RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 505 167**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) **N° 82 07985**

(54) **Circuit et procédé de détermination de la position d'un dispositif dans un tissu biologique.**

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). **A 61 B 5/06; G 01 V 3/08.**

(22) Date de dépôt..... 7 mai 1982.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 7 mai 1981, n°s 261 521 et 261 531.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 45 du 12-11-1982.

(71) Déposant : Société dite : McCORMICK LABORATORIES, INC., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Robert Gordon Bresler et William McCormick.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Plasseraud,
84, rue d'Amsterdam, 75009 Paris.

" Circuit et procédé de détermination de la position d'un dispositif dans un tissu biologique "

Il est nécessaire de maintenir ouvert en permanance le conduit respiratoire de certains patients, par exemple ceux qui subissent une opération chirurgicale ou sont soumis à des soins intensifs. On réalise ceci dans l'art antérieur au moyen d'un tube intra-trachéal qui est introduit dans la bouche ou le nez du patient et qui traverse la gorge du patient et pénètre dans sa trachée-artère. L'air peut ainsi traverser le tube et entrer et sortir des poumons du patient.

Le principal inconvénient des tubes de l'art antérieur consiste en ce que l'extrémité du tube qui se trouve à l'intérieur du patient doit être introduite et maintenue à une position relativement précise qui est située vers le milieu de la trachée-artère. En effet, si le tube est introduit trop loin dans la trachée, son extrémité distale peut pénétrer dans l'arbre bronchique d'un poumon, et l'autre poumon ne reçoit alors plus d'air et peut s'affaisser. Si au contraire l'extrémité du tube n'est pas introduite suffisamment loin, elle peut gêner les cordes vocales ou elle peut entrer dans l'oesophage, ce qui fait que l'air n'atteint pas les poumons. La marge d'erreur de mise en place est très faible pour les enfants ou les nourrissons dont les trachées sont très courtes. De plus, pour les adultes comme pour les enfants, même si le tube est correctement positionné initialement, les mouvements du patient font souvent monter ou descendre le tube et, par conséquent, il faut contrôler continuellement la position de l'extrémité distale du tube. Dans l'art antérieur, on effectue ceci au moyen de rayons X, ou par auscultation. Le développement d'images de rayons X prend du temps et le tube peut s'être déplacé pendant ce temps. Le procédé d'auscultation n'est pas très précis.

L'invention consiste en un procédé et un appareil destinés à déterminer très précisément la position d'un dispositif à l'intérieur d'un tissu biologique, et en particulier la position d'un tube intra-trachéal dans

la trachée d'un patient. L'appareil comprend un instrument de détection qui comporte un circuit destiné à générer un champ magnétique. Le circuit génère un signal lorsque le champ magnétique est perturbé. Dans le mode de réalisation préféré, le champ est perturbé par la présence d'un métal à perméabilité magnétique élevée qui est fixé au dispositif introduit dans la trachée.

Un aspect de l'invention porte sur un circuit destiné à déterminer avec précision la position d'un dispositif dans un tissu biologique, caractérisé en ce qu'il comprend : un circuit de bobine d'émission qui créeun champ ; un premier circuit de bobine réceptrice et un second circuit de bobine réceptrice, une partie au moins de chacun de ces circuits se trouvant à l'intérieur du champ, ce qui fait que le champ est distordu lorsque ladite partie du premier circuit de bobine réceptrice est proche du dispositif, le premier circuit de bobine réceptrice comprenant une première bobine réceptrice et le second circuit de bobine réceptrice comprenant une seconde bobine réceptrice, et les première et seconde bobines réceptrices étant électriquement indépendantes, de façon que chacun des premier et second circuits de bobine réceptrice produise indépendamment des premier et second signaux de sortie de circuit de bobine, qui sont indépendants ; et des moyens de comparaison qui reçoivent les premier et second signaux de sortie de circuit de bobine et qui produisent un signal de comparateur lorsqu'il existe une différence entre eux, ce signal de comparateur étant converti en un signal de sortie du circuit.

Un autre aspect de l'invention porte sur un appareil destiné à déterminer avec précision la position d'un dispositif à l'intérieur d'un tissu biologique, cet appareil comprenant des moyens de génération de champ dont le champ est perturbé par la présence du dispositif dans le champ, et un circuit qui excite les moyens de génération de champ et génère un signal lorsque ce champ est perturbé, caractérisé en ce qu'il comprend une sonde étroite qui contient les moyens de génération de champ et qui est sépa-

rée du circuit pour qu'on puisse déplacer aisément la sonde et le champ.

Un autre aspect de l'invention porte sur un procédé pour déterminer avec précision la position d'un dispositif à l'intérieur d'un tissu biologique, caractérisé en ce que : on crée un champ au moyen d'une sonde étroite, ce champ étant perturbé par la présence du dispositif à l'intérieur du champ ; on dirige la sonde vers le tissu biologique de façon qu'une petite partie du champ pénètre dans une petite région de surface du tissu biologique ; on déplace la sonde sur des petites régions de surface supplémentaires du tissu jusqu'à ce que le champ soit perturbé ; et on génère un signal lorsque le champ est perturbé.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre de modes de réalisation, donnés à titre non limitatif. La suite de la description se réfère aux dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une représentation latérale, partiellement en coupe, de l'appareil de l'invention avec le tube intra-trachéal en place dans un patient ;

La figure 2 est une coupe agrandie de la sonde de l'invention ;

La figure 3 est une coupe agrandie d'une structure de bobine qui fait partie de l'invention ;

La figure 4 est un schéma du circuit de l'invention ; et

La figure 5 est un schéma d'une forme préférée du circuit de l'invention.

On va maintenant considérer la figure 1 sur laquelle la référence 10 désigne un appareil de détermination de position. L'appareil de détermination de position 10 comprend de façon générale une sonde 20 et un instrument détecteur 30, reliés ensemble par un câble électrique flexible 40. La sonde 20 est illustrée sur la fig. 3.

La sonde 20 comprend de façon générale trois bobines L1, L2 et L3 qui sont bobinées de façon coaxiale autour d'un noyau 22 disposé à l'intérieur d'un boîtier cylindrique 24 dont la forme est conçue pour qu'il fasse

fonction d'index. Le noyau 22 comporte trois rainures annulaires 26, 27, 28 dans lesquelles sont logées les bobines L3, L1 et L2, chacune d'elles contenant le même nombre de spires. Les rainures d'extrémité 26, 28 sont équidistantes de la rainure centrale 27. Les bobines sont connectées à l'instrument détecteur 30 par le câble 40. L'extrémité avant 29 de la sonde 20 se trouve à l'opposé de l'extrémité du câble, et un coulisseau 21 est monté de façon mobile sur le boîtier 24. Le boîtier est de préférence en une matière non magnétique, comme une matière plastique, tandis que le noyau 22 est en toile imprégnée de résine phénolique.

L'instrument détecteur 30 comprend de façon générale un boîtier 32 qu'on peut aisément tenir d'une main. Le boîtier 32 comporte un interrupteur SW1 à son extrémité avant, une ouverture pour haut-parleur, 34, à son extrémité arrière, et une série de lampes 36 ainsi qu'un bouton de commande d'étalonnage 38 à sa surface supérieure. L'instrument détecteur 30 contient un circuit 300 pour la sonde 20 et ce circuit est représenté sur la figure 5. La figure 4 représente une variante du circuit.

En considérant la figure 5, on voit que le circuit 300 comporte une source de tension B3 (de préférence une batterie de 9 V) qui est connectée entre la masse et un interrupteur SW1. Une diode D31 est connectée aux bornes de la source de tension B3 pour éviter une détérioration du circuit au cas où la source de tension est connectée accidentellement avec une inversion de polarité, et un condensateur C45 fait fonction de filtre pour le bruit.

Un circuit intégré U15 est connecté aux bornes du circuit comprenant la source de tension B3 et l'interrupteur. Des condensateurs C40 et C41 et une diode D36 constituent un circuit de charge/décharge pour le convertisseur U15, qui convertit la tension d'alimentation positive en une tension négative appliquée sur la ligne désignée par -V. Cette ligne est connectée aux autres dispositifs du circuit qui nécessitent une tension négative, et un condensateur C46 fait fonction de filtre entre les li-

gnes -V et +V.

Deux diodes D37, D38 réduisent la tension appliquée au reste du circuit émetteur qui est associé à une bobine centrale L1. Immédiatement en aval se trouve un régulateur de tension monolithique U16 qui utilise une résistance R85 en tant que détecteur de courant, et qui fournit une tension constante au reste du circuit émetteur de L1. Par conséquent, lorsque la source de tension B3 vieillit et que sa tension diminue quelque peu, la tension appliquée au reste du circuit de L1 demeure constante. Des résistances R86 et R87 déterminent la tension de sortie réelle du régulateur de tension U16.

Le régulateur U16 applique une tension à un multivibrateur astable U17 dont la fréquence et le rapport cyclique sont commandés par des résistances R88 et R89 et par un condensateur C42. Un condensateur C38 filtre un point de référence interne dans le multivibrateur U17 et un condensateur C39 filtre la tension d'alimentation qui est appliquée au multivibrateur U17. Des résistances R90 et R91, associées à un condensateur C44, découplent un transistor Q11 par rapport au reste du circuit. Lorsque le transistor Q11 devient conducteur et qu'un courant circule dans la bobine L1, le condensateur C44 fait fonction de réservoir et la tension fournie par le régulateur U16 ne diminue pas de façon appréciable. Le courant de base qui est appliqué au transistor Q11 provient du multivibrateur U17 par l'intermédiaire d'une résistance R92, et la combinaison du multivibrateur U17 et du transistor Q11 applique une énergie considérable à la bobine, tout en n'absorbant que relativement peu de courant de la batterie. Une diode D39 élimine les tensions transitoires que génère la bobine L1 lorsque le transistor Q11 se bloque. Le courant de crête dans la bobine L1 est d'environ 60 mA.

Chacune des bobines intérieure et extérieure, L2, L3, est connectée à un circuit amplificateur d'entrée séparé. La bobine L2 est connectée à l'entrée positive d'un amplificateur U9. Le gain de l'amplificateur U9 est fixé par des résistances R62 et R63. Des diodes D32 et D33

sont connectées à l'amplificateur U9 pour faire en sorte que le signal de sortie de l'amplificateur soit toujours positif. La résistance R61 est une résistance de fermeture du circuit qui est connectée entre l'entrée positive de l'amplificateur U9 et l'autre côté de la bobine L2.

Le circuit amplificateur pour la bobine L3 comprend un amplificateur U10 dont l'entrée positive est connectée à la bobine L3. Des diodes D34 et D35 et une résistance de fermeture du circuit, R66, sont connectées de la même manière que pour le circuit amplificateur relatif à la bobine L2. Cependant, ce circuit amplificateur a un gain variable qui est commandé par deux résistances variables R71 et R72, branchées en parallèle, qui sont connectées en série avec des résistances respectives R69 et R70. (La résistance R71 est destinée au réglage grossier et la résistance R72 est destinée au réglage fin.) Des résistances R67 et R68 sont également connectées entre les résistances R69 et R70 et le reste du circuit amplificateur.

Les impulsions de sortie amplifiées sont intégrées par des condensateurs C31 et C32, pour donner des tensions continues, et elles sont appliquées ensuite à un circuit amplificateur différentiel. Ce circuit amplificateur différentiel comprend un amplificateur U11 et des résistances R64, R65, R73 et R74, ainsi que des condensateurs C31 et C32. Le signal de sortie du circuit amplificateur différentiel est appliqué à un comparateur U13. Des différences inhérentes entre les bobines peuvent entraîner une faible différence dans les tensions présentes aux bornes des condensateurs C31 et C32. L'instrument doit donc être étalonné avant l'utilisation pour compenser et éliminer cette différence. Pour l'étalonnage de l'instrument, on doit régler à zéro volt le signal de sortie de l'amplificateur U11 lorsque les champs provenant des bobines ne sont pas perturbés par la présence de métal. On contrôle le signal de sortie de l'amplificateur U11 pendant qu'on fait varier les résistances R71 et R72, pour obtenir une tension nulle.

Au cours du fonctionnement, le signal de sortie de l'amplificateur U11 est appliqué au comparateur U13. Le comparateur U13 commande à son tour, par l'intermédiaire d'une résistance R84, le fonctionnement d'un transistor Q10 qui fonctionne en interrupteur. Des résistances R77 et R81 établissent une hystérésis. De façon générale, si la tension de sortie de l'amplificateur U11 est inférieure à une valeur déterminée par des résistances R82 et R83, le comparateur U13 ne débloque pas le transistor Q10. Si la tension provenant de l'amplificateur U11 est suffisamment grande, le comparateur U13 débloque le transistor Q10 qui devient alors conducteur, et la tension d'alimentation est appliquée aux étages suivants du circuit. Cette configuration signifie que l'énergie de la batterie n'est appliquée aux étages suivants qu'en cas de détection de la présence de métal, et non en permanence. Le signal de sortie de l'amplificateur U11 est également appliqué à l'entrée positive d'un amplificateur U12, qui est un amplificateur non inverseur. Des résistances R75 et R76 déterminent le gain, tandis que le condensateur C35 limite la largeur de bande.

Le circuit amplificateur non inverseur applique son signal à un circuit audiofréquence qui est constitué essentiellement par un oscillateur commandé par tension U14 et par un transducteur piézocéramique sonore CAT-1. La tension de commande est appliquée à l'oscillateur U14 par l'intermédiaire d'une résistance R78. Des résistances R79 et R80 et un condensateur C36 déterminent la plage de fréquence de fonctionnement et le décalage pour l'oscillateur commandé par tension U14. Lorsqu'un signal suffisant est présent en sortie de l'amplificateur U12, le transducteur CAT-1 produit un signal d'alarme audible dont l'intensité et la fréquence augmentent proportionnellement à la valeur du signal, jusqu'à une certaine limite sélectionnée.

Un circuit de présentation visuelle comprend un afficheur à plusieurs diodes électroluminescentes U18. Une résistance R93 détermine la luminosité des diodes

électroluminescentes et une résistance R94 diminue la puissance consommée. Un condensateur C43 filtre les transitoires qui résultent de l'action de commutation des diodes électroluminescentes.

Le fonctionnement est le suivant. On introduit un tube intra-trachéal 100 dans la bouche d'un patient et on le fait descendre dans la trachée 200 sur une distance désirée, conformément au jugement clinique. On fixe en place la partie extérieure 101 du tube. Il est souhaitable que l'extrémité distale 102 du tube 100 soit positionnée approximativement au milieu de la trachée 200, comme il est représenté, entre les cordes vocales 202 et la bifurcation trachéale 207 des bronches 206 allant vers les poumons. Le tube 100 comporte près de son extrémité une bande 104 qui consiste en une feuille de métal recouverte de matière plastique. Le métal est de préférence une feuille de Mumétal. La distance entre la bande 104 et l'extrémité distale 102 est choisie de façon que la bande 104 soit positionnée au-dessus du sommet du sternum lorsque le tube est en place. Pour déterminer le positionnement de l'extrémité distale 102 du tube, on met en marche l'instrument détecteur 30 et ceci fait circuler un courant dans la bobine centrale L1 de la sonde 20, ce qui créeun champ magnétique qui englobe les bobines réceptrices L2 et L3. Du fait que les bobines L2 et L3 sont équilibrées en ce qui concerne les nombres de spires et la distance à partir de la bobine centrale, ainsi que par les résistances R71 et R72, les courants induits dans ces bobines sont identiques.

On positionne ensuite l'extrémité avant 29 de la sonde 20 perpendiculairement à la région de la gorge du patient. Lorsque l'extrémité 29 de la sonde est très proche de la bande de métal, qui déséquilibre ou distord le champ magnétique, l'induction magnétique dans la bobine L2 augmente et les courants traversant les bobines L2 et L3 deviennent inégaux. Sous l'effet de ce courant déséquilibré, le transducteur sonore CAT-1 émet un son et l'une des diodes électroluminescentes de l'afficheur U18 s'éclaire. La fréquence du signal audible et la diode éclairée

dépendent de la valeur de la différence de tension(par exemple, la dernière diode s'éclaire et le son est émis avec la fréquence la plus élevée lorsque la sonde est directement sur la bande de métal).

On repère ensuite la position de la bande en faisant glisser le coulisseau 21 le long de la sonde jusqu'à ce qu'il vienne en contact avec la peau. On retire la sonde en maintenant le coulisseau en place sur la peau. On utilise un crayon pour marquer sur la peau l'emplacement de la bande, à travers l'cuverture de sonde, dans le coulisseau. Pour contrôler la position du tube 100, on place l'extrémité avant de la sonde sur le point marqué. Si on n'obtient pas le signal maximal, c'est que le tube s'est déplacé. On n'obtient aucune indication (pas de signal audible ni de lumière) si la sonde n'est pas juste sur la peau ou si elle est sur la peau en étant décalée latéralement de plus d'un centimètre de la bande de métal. Ceci vient du fait que la bobine réceptrice avant L2 a une aire de section droite de faible valeur et est relativement proche de la bobine émettrice L1, et du fait qu'on utilise un champ relativement faible. Comme la bobine réceptrice L2 est petite, la présence dans le champ de la petite bande de métal produit une variation importante de l'induction magnétique dans la bobine L2.

On va maintenant considérer la figure 4 qui représente un autre circuit pour l'invention, désigné par la référence 50. Une source de tension B1 est connectée entre la masse et un interrupteur SW1.

Un multivibrateur U1 est connecté aux bornes du circuit formé par la source B1 et l'interrupteur SW1. Des résistances R1, R2 et un condensateur C1 fixent le rapport cyclique du multivibrateur U1. Un condensateur C2 stabilise un point de référence dans le multivibrateur U1.

La sortie du multivibrateur U1 est connectée par des résistances R3 et R4 aux bases de transistors Q1 et Q2. Un condensateur C3 est connecté à la masse, à partir du point situé entre les résistances R3 et R4. Les

transistors Q1 et Q2, qui sont respectivement de type NPN et PNP, sont branchés en circuit à charge d'émetteur et procurent un gain.

Le signal de sortie prélevé sur les émetteurs des transistors Q1, Q2 attaque le circuit de la bobine centrale, 52, qui comprend un condensateur C7 en série avec une résistance R7 et la bobine centrale L1 de la sonde 20.

Les émetteurs des transistors Q1 et Q2 sont également connectés à un circuit doubleur de tension 54 qui est formé par des condensateurs C8, C9 et des diodes D1 et D2. De plus, une résistance R8 et un condensateur C10 branchés en série sont connectés aux bornes du condensateur C9.

La bobine L1 est la bobine centrale ou émettrice sur le noyau 22 de la sonde 20. La bobine réceptrice L2 est la bobine qui se trouve à l'extrémité avant 29 de la sonde 20 et la bobine réceptrice L3 est à l'extrémité opposée. Comme il est représenté à la partie inférieure de la figure 4, la bobine L2 est connectée à l'entrée négative d'un amplificateur différentiel U2, par l'intermédiaire d'un condensateur C12 et d'une résistance R11. Ce côté de la bobine L2 est également connecté à la masse par l'intermédiaire de la résistance R9, destinée à fermer le circuit.

La bobine L3 est connectée à l'entrée positive de l'amplificateur différentiel U2 par l'intermédiaire d'un condensateur C13 et d'une résistance variable R12. Ce circuit d'entrée pour la bobine L3 comporte également une résistance R10 destinée à fermer le circuit, et une résistance variable R12 est connectée à la masse par l'intermédiaire d'une résistance R13. Une résistance R14 est connectée entre le curseur de la résistance variable R12 et la masse, et un condensateur C15 est connecté en parallèle sur la résistance R14. La boucle de réaction pour l'amplificateur U2 comprend la combinaison en parallèle d'une résistance R15 et d'un condensateur C14.

Le signal de sortie de l'amplificateur U2 est

appliqué par l'intermédiaire d'un condensateur C16 et d'une résistance R16 à l'entrée négative d'un amplificateur U3 dont l'entrée positive est connectée à la masse. Une diode D3 est connectée entre la sortie de l'amplificateur U3 et son entrée négative. La boucle de réaction pour l'amplificateur U3 comprend la combinaison en parallèle d'une résistance R17 et d'un condensateur C17, connectées à l'entrée négative et à la sortie de l'amplificateur U3 par l'intermédiaire d'une diode D4.

La sortie de l'amplificateur U3 est connectée à la masse par l'intermédiaire d'un condensateur C18 et d'une résistance R18. Cette sortie est également connectée par une résistance R19 à l'entrée positive d'un amplificateur non inverseur U4. Cette entrée positive est également connectée par une résistance R21 au curseur d'une résistance variable R20. La résistance variable R20 est connectée entre la borne de tension négative V- et la masse, par l'intermédiaire d'une résistance R33.

La boucle de réaction pour l'amplificateur U4, qui est connectée entre son entrée négative et sa sortie, comprend la combinaison en parallèle d'un condensateur C20 et d'une résistance R24, et comporte des résistances R22, R23. L'entrée négative est également connectée à la masse par la résistance R22 et le potentiomètre R23.

Le signal de sortie de l'amplificateur U4 est appliqué au circuit d'attaque d'afficheur U5 qui est connecté à des diodes électroluminescentes D5 à D14. Une résistance R25 est connectée au circuit d'attaque U5 et un condensateur de filtrage C11 est connecté entre la ligne de tension positive allant au circuit d'attaque U5, et la masse.

Le signal de sortie de l'amplificateur U4 est également appliqué à un circuit générateur de son 60, par l'intermédiaire d'une résistance R26 et d'un potentiomètre R27. Le circuit générateur de son 60 comprend un transistor unijonction Q3, un haut-parleur HP, un condensateur 21 et des résistances R28 et R29. Le fonctionnement global du circuit est le même que précédemment

et, sous l'effet d'un déséquilibre dans les champs des bobines, le haut-parleur produit un son et les diodes électroluminescentes s'éclairent.

Un circuit de tension basse de batterie, 70, comprend une paire de transistors Q4 et Q5. La base de Q4 est connectée à la masse par une résistance R34 et à la borne de tension positive par une diode zener D16 et une résistance R30. L'émetteur du transistor Q4 est connecté à la masse et son collecteur est connecté à la base du transistor Q5 et à une résistance R31. L'émetteur du transistor Q5 est également connecté à la masse et son collecteur est connecté à la source de tension positive par l'intermédiaire d'une résistance R32 et d'une diode électroluminescente D15, ce qui fait que la diode D15 s'éclaire si le niveau de tension de la batterie diminue.

Une autre variante de l'invention porte sur la disposition des bobines L1, L2 et L3. Sur les représentations des figures 2 et 3, les bobines sont alignées axialement. On peut cependant disposer les bobines selon une configuration plane dans laquelle les bobines sont alignées mais dans le même plan (par exemple comme trois tores reposant sur un plateau et placés en ligne droite). Une configuration plane triangulaire est également possible. Ces configurations supplémentaires créent un champ plus étendu dans une direction (au lieu d'un champ uniforme dans toutes les directions), et la détection est améliorée.

Il va de soi que de nombreuses autres modifications peuvent être apportées par l'homme de l'art au dispositif et au procédé décrits et représentés, sans sortir du cadre de l'invention.

Le tableau ci-après précise la nature et les valeurs des composants :

TABLEAU DES VALEURS DES COMPOSANTS

Diodes

D1, 2, 3, 4, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 ..... 1N4148A

D31 ..... 1N4001

D5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 ..... Diodes électroluminescentes

D16 ..... Diode Zener

Transistors

Q1 ..... 2N2222A

Q2, 10, 11 ..... 2N2907A

Q3 ..... 2N1671

Q4, 5 ..... T1597

Condensateurs

C1, 3, 14 ..... 1000 pF

C2, 33, 34, 36, 42 ..... 0,01 µF

C4, 5, 8, 9, 10, 11 ... 47 µF

C6, 7, 12, 13, 16, 35, 37, 38, 39 ..... 0,1µF

C15 ..... 120 pF

C17 ..... 0,047 µF

C18 ..... 6,8 µF

C19 ..... 0,1 µF

C20 ..... 1 µF

C21 ..... 0,22 µF

C31, 32 ..... 6,8 µF

C40, 41 ..... 18 µF

C43 ..... 39 µF

C45..... 68 µF

C46 ..... 2,2 µF

Circuits intégrés

U1 ..... ICM7555

U2, 9, 10 ..... TI TL081

U3, 4 ..... TI TL082

U5 ..... National Semiconductor LM3915

U11, 12, 13 ... PMI OP20

U14 ..... RCA CD4040

U15 ..... ICL 7660

U16 .. Intersil ICL 7663

U17 .. Intersil ICL 7555

U18 ..... National Semiconductor NSM 3914

Résistances

R1, 18, 31, 64, 65	10 kΩ
R2, 21	330 kΩ
R3	330 Ω
R4, 9, 10, 16, 29	220 Ω
R5	22 Ω
R6, 8, 85	100 Ω
R7	150 Ω
R11, 22, 69, 71, 83, 89, 92	1 kΩ
R12, 20, 27, 70, 75, 77, 84	20 kΩ
R13, 14, 15, 17	220 kΩ
R19, 24, 33, 63, 68, 76, 82, 87.	100 kΩ
R23	50 kΩ
R25, 80	470 Ω
R26, 28	4,7 kΩ
R30, 32	820 Ω
R34, 79	47 kΩ
R35	390 kΩ
R61, 66, 90, 91	270 Ω
R62, 78	5,1 kΩ
R67	3,9 kΩ
R72	5 kΩ
R73, 74	1 MΩ
R81	3,3 MΩ
R86	680 kΩ
R88	33 kΩ
R93	270 Ω
R94	180 Ω

REVENDICATIONS

1. Circuit destiné à déterminer avec précision la position d'un dispositif (100) dans un tissu biologique, caractérisé en ce qu'il comprend : un circuit de bobine d'émission (U16, U17, Q11, L1) qui crée un champ ; un premier circuit de bobine réceptrice (L2, U9) et un second circuit de bobine réceptrice (L3, U10), une partie au moins de chacun de ces circuits se trouvant à l'intérieur du champ, ce qui fait que le champ est distordu lorsque ladite partie du premier circuit de bobine réceptrice est proche du dispositif, le premier circuit de bobine réceptrice comprenant une première bobine réceptrice (L2) et le second circuit de bobine réceptrice comprenant une seconde bobine réceptrice (L3), et les première et seconde bobines réceptrices étant électriquement indépendantes, de façon que chacun des premier et second circuits de bobine réceptrice produise indépendamment des premier et seconds signaux de sortie de circuit de bobine, qui sont indépendants ; et des moyens de comparaison (U11) qui reçoivent les premier et second signaux de sortie de circuit de bobine et qui produisent un signal de comparateur lorsqu'il existe une différence entre eux, ce signal de comparateur étant converti en un signal de sortie du circuit.

2. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce que le champ est magnétique et le dispositif (100) porte un métal (104) qui distord ce champ.

3. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de comparaison consistent en un amplificateur différentiel (U11).

4. Circuit selon la revendication 3, caractérisé en ce que le signal de comparateur est constitué par la différence amplifiée entre les premier et second signaux de sortie de bobine.

5. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'un au moins des circuits de bobine réceptrice comprend une résistance variable (R71, R72) pour permettre de régler la valeur du signal de sortie de circuit de bobine correspondant, afin

de réduire au minimum la différence par rapport à la valeur de l'autre signal de sortie de circuit de bobine, lorsqu'aucun dispositif n'est détecté.

6. Circuit selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un réseau redresseur (U3, D3, D4, C18), et ce réseau redresseur reçoit le signal de sortie de comparateur et le convertit en un signal continu redressé, pour donner un signal de tension basse qui représente très précisément les différences entre les signaux de sortie de circuit de bobine.

7. Circuit selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens de sommation (U4) qui additionnent le signal continu à une tension de décalage continue présélectionnée de polarité opposée, afin de réduire à zéro le signal de sortie du réseau redresseur lorsqu'aucun dispositif n'est détecté, mais de produire un signal de sortie continu de faible valeur proportionnel à la différence entre les signaux de sortie de circuit de bobine lorsque le dispositif est détecté.

8. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un circuit de présentation visuelle (U18 ; U5, D5-D14) qui reçoit le signal de comparateur et qui le convertit en un signal de sortie du circuit sous la forme d'un affichage par diodes électroluminescentes.

9. Circuit selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un circuit générateur de son (U14, CAT-1 ; 60) qui reçoit le signal de comparateur provenant des moyens de comparaison et le convertit en un signal de sortie du circuit sous la forme d'un signal sonore.

10. Circuit selon l'une quelconque des revendications 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un comparateur de tension (U13) et un élément de commutation (Q10), et ce comparateur de tension reçoit le signal provenant des moyens de comparaison et il actionne l'élément de commutation pour appliquer une tension au circuit générateur de son (U14, CAT-1) et au circuit de présentation

visuelle (U18) si le signal de sortie des moyens de comparaison a un niveau suffisant.

11. Appareil destiné à déterminer avec précision la position d'un dispositif (100) à l'intérieur d'un tissu biologique, cet appareil comprenant des moyens de génération de champ (L1) dont le champ est perturbé par la présence du dispositif (100) dans le champ, et un circuit (300) qui excite les moyens de génération de champ et génère un signal lorsque ce champ est perturbé, caractérisé en ce qu'il comprend une sonde étroite (20) qui contient les moyens de génération de champ et qui est séparée du circuit pour qu'on puisse déplacer aisément la sonde et le champ.

12. Procédé pour déterminer avec précision la position d'un dispositif (100) à l'intérieur d'un tissu biologique, caractérisé en ce que : on crée un champ au moyen d'une sonde étroite (20) ce champ étant perturbé par la présence du dispositif (100) à l'intérieur du champ ; on dirige la sonde vers le tissu biologique de façon qu'une petite partie du champ pénètre dans une petite région de surface du tissu biologique ; on déplace la sonde sur des petites régions de surface supplémentaires du tissu jusqu'à ce que le champ soit perturbé ; et on génère un signal lorsque le champ est perturbé.

13. Procédé pour positionner avec précision un dispositif à l'intérieur d'un tissu biologique, caractérisé en ce que : on crée un champ au moyen d'une sonde étroite (20), ce champ étant perturbé par la présence du dispositif (100) à l'intérieur du champ ; on dirige la sonde vers le tissu biologique de façon qu'une petite partie du champ pénètre dans une petite région de surface du tissu biologique, à une position désirée pour le dispositif ; on déplace le dispositif de façon interne jusqu'à ce que le champ soit perturbé ; et on génère un signal lorsque le champ est perturbé.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que l'opération consistant à créer un champ fait intervenir la génération d'un

champ magnétique au moyen d'une bobine (L1) disposée dans la sonde, et le champ est perturbé par du métal (104) se trouvant sur le dispositif (100) à l'intérieur du tissu.

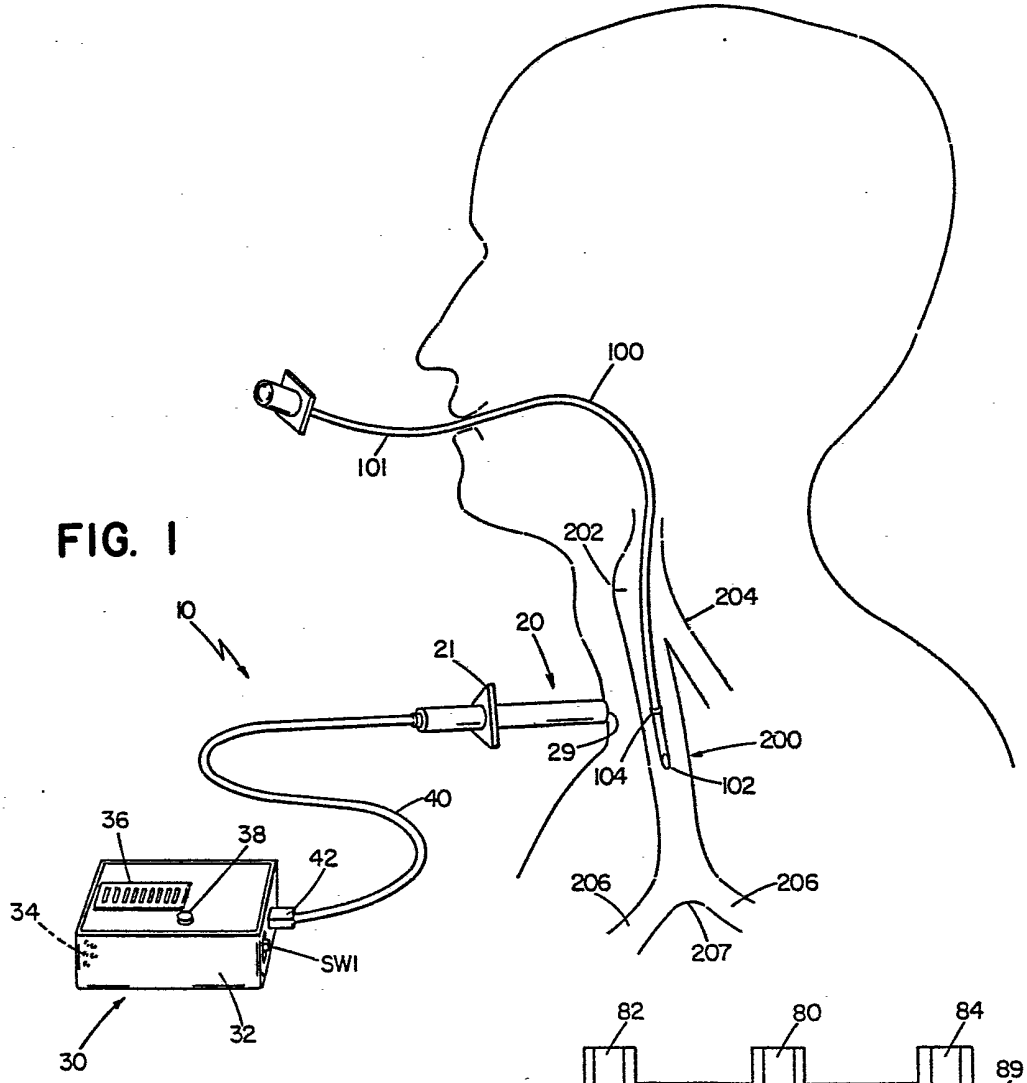

FIG. 1

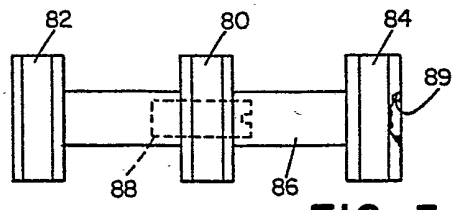

FIG. 3

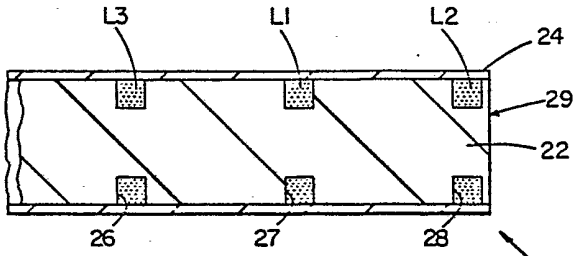

FIG. 2

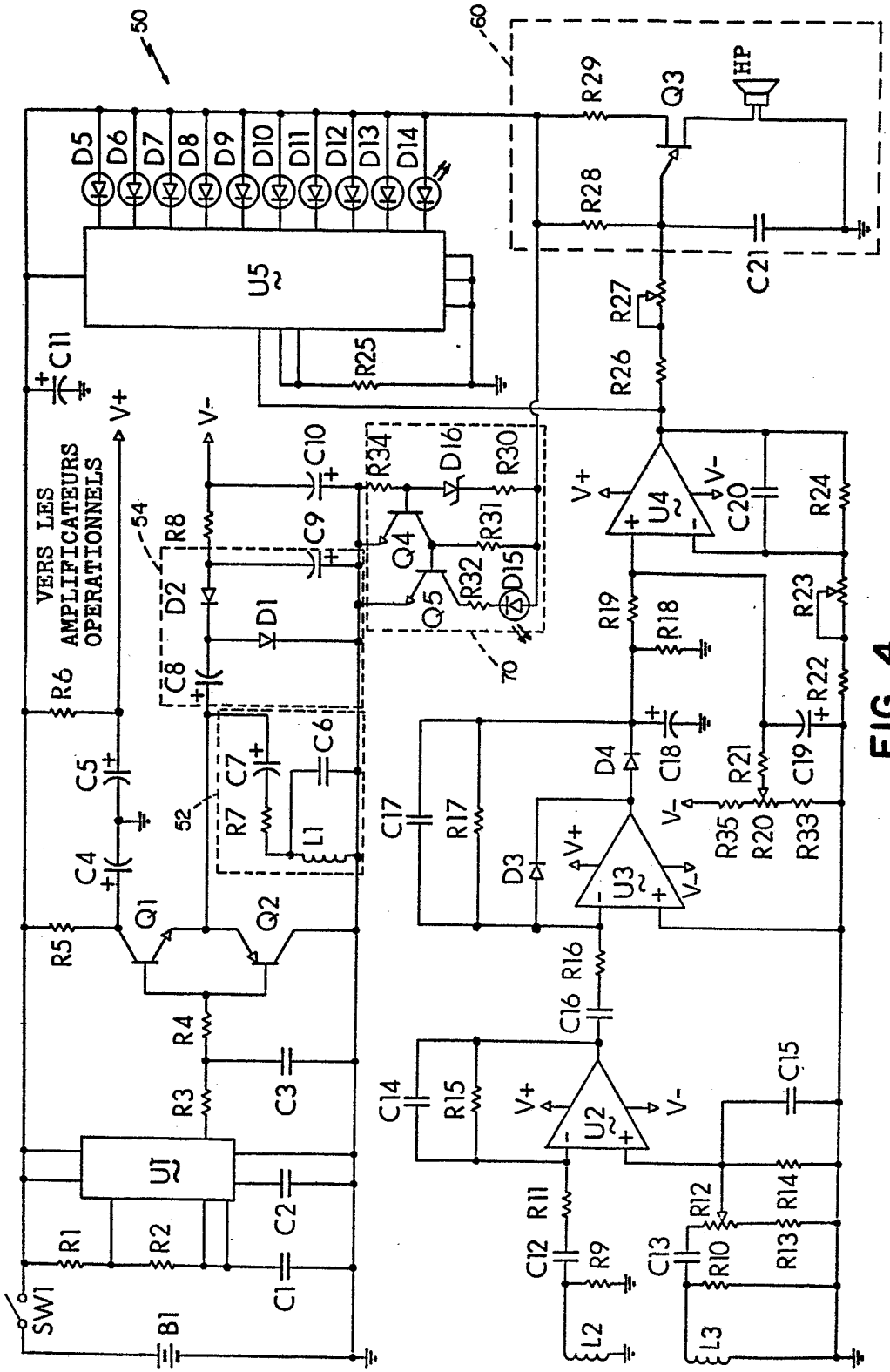
50
60
D5
D6
D7
D8
D9
D10
D11
D12
D13
D14
U5
R25
C11
R29
Q3
HP
R28
C21
R27
R26
VERS LES
AMPLIFICATEURS
OPERATIONNELS
V+
V-
C10
R34
D16
R30
54
R8
C9
Q4
R31
D2
D1
Q5
R32
D15
70
C8
R6
C5
C7
C6
52
R7
L1
C4
Q1
Q2
R5
R4
R3
C3
U1
C2
R1
R2
C1
SW1
B1
U4
C20
R24
R19
R18
R23
R22
D4
C18
R21
C19
C17
R17
D3
U3
R35
R20
R33
R16
C16
C14
R15
U2
C15
R11
R12
R14
C12
R9
C13
R10
R13
L2
L3

FIG. 4

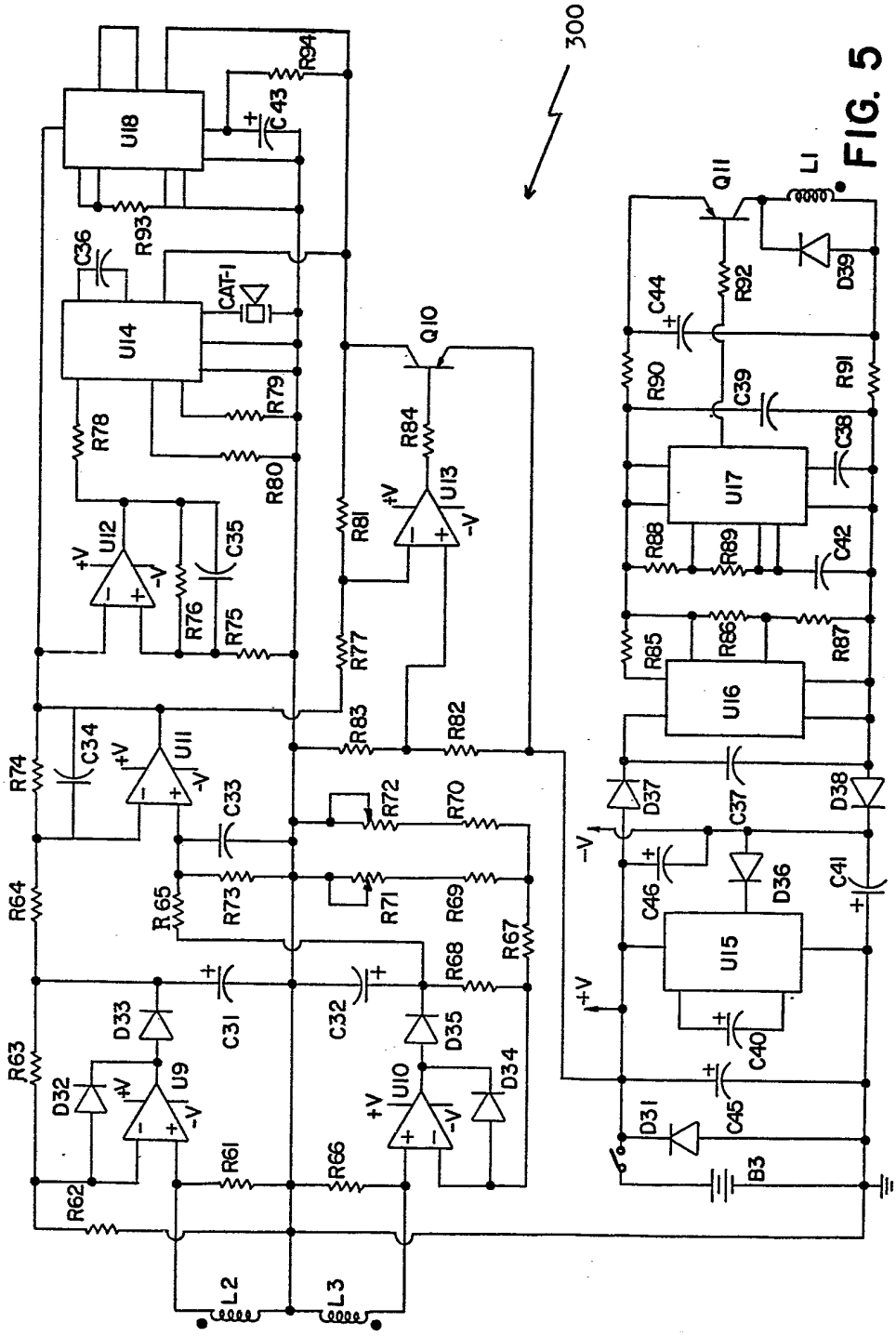
300
U18
R94
C43
R93
C36
U14
CAT-1
R79
R78
R80
Q10
R84
R81
U13
U12
C35
R76
R75
R77
C34
U11
R74
C33
R72
R70
R64
R65
R73
R71
R69
R67
R68
C31
C32
D33
D35
D34
R63
D32
U9
U10
R61
R66
R62
L2
L3
Q11
L1
D39
C44
R92
R90
C39
R91
C38
U17
R88
R89
C42
R85
R86
R87
U16
D37
C37
D38
C46
D36
C41
U15
C40
C45
D31
B3
+V
-V

FIG. 5