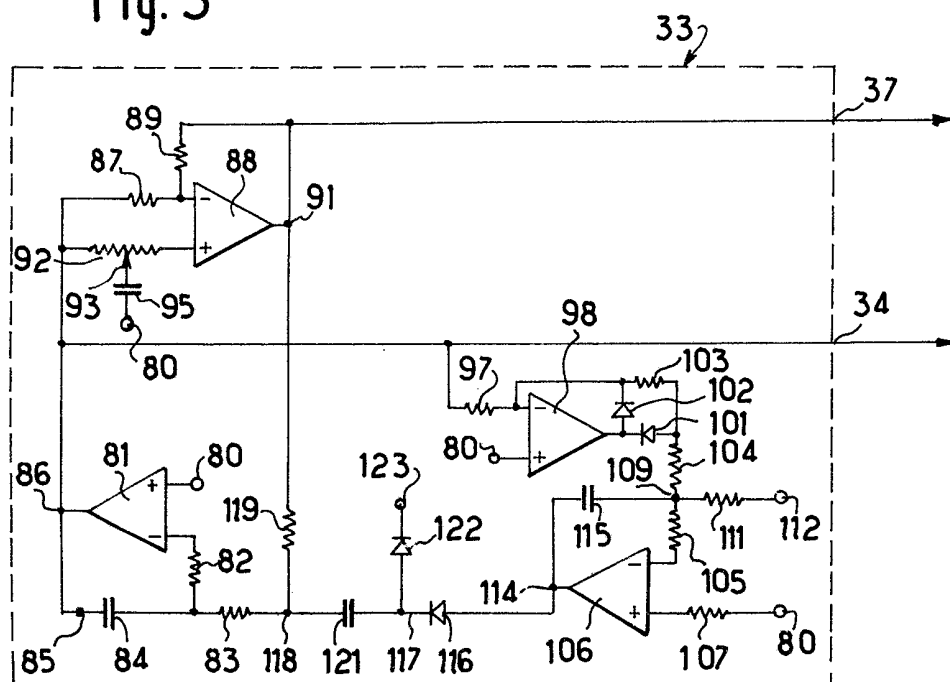


Fig. 4

