

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 27676

(54) Dispositif de mesure d'un paramètre sur un organe rotatif, notamment pour la mesure de la pression d'un pneumatique sur une roue.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 D 5/12; B 60 C 23/04; B 64 C 25/36; G 01 L 17/00.

(22) Date de dépôt..... 29 décembre 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° 26 du 2-7-1982.

(71) Déposant : PRECISION MECANIQUE LABINAL, résidant en France.

(72) Invention de : Michel Abraham.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Michel Lemoine,
13, bd des Batignolles, 75008 Paris.

La présente invention a trait à un dispositif de mesure d'un paramètre tel que par exemple une pression, sur un organe rotatif tel que par exemple une roue, ledit dispositif étant applicable notamment à la mesure de la
5 pression interne d'un pneumatique sur une roue, par exemple une roue de train d'atterrissage d'avion.

On a déjà proposé plusieurs dispositifs destinés à donner une indication concernant la valeur d'un paramètre au niveau d'un organe rotatif ou d'une roue, ce
10 paramètre pouvant être notamment la pression dans un pneumatique monté sur une roue.

La plupart de ces dispositifs ne peuvent fournir qu'une indication limitée à une valeur définie du paramètre provoquant la fermeture ou l'ouverture d'un contact électri-
15 que, la lecture de l'information correspondante étant effectuée à chaque tour de roue au moment de la coïncidence angulaire entre l'élément porté par la roue et un élément correspondant fixe. Outre leur incapacité à effectuer une mesure sur une large plage de valeurs, ces dispositifs
20 sont limités dans leur utilisation du fait qu'à l'arrêt de l'organe rotatif dans une position aléatoire, il leur est impossible soit d'effectuer la mesure, soit d'assurer la transmission d'une mesure qui aurait été effectuée.

On a également déjà proposé de monter, sur
25 une roue portant un pneumatique, un émetteur radio-électrique ou ultrasonore susceptible de transmettre une information à un récepteur monté sur une partie fixe. De tels dispositifs peuvent éventuellement fonctionner même à l'arrêt de l'organe rotatif dans une position aléatoire.
30 Ils sont cependant d'un emploi limité car la source d'énergie nécessaire à l'émission est obligatoirement réduite de sorte que ces dispositifs servent uniquement d'avertisseurs de dégonflement de pneumatiques. Enfin, l'utilisation d'ondes ultrasonores ou hertziennes n'est guère envi-
35 sageable dans des applications telles que les trains d'atterrissage d'avion en raison d'une part de la sévérité de l'environnement, d'autre part des interférences hertziennes et ultrasonores possibles.

On a également déjà prévu de réaliser un dispositif permettant d'une part de transmettre une énergie électrique à une première fréquence entre un élément fixe et un élément rotatif, par l'intermédiaire d'un transformateur dont les enroulements primaire et secondaire peuvent 5 tourner l'un par rapport à l'autre, ce transformateur permettant de transmettre en sens inverse un signal électrique de fréquence fixe nettement plus élevée, généré dans la partie rotative et transmis à la partie fixe. Un tel 10 dispositif n'est cependant pas capable de fournir d'une façon simple le résultat d'une mesure qui serait effectuée dans la partie tournante et n'est donc pas utilisable, de façon à la fois simple et précise.

15 de mesure Enfin on a également déjà proposé un dispositif/de pression dans un pneumatique de roue d'avion dans lequel un générateur électrique adresse à un circuit de mesure installé dans la roue elle-même, par l'intermédiaire de moyens de couplage, une énergie électrique à haute 20 fréquence, le dispositif permettant en sens inverse la transmission d'un signal de mesure dans le domaine des basses fréquences. Un tel dispositif est de réalisation relativement facile, mais présente des performances obligatoirement limitées en raison du transfert des résultats de 25 mesure à basse fréquence.

La présente invention se propose de remédier à ces inconvénients et de fournir un dispositif de mesure d'un paramètre sur un organe rotatif permettant d'obtenir de façon continue ou pratiquement continue la valeur 30 de la mesure, et ceci quelle que soit la position angulaire de l'organe rotatif pendant sa rotation ou durant l'arrêt.

Un autre objectif de l'invention est de fournir un tel dispositif qui soit capable, avec un grand degré de sécurité, de fournir des indications de mesure 35 extrêmement précises sur une large plage de variation du paramètre.

Un autre objectif de l'invention est de fournir un tel dispositif qui soit de construction simple et permette des mesures précises.

Un autre objectif encore de l'invention est de fournir un tel dispositif particulièrement adapté à la mesure sur des organes rotatifs tels que des roues d'avion, fonctionnant dans un environnement particulièrement difficile.

Un autre objectif encore de l'invention est de fournir un tel dispositif applicable notamment à la mesure de la pression dans les pneumatiques de roue, en particulier les roues d'avion, qui présente une fiabilité très importante avec un risque de pannes ou fausses indications particulièrement réduit, voire pratiquement nul.

L'invention a pour objet un dispositif de mesure d'un paramètre sur un organe rotatif, notamment d'un paramètre tel que la pression dans un pneumatique d'une roue, en particulier une roue d'avion, ledit organe rotatif tournant autour d'un axe porté par une structure fixe, dans lequel l'organe rotatif porte au moins un capteur avec un circuit électrique associé, et la structure porte un générateur d'énergie électrique destiné à alimenter ledit circuit et des moyens d'exploitation sensibles à un signal généré dans ledit circuit, des moyens de couplage permettant de transmettre ladite énergie électrique du générateur vers le circuit de capteur et ledit signal du circuit de capteur vers lesdits moyens d'exploitation, caractérisé en ce que ledit générateur émet une puissance électrique à une fréquence inférieure à 10 kHz et de préférence inférieure à 5 kHz, que ledit circuit associé au capteur génère un signal de fréquence variable sur une large bande comprise entre 20 et 100 kHz et que le couplage entre l'organe rotatif et son axe est assuré par un transformateur en forme de machine tournante dont le primaire fixe est solidaire de l'axe et le secondaire rotatif est solidaire de la roue^{et} dont la structure autorise le passage d'une large bande passante comprise entre la fréquence du générateur et 100 kHz.

Conformément à une caractéristique particulièrement avantageuse de l'invention, le circuit électrique associé au capteur présente un convertisseur tension/fré-

quence transformant une tension constituant le signal fourni par le capteur en une fréquence fonction de ladite tension.

5 Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, les moyens d'exploitation sensibles au signal à fréquence élevée comprennent un filtre passe-bande de 20 à 100 kHz.

10 De préférence, le générateur d'énergie électrique délivre une énergie électrique à une basse fréquence fixe comprise entre 2000 et 5000 Hz.

15 Le circuit électrique associé au capteur présente d'une part des moyens reliés au secondaire du transformateur pour assurer une alimentation des autres composants du circuit à une tension régulée stabilisée. Le circuit comprend d'autre part un convertisseur tension/fré-
20 quence, suivi d'un moyen de filtrage puis d'un moyen de linéarisation du signal permettant de transformer le signal carré de haute fréquence du convertisseur en un signal sinusoïdal de même fréquence qui est injecté sur le secon-
daire du transformateur, par exemple au moyen d'un cou-
plage capacitif.

25 On retrouve alors sur le primaire du transformateur une onde porteuse à la fréquence du générateur, superposée à une onde de fréquence variant sur une large plage comprise entre 20 et 100 kHz.

30 Le filtre passe-bande est avantageusement précédé d'un circuit de réjection de la basse fréquence alors que le générateur, en raison de la fréquence très élevée du signal transmis du secondaire au primaire, peut être protégé par une simple self de choc, de même que les moyens d'alimentation stabilisée.

35 Le transformateur peut être avantageusement réalisé sous forme d'une machine tournante possédant un stator et un rotor multipolaires, par exemple à 24 pôles. D'autres transformateurs peuvent également être utilisés, par exemple du type à enroulements primaires et secondaires coaxiaux.

Dans l'application du dispositif selon l'in-
vention à la mesure de la pression des pneumatiques dans ^{un} train

d'atterrissage d'avion, le capteur est avantageusement constitué d'une jauge de contrainte, par exemple un pont de jauge de contrainte diffusé sur un substrat monocristal de silicium. La jauge de contrainte est placée de façon telle
5 qu'elle soit convenablement déformée par la pression régnant dans le pneumatique, le pont délivrant une tension variant de façon continue en fonction de la déformation.

Dans une telle application, le dispositif présente avantageusement pour chaque roue un tel capteur
10 de pression, chaque roue présentant un transformateur, les primaires des différents transformateurs étant reliés, de préférence par paires torsadées blindées, à un dispositif de multiplexage recevant les conducteurs de sortie du générateur électrique et aboutissant par une sortie conven-
15 ble à une unité de traitement logique permettant d'exploiter différentes mesures de pression qui lui sont adressées sous forme d'un signal à haute fréquence sur une large bande. De préférence, l'unité de traitement logique commande les moyens de multiplexage de façon à effectuer les différentes
20 mesures sur les différentes roues de manière séparée et successive.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à la lecture de la description suivante faite à titre d'exemple non limitatif et se réfé-
25 rant au dessin annexé dans lequel :

La figure 1 représente une vue schématique du dispositif selon l'invention, utilisé pour un seul organe rotatif.

La figure 2 représente une vue schématique
30 du circuit formé par un pont de jauge de contrainte.

La figure 3 représente une vue schématique de la partie fixe du circuit dans l'application à la mesure de pression des pneumatiques d'un train d'atterris-
sage.

35 On se réfère tout d'abord à la figure 1 qui représente schématiquement un dispositif destiné à la mesure de la pression dans un seul pneumatique d'une roue de train d'atterrissage, et ceci à seul titre de simplification de l'exposé.

Le dispositif représenté comporte une partie fixe 1 et une partie mobile 2 portée par la roue, chaque partie étant représentée à l'intérieur d'un contour en trait mixte. La partie fixe 1 comporte un générateur 3 permettant de délivrer une énergie électrique à une fréquence de 3200 Hz. Cette énergie électrique franchit sans encombre une self de choc 4 et un organe de commutation 5 tel qu'un transistor MOS-FET de puissance pour alimenter le primaire 6 d'un transformateur constitué d'une machine tournante possédant un stator, en l'occurrence le primaire 6, à 24 pôles et un rotor 11 à 24 pôles correspondants. Un dispositif de pilotage quelconque 7 permet d'agir sur l'organe de commutation 5 pour autoriser ou non l'alimentation du primaire 6 par le générateur 3. Une dérivation située entre l'organe 5 et la self 4 aboutit à un circuit de réjection 8 empêchant le passage de la fréquence de 3200 kHz mais autorisant le passage des fréquences supérieures. Ce circuit 8 est relié à un filtre passe-bande 9 de 20 à 100 kHz. La sortie 10 du filtre passe-bande 9 peut être reliée à un dispositif d'exploitation du résultat tel qu'un calculateur.

La partie 2, montée sur la roue, comporte d'abord le secondaire 11, c'est-à-dire le rotor du transformateur. On doit comprendre à ce sujet que le stator 6 est porté par la fusée de la roue alors que le rotor 11 est porté par la roue elle-même, coaxialement à la fusée et au stator 6.

La sortie du secondaire 11 aboutit à une self de choc 12 puis, de là, à une unité de filtrage et de redressement 13 fournissant la puissance électrique nécessaire à un circuit d'alimentation régulée 14. Ce circuit est capable, lorsqu'il reçoit la puissance provenant du générateur 3, de délivrer une tension stabilisée de bas voltage.

Toujours dans la partie rotative 2 est disposé un capteur de pression 15 sensible à la pression régnant dans le pneumatique de la roue. Ce capteur 15, auquel peut avantageusement être associé un circuit de compensation, notamment pour les variations de température, d'un type usuel, émet, en réponse à la valeur de la pression qu'il

détecte, une tension fonction de cette pression qui est adressée à un amplificateur différentiel 16. La sortie de l'amplificateur 16 est adressée à un convertisseur tension/fréquence 17 qui émet un signal carré d'une fréquence fonction de la tension qu'il reçoit, par exemple une fréquence proportionnelle à cette tension. La sortie du convertisseur 17 est adressée à un organe de filtrage classique 18, suivi d'un circuit de linéarisation du signal 19 permettant de sortir un signal sensiblement sinusoïdal dont la fréquence est fonction de la tension de sortie du capteur de pression 15. Ce signal sinusoïdal, dont la fréquence est comprise entre 20 et 100 kHz, est alors injecté par l'intermédiaire d'une capacité d'injection 20 dans le secondaire 11 du transformateur. La self de choc 12 empêche que ce signal de haute fréquence ne parvienne aux circuits 13 et 14.

Le circuit d'alimentation stabilisé 14 adresse, comme on le voit par la ligne en trait interrompu, une tension stabilisée de 10,5 volts à chacun des éléments 15, 16, 17, 18 et 19 pour le fonctionnement de ces organes.

Le signal sinusoïdal de haute fréquence injecté dans le secondaire 11 se retrouve aux bornes du primaire 6 et, franchissant l'organe de commutation 5, il aboutit au circuit de réinjection 8 qui l'autorise à atteindre le filtre passe-bande 9 de sorte que le signal haute fréquence compris entre 20 et 100 kHz est disponible sur la sortie 10 en étant débarrassé de l'onde à basse fréquence et de tous les signaux parasites ou harmoniques qui auraient pu être induits. Le signal peut alors être exploité, par exemple par un calculateur.

En se référant à la figure 2, on voit que le capteur de pression 15 est conçu comme un pont de jauge de contrainte diffusée sur un substrat monocristal dont les résistances varient en fonction de la pression. Les bornes 15a, 15b reçoivent la tension d'alimentation stabilisée de 10,5 volts et le signal du capteur, sensible à la pression, est disponible sur les bornes 15c, 15d.

En se référant à la figure 3, on voit schématiquement la partie fixe d'un dispositif destiné à la mesure

de la pression sur un train d'atterrissage d'un avion de
taille importante. On retrouve le générateur 3 qui adresse
son signal sinusoïdal à basse fréquence/une unité de mul-
tiplexage et filtrage 21 d'où s'étendent une pluralité de
5 paires torsadées 22a, 22b, ... 22n aboutissant respectivement
aux primaires 6a, 6b, ... 6n montés respectivement sur les
fusées des n roues. Les paires torsadées sont protégées
par un blindage schématiquement représenté et mis à la terre.
10 Une calculatrice de traitement logique 23 commande l'unité
de multiplexage et filtrage 21 dont elle reçoit les signaux
de mesure qu'elle traite et qu'elle adresse par une sortie
24 à des moyens d'affichage (non représentés) sur le
tableau de bord de l'appareil.

On doit donc comprendre que l'unité de mul-
15 tiplexage et filtrage 21 comporte des moyens de commutation
qui remplacent l'organe de commutation 5 ainsi que des moyens
de réinjection et de filtrage passe-bande qui remplacent
les moyens 8 et 9.

Par ailleurs, on comprend qu'à chaque primaire
20 de transformateur 6a, 6b, ... 6n se trouve associé un
secondaire sur la roue correspondante, chaque secondaire
étant relié, sur sa roue, à un circuit de roue analogue au
circuit 2.

Le fonctionnement est alors le suivant :

25 le signal alternatif de basse fréquence comprise entre 2000
et 5000 Hz est généré de façon constante par le générateur
3. Le calculateur 23 commute la sortie du générateur succes-
sivement vers les différents primaires 6a, 6b, ... 6n pendant
une première période par exemple de quelques dizaines de
30 millisecondes, la première moitié de cette période servant
à l'établissement d'un régime continu. Pendant cette période,
les organes 17, 18, 19, ne réinjectent pas de signal ou, en
variante, le dispositif de multiplexage et filtrage 21
n'autorise pas le passage d'un tel signal. Une fois le
35 régime continu établi après la première moitié de la période,
le signal sinusoïdal haute fréquence entre 20 et 100 kHz est
injecté dans le secondaire et parvient de là au primaire de la
roue correspondante puis à l'unité de multiplexage et filtra-
ge 21 qui l'adresse au calculateur 23. A la suite de cette

seconde demi-période, le calculateur 23 commute alors vers la roue suivante. La durée de l'exploitation par le calculateur 23 peut soit être de l'ordre de la demi-période, soit s'étendre sur une durée plus longue du fait que le calculateur peut travailler pendant les demi-périodes correspondant à l'établissement du régime continu, pendant lesquelles le calculateur ne reçoit pas de signal de mesure.

De préférence, le calculateur 23 est programmé de façon que, lorsqu'il détecte une pression incorrecte soit dans sa valeur absolue, soit dans sa valeur différentielle par rapport à la pression d'une autre roue du train, il attend d'avoir mesuré trois fois de suite la même valeur anormale pour générer un signal d'alarme. En outre, les composants électroniques sont agencés, d'une façon en soi usuelle, pour que la très grande majorité des pannes possibles engendrent une alerte dite "alarme système" et non pas une alarme "pression" intempestive. En particulier, toute rupture de fil d'alimentation provoque une alarme "système".

Il est en effet essentiel d'éviter toute apparition intempestive d'une alarme "pression" de façon à ne pas risquer de provoquer une interruption brutale d'une procédure de décollage.

Bien que l'invention ait été décrite à propos d'une forme de réalisation particulière, il est bien entendu qu'elle n'y est nullement limitée et qu'on peut lui apporter diverses modifications sans pour cela s'éloigner ni de son cadre ni de son esprit.

REVENDEICATIONS

1. Dispositif de mesure d'un paramètre sur un organe rotatif tournant autour d'un axe porté par une structure fixe, dans lequel l'organe rotatif porte au moins un capteur pour
5 ce paramètre avec un circuit électrique associé, et la structure porte d'une part, un générateur d'énergie électrique destiné à alimenter ledit circuit et d'autre part, des moyens d'exploitation sensibles à un signal généré dans
10 ledit circuit, des moyens de couplage permettant de transmettre ladite énergie électrique du générateur vers le circuit de capteur et ledit signal du circuit de capteur vers lesdits moyens d'exploitation, caractérisé en ce que ledit générateur (3) émet une puissance électrique à une fréquence inférieure à 10 kHz, que ledit circuit (13, 14,
15 16, 17, 18, 19, 20) associé au capteur (15) génère un signal de haute fréquence variable sur une large bande comprise entre 20 et 100 kHz, et que le couplage entre l'organe rotatif et l'axe porté par la structure est assuré par un transformateur en forme de machine tournante
20 dont le primaire fixe (6) est solidaire de l'axe et le secondaire rotatif (11) est solidaire de l'organe, et dont la structure autorise le passage d'une large bande passante comprise au moins entre la fréquence du générateur et 100 kHz.
2. Dispositif de mesure selon la revendication 1, caractérisé
25 en ce que ledit générateur émet une puissance électrique à une fréquence comprise entre 2 et 5 kHz.
3. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le circuit électrique associé au capteur (15) présente un convertisseur tension/
30 fréquence (17) transformant une tension variable, constituant le signal fourni par le capteur, en une fréquence fonction de ladite tension.
4. Dispositif de mesure selon la revendication 3, caractérisé en ce que ledit convertisseur tension/fréquence (17)
35 est suivi d'un moyen de filtrage (18) et d'un moyen de linéarisation (19) du signal permettant de transformer un signal carré de haute fréquence sortant dudit convertisseur (17) en un signal sinusoïdal de même fréquence.

5. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte un couplage capacitif entre ledit circuit associé au capteur et le secondaire (11) du transformateur pour l'injection sur ce
5 secondaire du signal de mesure.
6. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit circuit associé au capteur comporte des moyens redresseurs et de filtrage et un circuit d'alimentation régulé stabilisé, alimentant
10 les autres éléments dudit circuit associé au capteur.
7. Dispositif de mesure selon la revendication 6, caractérisé en ce que lesdits moyens redresseurs et de filtrage et ledit circuit d'alimentation stabilisée sont protégés du signal haute fréquence par une self de choc (12).
- 15 8. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdits moyens d'exploitation comportent un filtre passe-bande (9) de 20 à 100 kHz.
9. Dispositif de mesure selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit filtre passe-bande (9) est précédé d'un
20 réjecteur (8).
10. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité de transformateurs dont les primaires (6a, 6b, ... 6n) sont respectivement reliés à une unité de multiplexage et fil-
25 trage (21) recevant l'énergie électrique provenant dudit générateur (3), ladite unité (21) étant commandée par un calculateur (23) qui reçoit d'autre part les signaux de mesure provenant de ladite unité (21).
11. Dispositif de mesure selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit calculateur (23) provoque séparément et successivement l'envoi de l'énergie électrique du générateur (3) dans le primaire de chacun des transformateurs, et l'adressage au calculateur par l'unité (21) des signaux provenant du secondaire correspondant.
- 35 12. Dispositif de mesure selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, appliqué à la mesure de la pression dans un pneumatique, caractérisé en ce qu'il comporte au niveau du pneumatique au moins un capteur de pression (15), notamment sous forme de pont de jauge de contrainte.

Fig:1

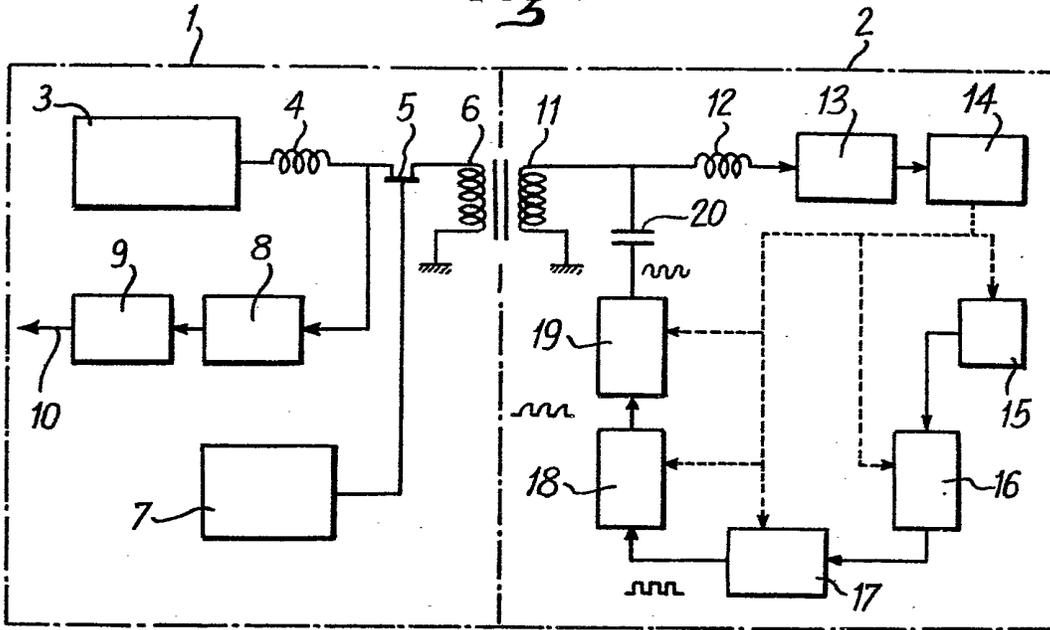


Fig:3

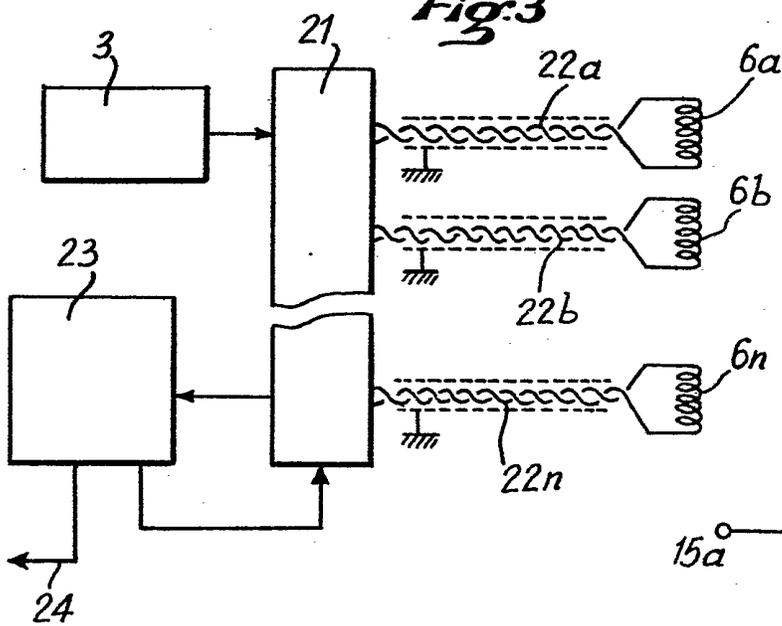


Fig:2

