

Demande de brevet déposée pour la Suisse et le Liechtenstein
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

⑫ FASCICULE DE LA DEMANDE A3

⑪

634 964 G

⑰ Numéro de la demande: 4924/79

⑰ Requêteur(s):
Kabushiki Kaisha Daini Seikosha, Tokyo (JP)

⑱ Date de dépôt: 25.05.1979

⑱ Inventeur(s):
Makoto Ueda, Koto-ku/Tokyo (JP)
Akira Torisawa, Koto-ku/Tokyo (JP)
Shuji Otawa, Koto-ku/Tokyo (JP)
Masaaki Mandai, Koto-ku/Tokyo (JP)
Masaharu Shida, Koto-ku/Tokyo (JP)
Katsuhiko Sato, Koto-ku/Tokyo (JP)

⑳ Priorité(s): 26.05.1978 JP 53-62996

④② Demande publiée le: 15.03.1983

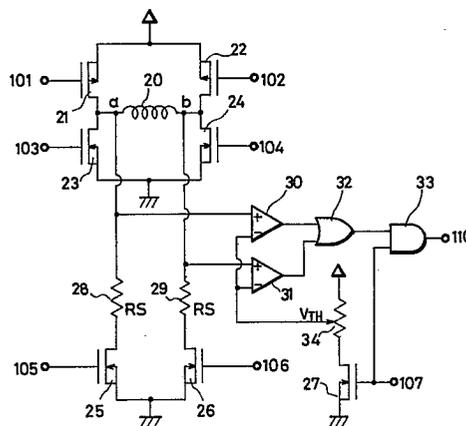
④④ Mandataire:
Bovard & Cie., Bern

④④ Fascicule de la demande
publié le: 15.03.1983

⑤⑥ Rapport de recherche au verso

⑤④ Dispositif détecteur de champ magnétique pour pièce d'horlogerie.

⑤⑦ Le moteur de la pièce d'horlogerie comporte une bobine (20) dans laquelle les portes (21, 22, 23, 24) pilotent l'injection d'impulsions alternées. Normalement, la durée des impulsions est par exemple de l'ordre de 6 msec. Pendant les intervalles entre les impulsions, la bobine (20) est branchée alternativement pour des périodes de 20 msec entre les portes (23, 24) et entre les portes (23, 35, 26), cette dernière boucle comprenant la résistance (29). Si le moteur se trouve dans un champ magnétique alternatif extérieur à une fréquence de 50 ou 60 Hz, le branchement périodique de la résistance (29) provoque l'apparition d'un signal au point (110). Ce signal est utilisé pour prolonger la durée des impulsions motrices par exemple jusqu'à une valeur de 10 msec.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

CH 4924/79

HO 13 850

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
A	<p><u>DE - A - 2 745 052 (SUWA SEIKOSHA)</u></p> <p>* page 24, ligne 3 - page 25, ligne 2; figure 19 *</p> <p>--</p>	unique
P	<p>PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 3, no. 60, 23 mai 1979 page 78E112 & JP - A - 54 38 169</p> <p>----</p>	unique
<p>Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL¹)</p> <p>G 04 C 3/14 10/104 9/00 G 04 G 9/00 G 04 C 13/00 15/00 G 01 R 33/02</p>		
<p>Catégorie des documents cités Kategorie der genannten Dokumente</p> <p>X: particulièrement pertinent von besonderer Bedeutung</p> <p>A: arrière-plan technologique technologischer Hintergrund</p> <p>O: divulgation non-écrite nichtschriftliche Offenbarung</p> <p>P: document intercalaire Zwischenliteratur</p> <p>T: théorie ou principe à la base de l'invention der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E: demande faisant interférence kollidierende Anmeldung</p> <p>D: document cité dans la demande in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L: document cité pour d'autres raisons aus andern Gründen angeführtes Dokument</p>		
<p>Rapport de recherche établi sur la base des dernières revendications transmises avant le commencement de la recherche. Der Recherchenbericht wurde mit Bezug auf die letzte, vor der Recherche übermittelte, Fassung der Patentansprüche erstellt.</p>		
<p>&: membre de la même famille, document correspondant. Mitglied der gleichen Patentfamilie; übereinstimmendes Dokument</p>		
<p>Etendue de la recherche/Umfang der Recherche</p>		
<p>Revendications ayant fait l'objet de recherches Recherchierte Patentansprüche: ensemble</p> <p>Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches Nicht recherchierte Patentansprüche:</p> <p>Raison: Grund:</p>		
<p>Dat. d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche</p> <p>11.11.1981</p>		<p>Examinateur OEB/EPA Prüfer</p>

REVENDEICATION

Dispositif détecteur de champ magnétique dans une pièce d'horlogerie électronique, caractérisé en ce qu'une tension induite dans la bobine du moteur par un champ magnétique externe est amplifiée par connexion alternative d'un élément à faible impédance et d'un élément à haute impédance aux extrémités de la bobine quand le moteur, composé d'un rotor, d'un stator et de la bobine, ne tourne pas.

La présente invention se rapporte à un moteur qui détecte un champ magnétique alternatif sans utiliser d'éléments détecteurs propres à cette fonction.

Quand un moteur subit un champ magnétique externe, sa bobine fonctionne comme une sorte de transformateur et un courant est induit dans son bobinage. De ce fait, la rotation du moteur est bloquée, ou bien le couple du moteur est perturbé, ou le nombre des pas est modifié. Ces phénomènes sont hautement désavantageux pour les moteurs et les pièces d'horlogerie utilisant ces moteurs. C'est pourquoi, afin de construire des moteurs et des pièces d'horlogerie pourvues de ces moteurs qui résistent aux champs magnétiques externes, ce dernier doit être détecté de manière à déclencher une alarme audible ou à changer les conditions d'entraînement des aiguilles selon l'aire du champ magnétique externe.

Dans les montres conventionnelles et les pièces d'horlogerie pourvues de tels moteurs, les champs magnétiques alternatifs ont été détectés par des détecteurs spéciaux prévus dans la pièce d'horlogerie, par exemple des éléments à haute résistance magnétique, des éléments Hall, des interrupteurs conducteurs ou de plomb. Ces éléments étaient nécessaires pour détecter le champ magnétique. Dans les montres électroniques-bracelets utilisant ces moteurs, il fallait prévoir un espace pour loger ces équipements détecteurs, ce qui entravait la recherche de la réduction des dimensions et de l'épaisseur. De plus, la consommation de courant des détecteurs raccourcissait la vie des piles et augmentait le prix des pièces.

On connaît déjà (D-A-2 745 052) des dispositifs détecteurs qui sont incorporés à des moteurs pas à pas de pièces d'horlogerie et qui commandent la durée des impulsions en fonction de la charge sur le moteur par une détection de la tension ou du courant induit dans la bobine après la fin de l'impulsion. Ces mêmes dispositifs peuvent aussi détecter les perturbations qu'entraîne la présence de la pièce d'horlogerie dans l'aire d'un champ magnétique extérieur, alternatif.

Toutefois, la sensibilité de ces dispositifs connus n'était pas suffisante pour satisfaire dans toute la mesure désirable aux exigences de la pratique dans le cas où il s'agissait de détecter des champs magnétiques alternatifs extérieurs et d'empêcher ceux-ci de perturber le fonctionnement de la pièce d'horlogerie et le but de la présente invention est de créer un dispositif détecteur plus sensible et plus efficace que les dispositifs déjà connus.

Dans ce but, l'invention a pour objet un dispositif détecteur de champ magnétique pour pièce d'horlogerie électronique caractérisé en ce qu'une tension induite dans une bobine par un champ magnétique externe est amplifiée par connexion alternative d'un élément à faible impédance et d'un élément à haute impédance aux extrémités de la bobine quand le moteur, composé d'un rotor, d'un stator et de la bobine, ne tourne pas.

Le dessin annexé représente, à titre d'exemple, diverses réalisations possibles dans le cadre de l'invention.

La fig. 1 est une vue en perspective d'un moteur de pièce d'horlogerie,

la fig. 2 est une table des séquences d'une impulsion renversée,

la fig. 3 est un diagramme de phase montrant la situation de la bobine et un flux magnétique dans le champ magnétique,

la fig. 4 est un graphique montrant les circuits d'entraînement et de détection selon l'invention,

la fig. 5A est un diagramme symbolique montrant une porte FET à canal N,

la fig. 5B est un diagramme de circuit équivalent montrant une porte FET à canal N,

la fig. 6 est un schéma de circuit équivalent montrant le circuit de détection selon l'invention,

la fig. 7A est un graphique montrant la forme de l'onde de tension détectrice dans le système selon l'invention,

la fig. 7B est un graphique montrant la forme de l'onde de tension détectrice dans le champ magnétique alternatif,

la fig. 7C est un graphique montrant la relation entre le champ magnétique et la tension détectée,

la fig. 8 est un diagramme caractéristique montrant la largeur d'une impulsion d'entraînement et une résistance magnétique alternative,

la fig. 9 est un schéma bloc du circuit d'une pièce d'horlogerie selon l'invention,

la fig. 10A montre une forme d'exécution d'un circuit de commande selon l'invention,

la fig. 10B montre la forme des signaux d'entrée au circuit de commande selon l'invention,

la fig. 11A est une table des temps des signaux de sortie d'un circuit de commande selon l'invention,

la fig. 11B est une table des séquences dans le cas où un champ magnétique alternatif est détecté selon l'enseignement de la présente invention.

Au dessin, les chiffres 1, 2 et 3 représentent respectivement la bobine, le stator et le rotor du moteur 20. Dans le schéma des circuits, on voit des portes P 21 et 22, des portes N 23, 24, 25, 26, des éléments à impédance 28, 29, des comparateurs 30, 31, une impulsion d'entraînement normale 68, une impulsion intempestive 70, une impulsion de détection 124.

La bobine 1 est bobinée sur un noyau magnétique formé d'un organe à haute perméabilité magnétique. Le stator 2 est également formé d'un organe à haute perméabilité magnétique et le rotor 3 consiste en un aimant permanent aimanté de façon à former deux pôles diamétralement opposés. Comme on le voit à la fig. 2, des impulsions alternées sont appliquées à la bobine périodiquement, ce qui fait tourner le rotor 3 pas à pas dans un sens.

La bobine 1 est utilisée comme élément détecteur d'un champ magnétique alternatif externe. Aucun autre élément détecteur n'est prévu. C'est ce qui forme la caractéristique essentielle de l'invention.

Considérons maintenant la tension induite dans la bobine 1 quand le moteur est exposé à un champ magnétique alternatif.

La fig. 3 montre un cas typique d'une bobine de moteur et d'un noyau magnétique 4.

En général, la bobine est mince, le champ magnétique se concentre dans le noyau 4 et, en première approximation, comme les formes sont différentes, la densité du flux magnétique dans le noyau est approximativement dix fois la densité du flux magnétique externe. Une tension V induite

dans la bobine 1 à ce moment sera donnée par $V = -n \frac{d\Phi}{dt}$ (1) si le nombre de spires de la bobine est n et si le flux magnétique dans le noyau 4 est Φ .

Tabelle 1

Matériau du noyau	45 permalloy
Longueur du noyau	12 mm
Section du noyau	0,8 × 0,8 mm
Nombre de spires de la bobine	10 000

Supposons que la densité du flux magnétique du noyau ayant les dimensions de la table 1 est de dix fois celle du flux magnétique extérieur, le flux Φ dans le noyau sera donné par

$$\Phi = 10 \cdot S \cdot B \cdot \sin \omega t \dots \quad (2)$$

si S est la section du noyau et B (Gauss) la valeur maximum de la densité du flux magnétique dans le champ magnétique alternatif sinusoïdal.

Les équations 1 et 2 donnent

$$\begin{aligned} V &= -10 \cdot n \cdot S \cdot B \cdot \omega \cdot \cos \omega t \\ &= -10 \cdot 1 \cdot 10^4 (\text{spires}) \cdot 0,64 \cdot 10^{-4} (\text{m}^2) \cdot B \cdot 10^{-4} (\text{wb/m}^2) \\ &\quad \cdot 2 \pi \cdot 50 (\text{Hz}) \cdot \cos \omega t \\ &= -6,4 \pi \cdot 10^{-2} \cdot B \cdot \cos \omega t [\text{V}] = -0,2 \cdot B \cos \omega t [\text{V}] \end{aligned}$$

En conséquence, si la densité du flux magnétique du champ extérieur B est 2 Gauss, on a : $V = -0,4 \cos \omega t [\text{V}]$. Si le moteur est logé dans un instrument ayant une source de puissance autonome limitée comme une montre-bracelet électronique, le circuit de commande ne peut pas être actionné avec une tension de détection de l'ordre de 0,4[V]. Il est donc nécessaire d'amplifier la tension suffisamment pour assurer la commande des inverseurs C-MOS. Cependant, il est très difficile de réaliser des inverseurs C-MOS stables avec la technologie actuelle. Ainsi, un but de la présente invention est de détecter des champs magnétiques alternatifs de l'ordre de 1 Oersted sans utiliser un amplificateur. Bien que le noyau magnétique 4 puisse être considéré séparément dans le champ magnétique, comme illustré ici, il constitue, en fait, une partie du moteur et de ce fait le flux magnétique concentré dans le noyau 4 est plus faible que celui d'un moteur pris séparément par suite de l'effet de by-pass du stator. Comme la tension induite dans la bobine 1 devient petite par suite d'une diminution du flux magnétique du noyau 4, le procédé décrit en relation avec la présente invention est très efficace et permet de détecter un champ magnétique de l'ordre de 1 Oersted.

Le dispositif de détection des champs magnétiques alternatifs selon l'invention a pour effet d'augmenter la tension induite dans la bobine par un champ magnétique extérieur sans utiliser un élévateur de tension particulier. Simplement il s'agit de connecter alternativement une impédance faible et une impédance élevée, par exemple des résistances respectivement faible et forte entre les extrémités de la bobine du moteur. De cette manière, l'existence d'un champ magnétique extérieur est facilement détectée.

La fig. 4 montre l'entraîneur et le détecteur du moteur. Tous les éléments à l'exception du moteur 20 sont des éléments de circuit qui peuvent être incorporés à un IC formé de C-MOS.

Le principe de l'amplification est décrit en détail ci-après en référence à la fig. 4 et la composition des circuits ainsi que leur mode de fonctionnement seront décrits plus loin.

A la fig. 4, un circuit d'entraînement et un élément d'amplification sont formés de portes MOSFET 21, 22 de type P (appelées les portes P ci-après), de portes MOSFET 23, 24, 25 et 26, de type N (appelées les portes N ci-après), de résistances de détection 28, 29 et du moteur 20.

Une méthode pour amplifier le signal de détection est

d'enclencher alternativement une boucle fermée composée du moteur 20, des portes N 23 et 24, et une boucle fermée formée du moteur 20 des portes N 23 et 26 et de la résistance 29, quand le moteur n'est pas actionné. Comme la boucle formée du moteur 20 et des portes N 23 et 24 constitue un shunt court à travers la bobine, la tension induite dans la bobine par un champ magnétique externe variable ne se développe pas à travers les portes N 23 et 24. Les portes N 23 et 24 sont des transistors qui entraînent le moteur et dont la résistance ON atteint en général plusieurs dizaines d'Ohms tandis que la tension développée dans la bobine présente une chute sur la résistance ON, un courant relativement grand passe dans les portes N 23 et 24.

Ensuite, quand la boucle composée du moteur 20, des portes N 23 et 26 et de la résistance 29 est enclenchée, l'inductance de la bobine du moteur agit toujours pour faire passer le courant relativement intense qui passait auparavant, avant que la boucle soit enclenchée et une forte différence de potentiel se construit aux bornes de la résistance 29 en un instant. Ensuite, cette tension devient stationnaire et un état stable est déterminé par la résistance 29, la tension induite par le champ magnétique extérieur, la résistance de la bobine, etc. Sous cet état stable, la tension théorique au cas où la résistance de détection aurait une valeur infinie serait égale à la tension avant l'enclenchement de la boucle fermée.

On considère maintenant le facteur multiplicatif au cas où la tension induite par le champ magnétique externe est amplifiée en enclenchant alternativement les boucles fermées.

La fig. 5A montre une porte N et la fig. 5B son circuit équivalent. Un interrupteur 40 est fermé et ouvert par le signal de porte. Une résistance enclenchée quand le moteur est excité est désignée par 29. En 41, on voit une diode à jonction PN entre un substrat et un drain, en 42 un conducteur additionneur d'une capacité de jonction PN entre le substrat et le drain, une capacité entre le drain et la porte, une capacité de parcours, une capacité répartie, etc.

Si les portes P et N de la fig. 4 sont remplacées par le circuit équivalent de la fig. 5 et si la pile est remplacée par un condensateur de large capacité ayant une source de puissance idéale, le circuit équivalent qui correspond à la méthode de détection est représenté à la fig. 6.

La tension 43 a la valeur V_0 . Elle est développée par le champ magnétique externe tandis que le chiffre 44 désigne une bobine comprenant le moteur dont l'inductance est L Henry. La résistance interne $45 \text{ r}\Omega$ de la bobine, l'interrupteur de commutation de boucle 47, la résistance ON 46 de la porte N désignée par $\text{rN}\Omega$ sont également visibles. $\text{rN}\Omega$ est considérée comme nulle puisque sa valeur est suffisamment plus petite que celle de la résistance de la bobine. Une capacité parasite dans les portes N et P est désignée par 48. Elle représente la somme des capacités parasites de la porte N24 et de la porte P22, de C farad. La résistance de détection $\text{Rs}\Omega$ est désignée par 49. Les chiffres 50 et 52 sont des diodes parasites entre le substrat et le drain de la porte N et de la porte P. Le chiffre 51 désigne la pile qui est une pile à l'argent du genre de celles qui sont généralement utilisées dans les pièces d'horlogerie et dont la tension V_D est $V_D = 1,57 \text{ V}$.

La tension de sortie de la borne 53 sert de tension de détection V_{RS} et elle est fournie à l'élément détecteur.

Les réponses dans le cas où l'interrupteur 47 est commuté selon le circuit équivalent de la fig. 6 sont obtenues théoriquement ci-après.

Quand

$$a = \frac{1}{2} \left(\frac{r}{L} + \frac{1}{\text{CRs}} \right), \quad b = \frac{L + \text{Rs}}{\text{LCRs}}$$

$$E = \frac{R_s}{R_s + r} V_0, \quad \omega = \sqrt{a^2 - b^2}, \quad D = 1 - e^{-\frac{R}{L} t_0}.$$

I Dans le cas où $a^2 > b^2$

$$V_{RS} = E \left[1 - \left\{ \frac{1}{\omega} \left(a - \frac{DL}{r} b \right) \sinh \omega t + \cosh \omega t \right\} e^{-at} \right]$$

II Dans le cas où $a^2 = b^2$

$$V_{RS} = E \left\{ 1 - \left(1 + at - \frac{DL}{r} bK \right) e^{-at} \right\}$$

III Dans le cas où $a^2 < b^2$

$$V_{RS} = E \left[1 - \left\{ \frac{1}{\omega} \left(a - \frac{DL}{r} b \right) \sin \omega t + \cos \omega t \right\} e^{-at} \right]$$

On admet que t_0 est la période de connexion de la boucle fermée de la résistance faible et t est le temps.

La forme d'onde de V_{RS} dans les opérations ci-dessus est représentée à la fig. 7A.

Si V_{RS} est calculé selon une forme d'exécution sous la condition que $L = 11$ Henry, $C = 75$ PF, $R_s = 150$ K Ω , $r = 2,8$ K Ω , $V_0 = 0,1$ V et $t_0 = \infty$, il faut environ 30 μ sec pour monter à la valeur de pointe de V_{RS} et cette valeur de pointe est à ce moment de 4,2 V. Le facteur multiplicatif est de 42 fois, ce qui montre clairement que le signal de détection est aisément amplifié sans utiliser un amplificateur à signal analogique.

La valeur théorique ci-dessus est donnée en supposant que la tension aux bornes de la bobine est constante. En réalité, cependant, dans le cas de la boucle fermée composée d'une résistance élevée, la constante de temps est faible et le temps nécessaire pour revenir à la tension stationnaire est relativement court. Au contraire, dans le cas d'une boucle fermée de faible résistance, la constante de temps est grande et le temps nécessaire pour rétablir la tension stationnaire est grand.

De façon plus concrète, dans le cas de la boucle fermée composée d'une résistance élevée, il faut environ 0,2 sec à V_{RS} pour rétablir la valeur stationnaire, tandis que dans le cas de la boucle fermée à basse résistance, la constante de temps est donnée par $\tau = L/r = 3,9$ msec, ce qui indique que la tension de pointe de V_{RS} n'est pas supérieure à 63% de la tension stationnaire même si la boucle fermée à basse résistance se maintient pendant 3,9 msec.

De façon générale comme les fréquences des champs magnétiques alternatifs que l'on rencontre couramment sont les fréquences des réseaux à 50 Hz ou 60 Hz, leur période est de 20 msec ou 16,7 msec de sorte qu'une durée d'impulsion de 3,9 msec est trop longue pour détecter un champ magnétique de force maximum.

La fig. 7B montre la forme d'onde de la tension de détection dans le cas où la boucle fermée de haute résistance est enclenchée pour 0,5 msec et la boucle fermée à basse résistance est enclenchée pendant 1,5 msec quand le champ magnétique alternatif est à 50 Hz dans les conditions définies plus haut. Le facteur multiplicatif du signal de détection est ici de 15 fois.

La fig. 7C montre la relation entre la force du champ magnétique AC ou alternatif et la tension de détection. La ligne 55 donne la tension entre les bornes de la bobine, la ligne 56 donne cette tension quand la boucle à basse résistance et la boucle à haute résistance sont enclenchées alternativement

toutes les 0,5 msec et le facteur multiplicatif de cette boucle est 5 fois.

Dans le cas où un champ magnétique alternatif est détecté, comme la durée d'un cycle à la fréquence commerciale de 50 Hz est de 20 msec, il est nécessaire de raccourcir le temps pour enclencher alternativement les boucles fermées à haute et basse résistance. Cependant, si le facteur multiplicatif de la tension de détection est augmenté pendant le cycle de 20 msec, on notera que la période d'enclenchement de la boucle à basse résistance est plus longue que la période d'enclenchement de la boucle à haute résistance.

Selon le dessin, comme le signal de détection ne peut être amplifié que par enclenchement des éléments composites formant la porte, le champ magnétique alternatif peut être détecté par un comparateur qui est facilement réalisé dans un circuit intégré IC à C-MOS pour pièce d'horlogerie, qui juge la valeur d'une tension par rapport à une tension de référence. De plus, comme le facteur multiplicatif du signal de détection selon l'invention est supérieur à 10 fois, la valeur de la tension composée à la tension de référence peut être jugée dans le seuil de tension des inverseurs CMOS.

Selon la forme d'exécution de la présente invention, la résistance est prise comme un élément d'impédance en vue de la détection, mais on peut aussi réaliser la détection au moyen d'une capacité et d'une inductance. En outre, comme tous les éléments de détection sont incorporés au circuit intégré C-MOS, la réalisation de la partie non saturée d'un transistor tampon constitue avantageusement un élément actif de faible résistance. Ainsi, bien que l'on ait décrit à titre d'exemple un élément d'impédance, on notera qu'il n'y a aucun inconvénient à utiliser des éléments actifs.

En ce qui concerne la constitution réelle du dispositif détecteur du champ magnétique alternatif, la boucle fermée à basse résistance est composée de la résistance ON du transistor tampon tandis que la boucle fermée à haute résistance est composée de la résistance diffuse du circuit IC. L'élément détecteur de la tension est composé d'un inverseur C-MOS ou d'un comparateur.

Tout en restant dans le cadre de la présente invention, il n'est absolument pas gênant que la boucle fermée à haute résistance ait la valeur maximum possible, c'est-à-dire que la boucle soit ouverte. Même dans le cas d'une boucle fermée, la capacité parasite existe dans le transistor tampon et de ce fait la pointe de tension n'est pas amplifiée de façon illimitée par l'élément capacitif et la détection est aussi possible de façon similaire à celle d'une boucle fermée à haute résistance. Si la haute résistance est illimitée, la composition du circuit est simplifiée, ce qui est un avantage.

L'efficacité du système qui rend difficile un arrêt de la pièce d'horlogerie, même quand celle-ci se trouve dans un champ magnétique alternatif, sera illustrée ci-après par application du dispositif de détection selon l'invention.

La fig. 8 représente un diagramme caractéristique montrant la largeur de l'impulsion d'entraînement et la résistance magnétique alternative. Normalement, le moteur est entraîné dans le domaine 58 pour fonctionner avec efficacité. Quand la largeur de l'impulsion augmente dans le domaine 58, la position rotative du rotor et la séquence de la fin de l'impulsion d'entraînement interfèrent l'une avec l'autre, de sorte que le rotor commence à fonctionner de façon incorrecte. La résistance magnétique alternative commence à devenir mauvaise. Quand la largeur de l'impulsion augmente encore, le moteur commence à être entraîné dans le domaine 59 à la fig. 8. Dans ce domaine 59, l'impulsion d'entraînement est coupée après que le rotor a été suffisamment entraîné par le flux magnétique de la bobine. De ce fait, le moteur devient résistant aux effets du champ magnétique externe. Quand la pièce d'horlogerie est exposée à un champ ma-

gnétique alternatif qui est détecté, l'impulsion qui entraîne le rotor obligatoirement peut être fixée, quant à sa durée, à la meilleure valeur en fonction de la résistance au champ magnétique dans le domaine 58 ou dans le domaine suffisamment large 59 par la méthode et le système décrits ci-dessus.

Conformément à la technique usuelle, un moteur sans système de détection du champ magnétique présente une résistance magnétique élevée par la présence de pièces telles qu'une plaque de blindage, un anneau de blindage ou autre, ce qui entraîne un sacrifice sur la résistance magnétique par saturation, dans une certaine mesure, quand l'impulsion se donne. En revanche, avec le système selon l'invention, le moteur est entraîné avec des impulsions dont la largeur est toujours optimale et la résistance magnétique bien meilleure que dans un moteur conventionnel.

On se réfère maintenant à une forme d'exécution selon la fig. 4. Ce circuit de détection d'un champ magnétique alternatif comporte des portes P 21 et 22, et des portes N 23 et 24 qui forment leurs paires d'inverseurs CMOS dont chaque borne de sorte a, b est connectée aux deux extrémités de la bobine 20 du moteur pas à pas et à une extrémité des résistances de détection 28 et 29. Les autres extrémités des résistances 28 et 29 sont connectées aux entrées de source des portes N 25 et 26. Les bornes d'entrée positives des comparateurs de tension 30 et 31 sont connectées à une des extrémités des résistances de détection 28 et 29 tandis que les bornes négatives d'entrée des comparateurs de tension 30 et 31 sont connectées au point de division de tension d'une résistance de référence de tension 34, et les bornes positive et négative de sortie sont connectées à une porte OU 32. Une extrémité de la résistance de référence 34 est mise à la masse à travers la porte N 27. Deux bornes d'entrée d'une porte ET 33 sont connectées à une sortie de la porte OU 32 et une borne de sortie de la porte N 27. Les bornes de portes 101, 102, 103, 104, 105, 106 et 107 des portes P et N 21, 22, 23, 24, 25, 26 et 27 et la borne de sortie 110 de la porte ET 33 sont connectées à un circuit de commande 65.

Comme on le voit dans le schéma-bloc du circuit à la fig. 9, le circuit de commande 65 traite favorablement les signaux de division de fréquence produits par un circuit diviseur 66 du type oscillant, excité par un oscillateur à cristal de quartz et produit les signaux nécessaires pour activer le circuit d'entraînement et le circuit détecteur. Une forme d'exécution de la composition du circuit de commande est représentée aux figs. 10A et 10B bien qu'elles soient ici considérées d'une façon différente.

La fig. 10A est un schéma des circuits et la fig. 10B une table des temps des signaux d'entrée. Ces signaux durant le cycle d'une seconde peuvent être facilement formés par la sortie du circuit diviseur des oscillations de fréquence, et leur schéma de circuit est éliminé.

Une impulsion de remise à zéro R émise par un flip-flop RS (appelé ci-après FF) 70 est connectée à la borne d'entrée 100 dont une impulsion S est connectée à un signal 121 dont les sorties Q, \bar{Q} sont reliées aux bornes d'entrées des portes ET 71 et 72. Les autres bornes d'entrée des portes ET 71, 72 sont reliées aux signaux 122, 123 et les bornes de sortie des portes ET 71, 72 sont connectées aux bornes d'entrée de la porte OU 73.

Une entrée d'horloge CL d'un DFF 74 est connectée à une borne de sortie de la porte OU 73, dont une sortie positive Q est connectée aux bornes d'entrée des portes ET 75, 76, dont la sortie négative \bar{Q} est connectée aux bornes d'entrée des portes ET 77, 78 et à une borne de donnée D du DFF 74. Les autres bornes d'entrée des portes ET 75, 77 sont connectées à une sortie de la porte OU 73 et les autres bornes d'entrée des portes ET 76, 78 sont connectées à un signal 124. Une sortie d'une porte ET 75 est connectée à la borne de

porte 101 à travers un inverseur 79, une sortie de la porte ET 76 est connectée à la borne de porte 105, une sortie de la porte ET 77 est connectée à la borne de porte 102 à travers un inverseur 80 et une sortie de la porte ET 78 est connectée à la borne de porte 106. Les bornes d'entrée des portes OU 81 et 82 sont connectées aux sorties des portes ET 75, 76, 77, 78 dont les sorties sont connectées aux bornes des portes 103, 104.

Le fonctionnement de cette réalisation est décrit ci-après en détail en se référant à la table des temps de la fig. 11A et 11B, aux figs. 4, 10A et 10B.

A la fig. 10A, comme des impulsions d'entrée sont fournies au RSFF 70 à chaque seconde par un signal 121, la sortie Q = "H", \bar{Q} = "L" jusqu'à ce que le signal de détection soit produit par la borne de sortie 110 comme on le montrera plus loin. En conséquence, un signal 123 est produit à la porte OU 73. Les sorties du DFF 74 sont inversées chaque fois qu'une impulsion arrive à l'entrée d'horloge CL, et en conséquence des ondes alternées qui se remplacent à chaque seconde sont formées aux bornes des portes 101, 102, 103, 104, 105 et 106.

Les ondes alternées qui se remplacent chaque seconde sont représentées par 101, 102, 103, 104, 105 et 106, à la fig. 11A. Le signal 123 est une impulsion d'entraînement du moteur pas à pas dans les conditions normales de fonctionnement et sa largeur est déterminée par la charge, le volume et autres caractéristiques du moteur. La largeur d'impulsion du moteur pas à pas selon la présente forme d'exécution est 5,8 msec. Le signal 122 est une impulsion d'entraînement forcé produite au lieu de l'impulsion d'entraînement dans les conditions normales quand le moteur entre dans un champ magnétique, grâce à l'action du circuit de détection des champs magnétiques alternatifs décrit ici. La largeur d'impulsion de l'impulsion d'entraînement forcé, plus grande que celle de l'impulsion normale, est de 9,8 msec, selon la présente forme d'exécution. Le signal 124 est une impulsion détectrice qui sert à détecter les champs magnétiques alternatifs. Les fréquences que l'on rencontre couramment dans la vie normale sont les fréquences commerciales de 50 à 60 Hz.

C'est pourquoi tout le système de détection s'effectue dans au moins une période de 20 msec de la fréquence commerciale de 50 Hz, dont la période est plus longue que celle de la fréquence de 60 Hz. D'un autre côté, le cycle de changement formé par la haute résistance et la boucle fermée à basse résistance est 1 : 3 (cela est représenté à une échelle exagérée au dessin). La fréquence est de 512 Hz dans la forme d'exécution décrite.

A la fig. 11A, le signal 107 sert à diminuer le courant consommé par la résistance de référence de tension 34 dans le circuit de détection autant que possible et à masquer le signal de détection s'il se produit intempestivement. La fréquence du signal 107 est la même que celle de l'impulsion de détection 124 et les cycles de la boucle fermée à haute résistance et de celle à basse résistance, qui est plus petite que le signal 124, sont dans le rapport 1 à 7 dans la présente forme d'exécution.

Avant le moment où le champ magnétique alternatif est détecté dans la section de détection à 20 msec (fig. 11A) les portes P 21, 22 sont fermées, les portes N 25, 26 et 27 sont fermées, les portes N 23, 24 sont ouvertes, les deux extrémités de la bobine 20 sont à la masse, la porte ET 33 est masquée et le signal de détection 110 est "L" à la fig. 4. Au moment où l'impulsion de détection 105 est "H", les portes N 24, 25 et 27 sont ouvertes et la boucle fermée à haute résistance est fermée. Au moment où l'impulsion de détection est "L", les portes 23, 24 sont ouvertes et la boucle fermée à basse résistance est fermée. De ce fait, la boucle fermée comprenant la bobine 20 représentée dans le principe du système

d'amplification peut être changée alternativement. Quand le moteur excité alternativement ne se trouve pas dans un champ magnétique alternatif, les deux extrémités a, b de la bobine sont en permanence à O. V. et n'atteignent pas la différence de potentiel qui forme le seuil de détection V_{th} . Le signal de détection reste à "L". En conséquence, une impulsion 68 normale, de 5,8 msec, est appliquée au moteur lors de la prochaine séquence d'excitation. A ce moment, seule la porte P 22 et la porte N 23 sont ouvertes et le courant passe à travers la bobine 20 de b à a. Au prochain pas, environ une seconde plus tard, la phase change, mais le circuit effectue une opération similaire.

Quand le moteur entre dans un champ magnétique alternatif, la situation est représentée par la fig. 11B. Au moment de la détection, le signal représenté à la fig. 11B est présent aux deux extrémités a et b de la bobine, comme illustré dans le principe de l'amplification. Le signal est fourni aux comparateurs de tension 30 et 31 de façon à pouvoir être composé avec le niveau de la tension de seuil V_{th} . De ce fait, un signal de détection 69 est produit. Le signal de détection 69 est fourni à la borne de remise à zéro du RSFF 70 à la fig. 10A et inverse les conditions du circuit. En conséquence, l'impulsion d'entraînement forcé 122 est appliquée au moteur à droite immédiatement après l'instant de l'entraîne-

ment et le moteur effectue un pas de façon régulière, même s'il se trouve dans un champ magnétique.

Prenant avantage de la puissance produite par le système de détection du champ magnétique alternatif, la largeur de l'impulsion d'entraînement, la tension d'entraînement et le circuit d'entraînement du vibreur d'alarme qui signalent l'existence du champ magnétique alternatif peuvent être commandés aisément.

Le dispositif de détection d'un champ magnétique alternatif selon la présente invention est le plus favorable pour une montre-bracelet électronique. Sans éléments autres que les composants usuels d'une montre-bracelet électronique, on assure une détection hautement fiable et sensible des champs magnétiques alternatifs. De plus, la source de puissance n'est pas nécessaire pour détecter la tension induite dans la bobine du moteur. En outre, le circuit de détection ne consomme que très peu de puissance dans la source de puissance. En conséquence, la montre-bracelet électronique équipée du dispositif de détection des champs magnétiques alternatifs est réalisée sans augmenter la consommation de puissance, le volume ou le prix par rapport aux montres-bracelets conventionnelles. L'effet technologique obtenu est donc important.

FIG. 1

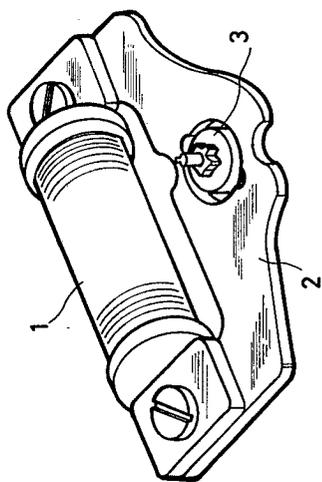


FIG. 2

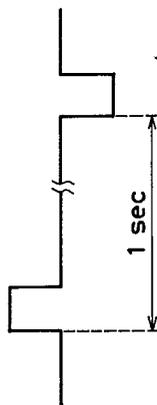


FIG. 3

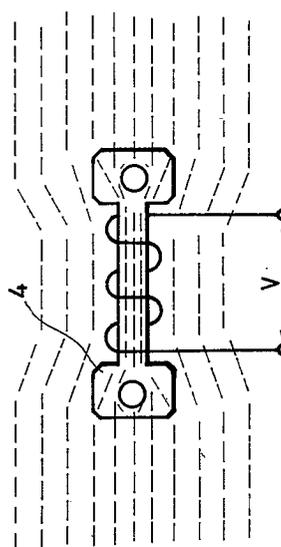


FIG. 4

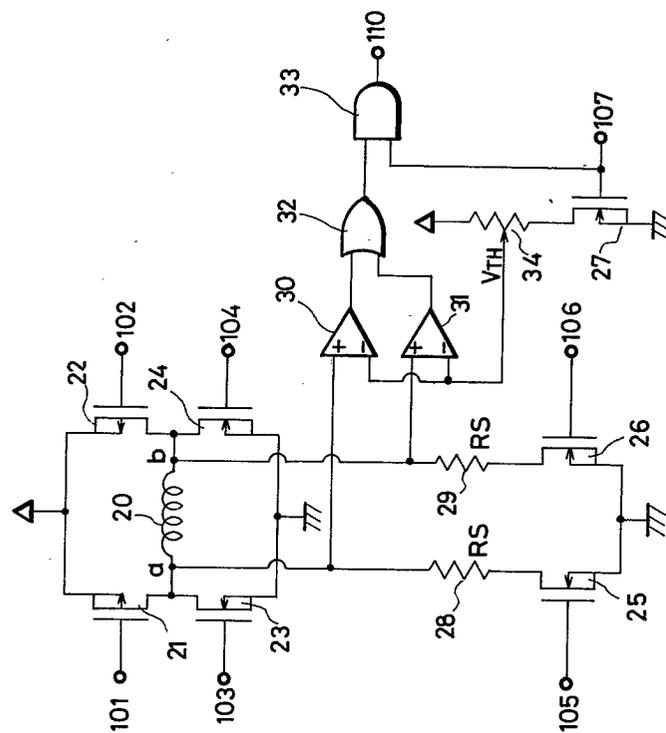


FIG. 7 (A)

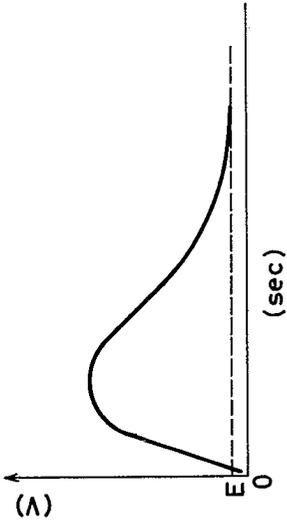


FIG. 7 (B)

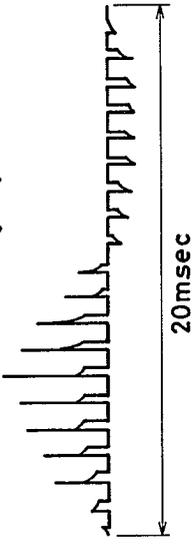


FIG. 7 (C)

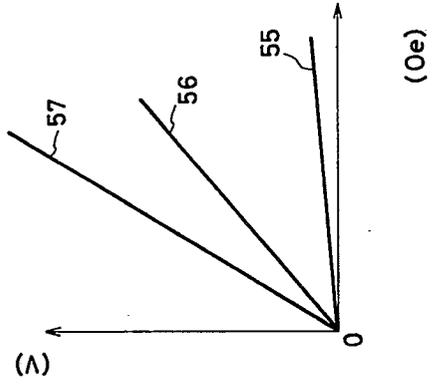


FIG. 5 (B)

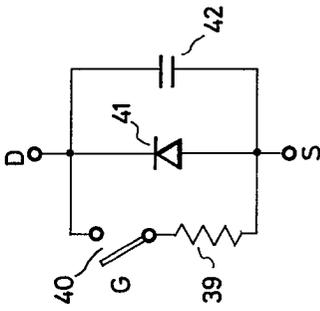


FIG. 5 (A)

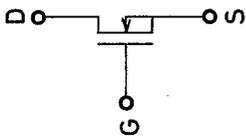


FIG. 6

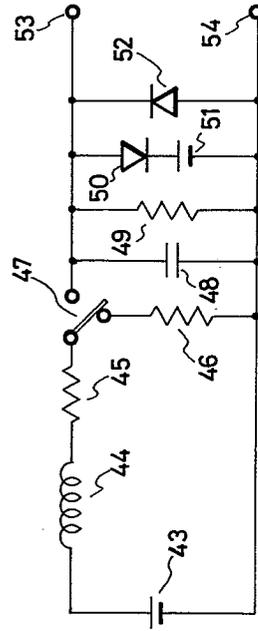


FIG. 11(A)

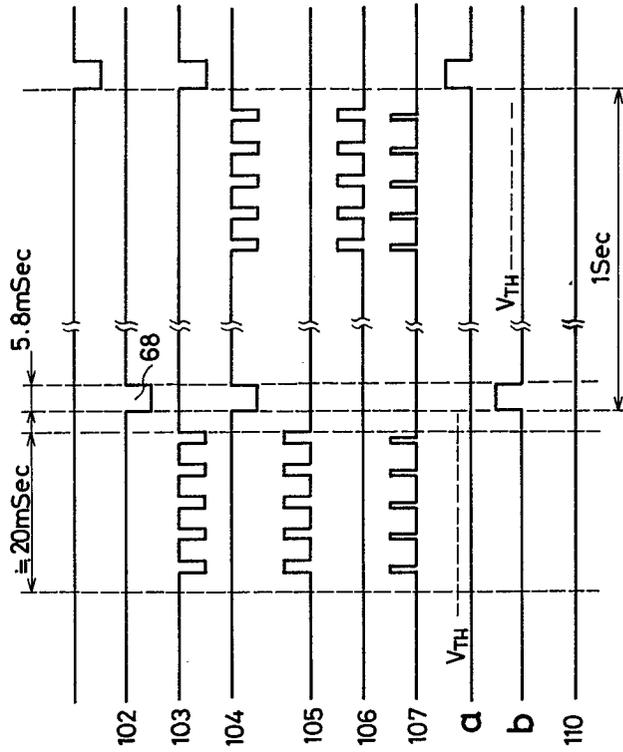
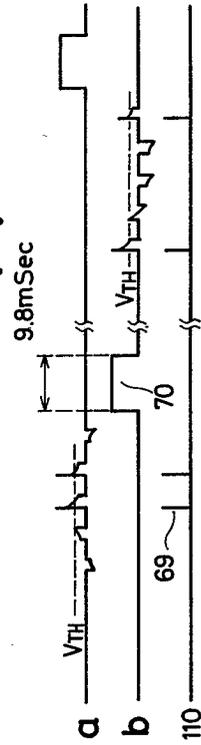


FIG. 11(B)



(Ce)

FIG. 8

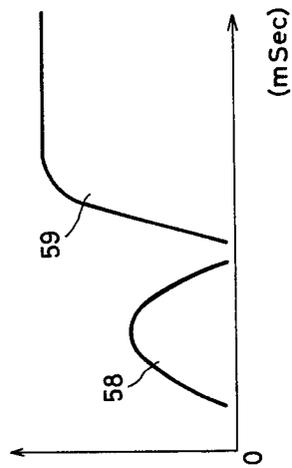


FIG. 9

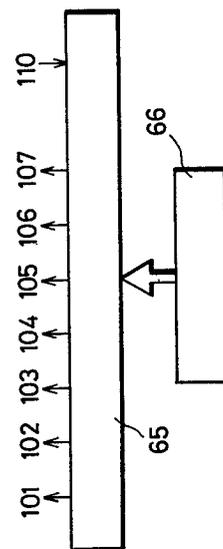


FIG. 10 (A)

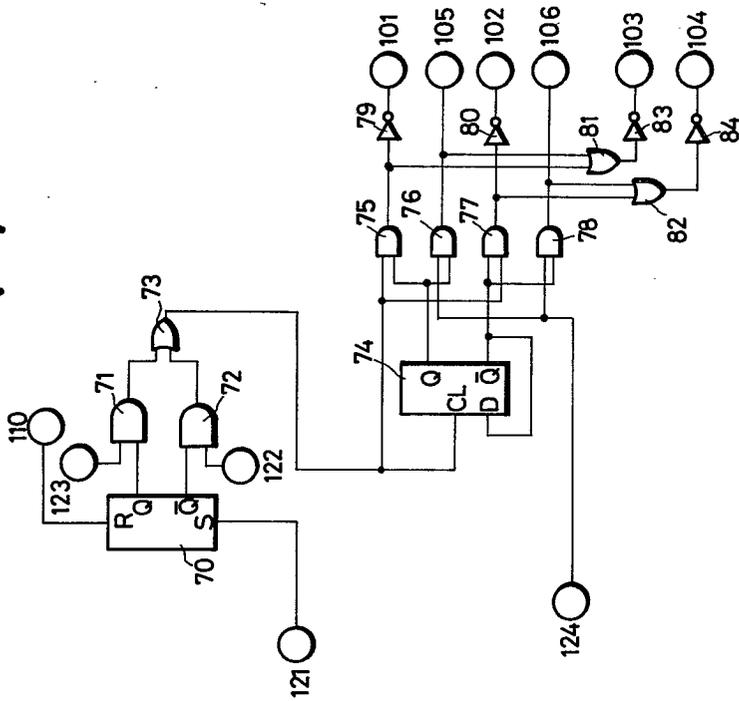


FIG. 10 (B)

