

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑫② Date de dépôt : 22.10.90.

⑫③ Priorité : 03.11.89 CH 397889.

⑫④ Date de la mise à disposition du public de la demande : 10.05.91 Bulletin 91/19.

⑫⑤ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Le rapport de recherche n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

⑫⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦① Demandeur(s) : MONTRES ROLEX (S.A.) — CH.

⑦② Inventeur(s) : Leuenberger Claude-Eric et Besson René.

⑦③ Titulaire(s) :

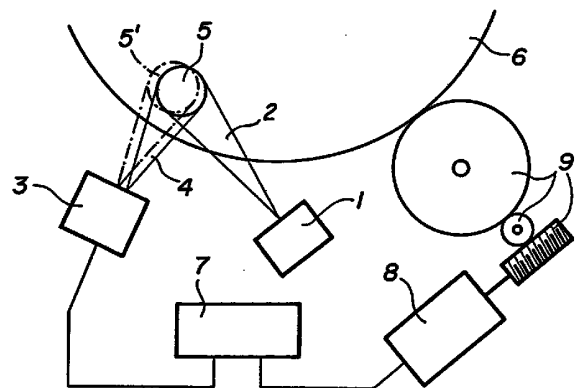
⑦④ Mandataire : Cabinet Nithardt & Burkard.

⑤④ Procédé pour détecter la position du zéro d'une aiguille d'une montre à quartz à affichage analogique, dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé et montre équipée de ce dispositif.

⑤⑦ La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour détecter la position du zéro d'une aiguille d'une montre à quartz à affichage analogique qui permet de générer et d'envoyer un faisceau lumineux sur une surface réfléchissante solidaire d'un mobile portant l'aiguille.

Ce dispositif comporte une source émettrice (1) d'un faisceau lumineux (2) et un récepteur (3) qui intercepte le faisceau réfléchi (4) renvoyé par une plage fortement réfléchissante (5). Cette plage est solidaire d'une surface d'un mobile (6), par exemple la roue portant l'aiguille des secondes et, selon la position de cette roue, la surface réfléchissante peut occuper une position (5) ou une position voisine (5') décalée de moins d'un pas. Les signaux issus du détecteur (3) sont transmis à un circuit électronique (7) connecté à un moteur électrique (8) qui entraîne par l'intermédiaire de rouages (9), le mobile (6).

Ce dispositif facilite le montage et la réparation de montres à quartz à affichage analogique.



1

5

La présente invention concerne un procédé pour détecter la position du zéro d'une aiguille, par exemple de l'aiguille des secondes, d'une montre à quartz à affichage analogique.

10

Elle concerne également un dispositif pour mettre en oeuvre ce procédé.

15

Elle concerne enfin une montre électronique équipée de ce dispositif.

La montre électronique à affichage analogique se compose essentiellement d'un quartz dont les vibrations sont entretenues par un oscillateur, d'une chaîne de division électronique de la fréquence du quartz et d'un circuit de commande d'un moteur pas à pas avançant au rythme d'un pas par seconde, l'ensemble étant alimenté par une pile électrochimique. Le moteur pas à pas est couplé à une longue chaîne cinématique mécanique réduisant la vitesse de rotation des mobiles successifs tels que les aiguilles en vue de l'affichage de la seconde, de la minute et de l'heure, et des disques d'affichage du quantième et du jour. Cette chaîne cinématique est tout à fait appropriée à l'affichage du temps et il n'y a pas d'incertitude dans la lecture de l'heure. En effet, la minute se trouve sur un repère de minute quand la seconde passe par zéro; il en est de même pour l'heure vis-à-vis de la minute et, finalement, la date et le jour changent à minuit. Dans certaines réalisations, cette chaîne cinématique doit être interrompue pour permettre d'effectuer des corrections rapides de la date et du jour, ou pour créer la fonction fuseau horaire. Le partage de cette chaîne cinématique pour la rendre plus souple d'utilisation est connu depuis fort longtemps. Ce principe a été mis en application dans un concept où chaque affichage mécanique possède son propre moteur d'entraînement en vue de faciliter les corrections et/ou d'afficher d'autres fonctions.

20

25

30

35

- Néanmoins, peu de réalisations ont vu le jour sur une échelle industrielle, car s'il est relativement facile de faire une construction horlogère dans laquelle la chaîne cinématique est partagée et où chaque partie est alimentée par son propre moteur, il est en revanche difficile d'assurer la synchronisation d'un affichage avec le suivant. En d'autres termes, il faut, lorsque la seconde passe à zéro, que la minute se trouve exactement sur son trait, de manière à éviter toute incertitude de lecture.
- Pour réaliser électroniquement cette synchronisation des affichages, il est impératif de connaître électroniquement le passage par zéro de l'aiguille de seconde pour pouvoir, à cet instant précis, donner une impulsion au moteur entraînant l'aiguille de minute afin qu'elle arrive sur un repère de minute.
- Il existe bien entendu un grand nombre de dispositifs qui permettent de connaître à chaque mouvement d'un mobile son déplacement ou sa position. Ces dispositifs ne sont pas applicables à l'horlogerie, principalement pour des raisons de consommation d'énergie et d'encombrement. En ce qui concerne l'aiguille de seconde, le problème de la détection de sa position peut être simplifié. En effet, cette aiguille fait un tour en 60 secondes en mode de fonctionnement normal et en marche rapide (mise à l'heure), elle peut faire un tour, soit 60 pas, en moins d'une seconde. En rapport avec cette dynamique de vitesse et des buts poursuivis, il est possible de se limiter à un dispositif qui identifiera un pas parmi les 60 correspondant à un tour, ce pas étant défini comme le pas zéro.
- Pour cette raison, ces dispositifs sont habituellement désignés par "Détecteur de passage par zéro". Lors du montage de la montre, ce dispositif détecteur de zéro est exploité comme suit : l'électronique donne l'ordre au moteur d'avancer pas par pas jusqu'à ce qu'elle reçoive l'information que le pas zéro est atteint. Dans cette position, l'horloger chasse l'aiguille de seconde sur son axe, exactement sur le zéro de l'affichage. Cette position doit se retrouver à chaque tour de l'aiguille de seconde, et il est facile pour l'électronique de savoir que, par exemple

dix pas après le passage par zéro, l'aiguille doit se trouver sur la seconde 10. Ainsi, lorsque l'électronique atteint la valeur zéro, si la quittance de passage par zéro n'est pas intervenue, le moteur avancera en marche rapide jusqu'à l'obtention de l'information zéro. Dans la pratique, ce système est suffisamment performant pour le but recherché. En effet, il n'y a que les grands chocs sur la montre, ou le passage dans des champs magnétiques élevés, qui entraînent une différence entre le comptage électronique de la position et la position réelle affichée par l'aiguille. Ces accidents, très rares, ne peuvent pas se produire lors de l'activation des fonctions de la montre par la couronne ou des boutons poussoirs.

Les réalisations industrielles horlogères pour détecter le passage par zéro ne sont pas nombreuses et la plupart sont basées sur la détection au moyen d'un contact mécanique. Toutefois, on a également eu recours à un système optique qui consiste en une diode électroluminescente envoyant une lumière infrarouge sur la roue de seconde. La roue comprenant un trou joue le rôle d'obturateur et le faisceau lumineux tombe ou ne tombe pas sur une cellule photosensible disposée en regard de la diode. C'est de cette manière que l'on obtient un signal électronique de passage par la position zéro.

L'inconvénient de ce système est que, lors du montage, il faut appliquer des consignes d'orientation de la roue de telle manière qu'à la position de repos le chemin optique soit complètement libre ou complètement obturé. Les cas intermédiaires perturbent le fonctionnement et sont, par conséquent, à éviter.

La présente invention a pour but de contourner ces inconvénients en proposant un procédé et un dispositif permettant d'éviter au service de montage, ainsi qu'au service après-vente, de rechercher des repères précis avant de mettre en place l'aiguille des secondes.

Dans ce but, le procédé selon l'invention est caractérisé en ce que l'on génère et envoie un faisceau lumineux sur une surface solidaire d'un mobile portant l'aiguille, cette surface comportant une zone faiblement réfléchissante et une plage fortement réfléchissante, en ce que l'on

recueille le faisceau réfléchi par cette zone faiblement réfléchissante et/ou par la plage fortement réfléchissante, sur un détecteur composé d'un ensemble de cellules photovoltaïques et en ce que l'on détermine la position pour laquelle le signal de sortie du détecteur est maximal pour le faire correspondre, lors du montage de la montre, à la position zéro de l'aiguille des secondes.

De préférence, pour déterminer la position pour laquelle le signal de sortie du détecteur est maximal, on subdivise l'ensemble de cellules photovoltaïques en deux groupes, un premier groupe central comportant p cellules, et un deuxième groupe latéral comptant $n-p$ cellules, le nombre total de cellules photovoltaïques de l'ensemble étant n , et l'on détermine le rapport des courants respectivement issus de ces deux groupes, et le maximum de ce rapport.

Le premier groupe de p cellules est choisi de telle manière que les cellules qu'il comporte soient intercalées entre les $n-p$ cellules du deuxième groupe.

D'une façon avantageuse, si le détecteur compte dix cellules photovoltaïques, le premier groupe peut comporter quatre cellules et le second groupe peut comporter six cellules, de manière à définir cinq arrangements possibles des cellules.

Ces groupes étant formés, l'on détermine une valeur seuil k_1 du rapport des courants issus des deux groupes, l'on fait tourner ladite surface solidaire du mobile portant l'aiguille pour déterminer les positions pour lesquelles le rapport desdits courants dépasse ladite valeur seuil, l'on teste, pour chaque position, les arrangements possibles de cellules, l'on détermine l'arrangement pour lequel le rapport est maximal, et l'on mémorise cet arrangement.

L'on mémorise en outre la polarité du pas du moteur effectué au moment où l'on a détecté ce rapport.

Afin de mettre en place ladite aiguille, de préférence on détermine

préalablement l'arrangement pour lequel le rapport est maximal, on mémorise cet arrangement et on fixe ladite aiguille sur le mobile en la positionnant dans sa position "zéro" correspondant au chiffre "douze" du cadran de la montre.

5

Ensuite, l'on compare, une fois par tour, la position réelle mécanique de l'aiguille à la position théorique déterminée par comptage électronique.

10

Pour effectuer cette comparaison, on détermine de préférence une valeur seuil k_2 inférieure à la valeur du rapport maximal des courants issus des cellules du premier et du deuxième groupe dans l'arrangement préalablement mémorisé, et on compare le rapport de ces courants au moment où la position théorique de l'aiguille est "zéro" avec cette valeur seuil.

15

Si la valeur dudit rapport est inférieure audit seuil k_2 , on fait avancer l'aiguille d'au moins un pas, et on refait la comparaison du nouveau rapport correspondant à la nouvelle position avec cette valeur seuil.

20

Le dispositif pour la mise en oeuvre du procédé pour détecter la position du zéro d'une aiguille, notamment de l'aiguille des secondes, d'une montre à quartz analogique comportant un moteur d'entraînement de l'aiguille et un circuit électronique pour commander ce moteur, est caractérisé en ce qu'il comprend une surface solidaire d'un mobile portant cette aiguille, comportant une zone faiblement réfléchissante et une plage fortement réfléchissante, un émetteur agencé pour émettre un faisceau lumineux et pour l'envoyer sur ladite surface, un détecteur composé d'un ensemble de n cellules photovoltaïques agencé pour capter le faisceau réfléchi par ladite surface, et des moyens pour déterminer la position de cette surface pour laquelle le signal de sortie du détecteur est maximal, et pour le faire correspondre, lors du montage de la montre, à la position zéro de l'aiguille..

25

30

35

Selon une forme de réalisation avantageuse, l'ensemble des n cellules photovoltaïques du détecteur est subdivisé en deux groupes, un premier groupe central de p cellules et un second groupe de $n-p$ cellules, et le

dispositif électronique est agencé pour calculer le rapport des courants issus de ces deux groupes de cellules et pour déterminer le maximum de ce rapport.

- 5 De préférence, les p cellules du premier groupe sont intercalées entre les $n-p$ cellules du deuxième groupe.

- 10 De façon avantageuse, le détecteur compte dix cellules, le premier groupe comptant quatre cellules et le second six, et le nombre des arrangements possibles est de cinq, sachant que la première et la dernière cellule de l'ensemble font partie du deuxième groupe.

- 15 Selon cette forme de réalisation, le circuit électronique comporte des moyens pour déterminer une valeur seuil k_1 du rapport des courants issus des deux groupes, et des moyens pour déterminer les positions du mobile portant l'aiguille pour lesquelles le rapport des courants dépasse cette valeur seuil, ainsi que des moyens pour déterminer, l'arrangement pour lequel ce rapport est maximal.

- 20 Le circuit électronique est équipé également de moyens pour mémoriser l'arrangement pour lequel le rapport est maximal, et de moyens pour comparer, une fois par tour, la position réelle mécanique de l'aiguille avec sa position théorique déterminée par comptage électronique.

- 25 D'une façon avantageuse, le détecteur a une longueur telle que le spot formé par la lumière réfléchie interceptée par ce détecteur se déplace sensiblement sur toute cette longueur lorsque l'aiguille effectue un déplacement correspondant à un pas du moteur.

- 30 De préférence, la longueur du détecteur est inférieure à la longueur du déplacement effectué par le spot lumineux renvoyé par la surface réfléchissante, lorsque le mobile se déplace en rotation d'un angle correspondant à deux pas du moteur.

- 35 L'invention sera mieux comprise en référence à la description d'une forme de réalisation et au dessin annexé dans lequel :

la fig. 1 représente schématiquement une montre électronique à quartz traditionnelle,

la fig. 2 illustre une chaîne cinématique partagée en trois parties,

la fig. 3 représente schématiquement le dispositif selon l'invention,

la fig. 4a représente le dispositif de détection de zéro vu de dessus,

la fig. 4b représente le dispositif de détection de zéro vu en coupe,

la fig. 5 illustre la disposition des cellules photosensibles,

la fig. 6 représente un schéma bloc du circuit électronique de la montre, et

la fig. 7 représente le tableau des combinaisons possibles des cellules photovoltaïques du détecteur.

En référence à la fig. 1, une montre à quartz à affichage analogique, dite classique et décrite à titre d'exemple, comporte une pile d'alimentation 11, un quartz 12, un oscillateur 13, une chaîne de division électronique 14, un circuit de commande 15 d'un moteur pas à pas 16 qui entraîne les aiguilles des secondes 17a, des minutes 17b et des heures 17c de la partie mécanique de la montre analogique 17. La pile 11 alimente le circuit de l'oscillateur 13, celui du diviseur de fréquence 14 et le circuit de commande 15 du moteur pas à pas 16. Ces circuits font partie d'un seul et même circuit intégré. Le quartz 12 standard à une fréquence d'oscillation égale à 32'768 Hz. L'oscillateur 13 a une fonction qui consiste à entretenir les oscillations du quartz 12.

La chaîne de division électronique 14 classique divise la fréquence du quartz par 2^{15} grâce à 15 étages diviseurs par 2 en cascade. La sortie de cette chaîne fournit à l'entrée du circuit de commande 15 un signal 1Hz. Le circuit 15 de commande du moteur pas à pas 16 fournit à celui-ci une tension propre à le faire avancer d'un pas à chaque seconde. Le moteur

pas à pas 16 tourne de 180° à chaque pas, il entraîne un rouage, ou chaîne cinématique mécanique réduisant la vitesse de rotation des mobiles successifs, de telle manière que le rouage solidaire de l'aiguille de seconde fasse un tour en 60 secondes, que le rouage solidaire de l'aiguille de minute fasse 1 tour en 1 heure et que le rouage solidaire de l'aiguille d'heure fasse 1 tour en 12 heures.

Dans ce schéma, le mécanisme de mise à l'heure n'est pas décrit. La montre peut comporter un disque de quantième, ainsi qu'un disque de jour, le mécanisme d'entraînement de ces derniers n'étant pas décrit. Notons que si ces disques existent, la chaîne cinématique doit être prolongée pour réaliser leur avance une fois par 24 heures.

La fig. 2 illustre schématiquement une montre comportant trois chaînes cinématiques indépendantes. Elle comprend comme précédemment une pile 21, un quartz 22, un oscillateur 23, une chaîne de division électronique 24 et un circuit de commande 25 de trois moteurs pas à pas 28a, 28b, 28c qui sont respectivement responsables de l'entraînement de l'aiguille des secondes 29a, de l'aiguille des minutes 29b de l'aiguille des heures 29c et du disque de quantième 29d qui apparaît dans un guichet pratiqué dans le cadran 29 de la montre. Celle-ci comporte par ailleurs un circuit de contrôle 26 ainsi qu'un circuit d'interface d'entrée 27 dont le rôle sera défini ci-dessous.

La pile 21 alimente l'oscillateur 23, le diviseur de fréquence 24, le circuit de commande 25 des trois moteurs, le circuit de contrôle 26 et le circuit d'interface d'entrée 27; ces circuits font tous partie d'un seul et même circuit intégré. Dans l'exemple décrit, le quartz 22 est identique au quartz 12 de la fig. 1. L'oscillateur 23 est identique à l'oscillateur 13 de la fig. 1. La chaîne de division électronique 24 est plus longue que la chaîne 14 de la fig. 1. En effet, outre le signal de 1 Hz nécessaire pour commander l'aiguille des secondes, il faut fournir un signal de $1/30$ de Hz pour les aiguilles des minutes et heures, par exemple si l'on veut faire avancer celles-ci par pas d'une demi-minute. Il faut encore fournir un signal de $1/86'400$ Hz, soit une fois par 24 heures, pour activer la commande du moteur d'entraînement du disque de quantième une fois

par jour, à minuit. Le circuit de commande 25 des trois moteurs pas à pas fournit à ceux-ci une tension propre à faire avancer l'un quelconque de ces moteurs. Il faut noter que ces moteurs peuvent être à un ou deux sens de rotation. On a représenté dans cette figure 2 le cas de moteurs à un sens, mais ceci ne doit pas être considéré comme une limitation. Le circuit de contrôle 26 gère les signaux d'horloge fournis par la chaîne de division 24 et les signaux provenant du circuit d'interface d'entrée 27 commandant, par exemple, la mise à l'heure. Ce circuit d'interface d'entrée 27 met en forme les signaux produits par des contacts électriques solidaires de la tige de mise à l'heure ou de boutons poussoirs extérieurs, et fournit des signaux de commande au circuit de contrôle 26. On parle dans ce cas de mise à l'heure électronique.

Le moteur 28a est couplé à l'aiguille des secondes 29a et, en mode montre, ce moteur avance d'un pas par seconde.

Le moteur 28b est couplé aux aiguilles des heures 29b et des minutes 29c. En mode montre, ce moteur avance d'un pas par demi-minute mais d'autres rapports tels que un pas par minute ou six pas par minute, etc., sont possibles.

Le moteur 28c est couplé au disque de quantième 29d. Ce moteur n'avance qu'une fois par jour à minuit et l'énergie à fournir au disque de quantième étant importante, on peut être amené à faire faire un grand nombre de pas avec une démultiplication mécanique adéquate au moteur de quantième, ceci dans un laps de temps de l'ordre d'une seconde (cent pas, par exemple).

En référence à la fig. 3, le dispositif détecteur comprend essentiellement une source émettrice 1 d'un faisceau lumineux 2, par exemple une diode photoémettrice d'une lumière infrarouge, et un récepteur 3, qui est avantageusement constitué de cellules photovoltaïques, destiné à intercepter le faisceau réfléchi 4 renvoyé par une plage fortement réfléchissante 5, telle qu'une calotte sphérique polie. Cette plage fortement réfléchissante est solidaire d'une surface d'un mobile 6 qui est, par exemple, la roue portant l'aiguille, et notamment la roue

portant l'aiguille des secondes. Selon la position de la roue, la surface fortement réfléchissante peut occuper une position correspondant à la référence 5 ou une position voisine, décalée par exemple de moins d'un pas, correspondant à la référence 5'.

5

Les signaux issus du détecteur sont transmis à un circuit électronique 7 qui est connecté à un moteur électrique 8 qui entraîne, par l'intermédiaire de rouages 9, ledit mobile 6.

10

La fig. 4A est une vue de dessus du dispositif détecteur proprement dit. Ce dispositif est placé dans la montre au-dessous de la roue solidaire de l'aiguille, par exemple de l'aiguille des secondes. Le trait de coupe A-A est orienté selon la direction du rayon de cette roue.

15

La fig. 4B est une vue en coupe, selon la ligne A-A, du dispositif détecteur et d'une partie de la roue 35 solidaire de l'aiguille des secondes. Ce dispositif détecteur comporte un support 31, qui constitue également le support des circuits électroniques intégrés de la montre. Sur ce support est monté un émetteur 32 qui est par exemple une diode en arséniure de gallium du type SFH 950 commercialisée par la société SIEMENS et émettant une lumière infrarouge lorsqu'elle est mise sous tension. Ce support porte également un récepteur 33 comprenant une rangée de cellules photovoltaïques 34, sensibles à la lumière infrarouge émise par la diode 32 et des circuits de traitement (non représentés par cette figure) du signal émis par les cellules. Ces circuits sont condensés en un circuit intégré monolithique fabriqué en technologie CMOS - basse tension standard pour les produits horlogers. La rangée de cellules photovoltaïques 34 comprend, dans l'exemple représenté, dix photodiodes intégrées du type P+P/N réalisées selon un procédé standard de fabrication (JSS IEEE 1987 Custom Integrated Circuits Conference, pages 712 et suivantes) sur le circuit intégré. Elles sont placées le long d'un côté de ce dernier, à proximité de l'émetteur 32. Le nombre n des cellules n'est pas limité à dix.

20

25

30

35

Comme le montre plus précisément la fig. 4B, la roue 35, dite des secondes, est disposées au-dessus du détecteur. La surface vue par le

détecteur est plane et dépolie, la lumière incidente est partiellement absorbée, mais une petite quantité de lumière est néanmoins diffusée vers l'ensemble des cellules photosensibles.

5 Cette roue comporte sur cette face un réflecteur 36 poli-miroir de forme telle que la lumière incidente soit focalisée et réfléchie sur une partie de la rangée de cellules photosensibles. Ce réflecteur ménagé dans la roue, ou rapporté, se trouve à une distance telle du centre de rotation qu'il passe au-dessus du détecteur à mi-distance du couple émetteur-
10 récepteur, par exemple au milieu de la rangée de photodiodes. Les rayons 37 de lumière infrarouge émis par la diode 32 selon la distribution Lambertienne bien connue sont, pour une part importante, réfléchis et focalisés par le réflecteur 36 en un faisceau 38 sur la rangée de cellules photosensibles 34. Les rayons de lumière infrarouge réfléchis
15 forment une tache lumineuse sur trois à quatre cellules du récepteur, pour autant que le réflecteur se trouve sur le chemin optique émetteur-récepteur. Lorsque cette condition n'est pas remplie, toutes les cellules reçoivent une lumière atténuée sensiblement égale pour chacune d'elles.

20 La fig. 5 représente l'arrangement de la rangée de cellules photosensibles 101, 102, ..., 110. Ces dernières sont au nombre de dix dans l'exemple représenté. La forme géométrique de chaque cellule est un rectangle dont le rapport entre la longueur et la largeur vaut
25 approximativement 4. Ainsi, le regroupement de quatre cellules contiguës constitue un ensemble de cellules de forme approximativement carrée. La projection des rayons lumineux focalisés par le miroir solidaire de la roue des secondes est inscrite dans un cercle 41 ou 42 ou 43, ce dernier étant lui-même inscrit dans le carré défini plus haut. La
30 largeur de chaque cellule est telle que pour un déplacement d'un angle de $1,5^\circ$ de la roue des secondes, le spot de lumière réfléchi se déplace d'une distance égale à la largeur d'une diode. Un déplacement angulaire de $1,5^\circ$ correspond à $1/4$ de pas du moteur. On comprend donc que pour un pas le spot se déplace de quatre cellules, ou encore que la résolution
35 du dispositif est de $1/4$ de pas.

Chaque cellule correspond à une diode dont une des deux électrodes est commune aux dix diodes. La borne commune 49 est reliée au potentiel de masse du circuit. On associe à l'autre électrode un commutateur pour chaque diode, à l'exception des diodes 101 et 110. Chacun de ces huit commutateurs électroniques 44 est commandé individuellement par un circuit de commande 45.

Les commutateurs électroniques 44, commandés par le circuit de commande 45, permettent d'aiguiller le courant de chacune des huit diodes 102 à 109 soit sur une ligne 47, soit sur une ligne 48, en fonction de signaux 46 transmis au circuit de commande 45.

Dans l'exemple représenté, la ligne 47 collecte les courants issus des diodes 101, 102, 103, 108, 109 et 110, et la ligne 48 collecte les courants issus des diodes 104, 105, 106 et 107. Cette configuration représentée par la fig. 5 correspond au cas où le spot de lumière réfléchi occupe la position centrale 42.

La fig. 6 illustre un schéma bloc du circuit électronique du dispositif de détection optique comportant :

- un bloc 51 qui comprend le circuit de commande 45 des huit commutateurs et les huit commutateurs eux-mêmes;
- un bloc 52 qui est un aiguilleur de signaux;
- un bloc 53 qui définit le rapport des signaux de sortie 52a et 52b du bloc 52;
- un bloc 54 qui définit le rapport des signaux de sortie 52c et 52d du bloc 52;
- un bloc 55 qui représente le circuit de gestion du dispositif de détection optique, et
- un bloc 58 qui représente l'ensemble des cellules photosensibles du détecteur.

Le bloc 51 est commandé par le bloc 55, par l'intermédiaire des signaux 46. Les deux sorties de ce bloc, respectivement 51a et 51b sont les courants collectés par les lignes 48 et 47 de la fig. 5.

Le bloc 52 est commandé par le circuit 55, par l'intermédiaire du signal 56. Cet aiguilleur peut prendre deux configurations suivant l'état logique du signal 56. Un premier état permet d'aiguiller les signaux 51a et 51b respectivement sur les sorties 52a et 52b et le deuxième état permet
5 d'aiguiller les signaux 51a et 51b respectivement sur les sorties 52c et 52d.

Le bloc 53 réalise le rapport des signaux 52a et 52b qui sont des courants I_a et I_b , I_a étant la somme des courants de quatre diodes
10 contiguës inscrites à l'intérieur de la rangée des cellules photosensibles, I_b étant la somme des courants des six diodes restantes, aux extrémités de la rangée des cellules photosensibles. Outre le calcul du rapport I_a/I_b , ce bloc fournit un signal logique de sortie 53a lorsque le rapport I_a/I_b est maximal.

15 Le bloc 54 réalise le rapport des signaux d'entrée 52c et 52d, soit I_a/I_b , et compare ce rapport à une valeur prédéterminée choisie parmi trois valeurs k_1 , k_2 et k_3 qui définissent des seuils de détection de la plage fortement réfléchissante. Ce choix est commandé par le bloc 55, par
20 l'intermédiaire des signaux 57.

Le bloc 55 est un circuit logique séquentiel commandé par les signaux 55a, 55b, 55c décrits ci-dessous. Il traite les signaux de réponse 53a et 54a, et fournit un signal de sortie 55d résultant de ce traitement.

25 Le signal logique de commande 55a, lorsqu'il prend le niveau logique "1", commande la recherche du maximum du rapport de courant I_a/I_b . Le signal logique de commande 55b, lorsqu'il prend le niveau logique "1", commande la comparaison du rapport de courant I_a/I_b avec la valeur
30 seuil k_2 . Le signal logique de commande 55c, lorsqu'il prend le niveau logique "1", commande la comparaison du rapport de courant I_a/I_b avec la valeur seuil k_3 . Le signal logique de commande 55d de sortie du bloc 55 prend la valeur logique "1" si l'un ou l'autre des signaux 53a ou 54a est à l'état logique "1". Le signal logique de commande 56 commande le
35 bloc aiguillage 52 déjà décrit. Les signaux logiques 57 commandent l'une

des trois valeurs k_1 , k_2 ou k_3 qui servira à la comparaison du signal I_a/I_b avec k_1 , k_2 ou k_3 .

5 Le dispositif de détection du zéro tel que décrit est basé sur le principe de l'utilisation d'un système optique en réflexion qui a un premier avantage dû au fait qu'il n'a aucune incidence, telle que frottement ou limitation de liberté de mouvement à la position de repos définie par ailleurs par le couple de positionnement du moteur pas à pas sur la roue.

10 Une diode électroluminescente éclaire la roue qui possède, à une distance définie du centre de rotation, un miroir parabolique ou, dans une version simplifiée, une calotte sphérique ou ayant éventuellement une autre forme facilement usinable dans une roue en laiton. Ce miroir recueille une partie importante de l'angle solide de la lumière émise, la
15 condense et la réfléchit sur une rangée de cellules photosensibles. L'image ainsi formée s'étend sur trois ou quatre cellules, la rangée en comportant par exemple une dizaine. La géométrie est telle que pour une position quelconque du miroir à l'intérieur d'un pas et de son suivant, l'image tombe d'une manière quelconque entre les deux extrémités de la
20 rangée de cellules photosensibles. Cette configuration émetteur-miroir-rangée de cellules est le premier élément du dispositif décrit. Il permettra d'éviter au montage la contrainte du positionnement de la roue, selon une orientation particulière, pour avoir un chemin optique unique.

25 La roue portant l'élément réfléchissant à mi-parcours du chemin optique émetteur-détecteur, pour deux positions de la roue distantes d'un pas, l'image sur la rangée de cellules se déplacera deux fois plus. Ce mécanisme d'amplification d'un écart de déplacement permet de
30 concevoir des cellules de plus grande largeur pour un déplacement et un nombre de cellules donne.

Chaque cellule photosensible fournit un courant proportionnel à l'intensité lumineuse reçue. Lorsqu'on associe plusieurs cellules en
35 parallèle, on forme une nouvelle cellule dont le courant est la somme des courants issus de chaque cellule élémentaire. On applique systémati-

quement ce principe pour former deux groupes de cellules; un premier groupe I de quatre cellules contiguës et un deuxième groupe II comprenant les six cellules restantes. La première cellule et la dernière cellule de la rangée font toujours partie du deuxième groupe et de cette manière, le groupement des quatre cellules se trouve toujours à l'intérieur de la rangée. Pour une rangée de dix cellules, le nombre d'arrangements possibles selon la règle ci-dessus est de cinq. Ces arrangements sont définis par le tableau représenté par la fig. 7.

La partie traitement de signaux du dispositif est basée sur la mesure du rapport des courants fournis par les cellules du groupe I et du groupe II. Il est évident que les problèmes de sensibilité à la température des cellules, et de la variation du rendement électro-optique de la diode émettrice au cours du temps sont simplement éliminés. Le rapport des courants fournis respectivement par le groupe I et par le groupe II ne dépend donc que de la position du réflecteur de la roue des secondes. Lorsque le réflecteur est éloigné du chemin optique émetteur-récepteur, toutes les cellules reçoivent une lumière identique, et le rapport vaut alors $2/3$ (quatre cellules par rapport à six cellules) quel que soit le niveau absolu des courants. Lorsque le spot lumineux réfléchi par le miroir tombe précisément sur les quatre diodes du groupe I, le rapport peut atteindre une valeur très supérieure à 10.

Le fonctionnement du dispositif est tel qu'il permet d'éviter de devoir appliquer des consignes particulières d'orientation de la roue solidaire de l'aiguille des secondes, du fait que le détecteur optique s'adapte de lui-même à l'orientation, a priori quelconque, de la roue. Autrement dit, le dispositif de détection étant fixe et la roue pouvant prendre une position angulaire quelconque, l'électronique choisit et mémorise la configuration optimale des cellules photosensibles parmi les arrangements A1, A2, A3, A4 ou A5, c'est-à-dire qu'il va sélectionner les quatre cellules contiguës les mieux placées sur la rangée. Il y a donc apprentissage ou adaptation automatique à la position de la roue.

Le fonctionnement du dispositif comprend trois modes distincts qui sont : l'apprentissage, le fonctionnement normal et le test de sécurité de

fonctionnement.

Le test de sécurité de fonctionnement n'est pas un mode indispensable. Il est cependant facilement applicable et apporte un avantage supplémentaire non négligeable.

Le mode d'apprentissage est actif à chaque changement de pile et ne réclame aucune action particulière de l'horloger. Il s'agit dans ce mode, pour l'électronique, de trouver et de mémoriser le meilleur arrangement des cellules photosensibles, en fonction de l'orientation, a priori quelconque, de la roue des secondes. Deux cas peuvent se présenter :

- Dans un premier cas, le mouvement de la montre a été démonté, l'aiguille des secondes a été enlevée de son axe. Il faut alors mettre une nouvelle pile en place et laisser le processus d'apprentissage et de mémorisation se dérouler. Après ce processus, l'horloger chasse l'aiguille des secondes sur son axe dans la position zéro précise (aiguille à 12 heures).
- Dans le second cas, la montre n'a pas été démontée. A la mise sous tension avec une nouvelle pile, le processus d'apprentissage se déroule de manière identique et aboutit au repositionnement correct de l'aiguille des secondes et au bon choix de l'arrangement optimal du capteur optique et à sa mémorisation.

Le dispositif a donc toujours le même comportement au changement de pile. Ce comportement constitue ledit apprentissage. Le signal 55a est activé, les deux courants sont aiguillés sur le bloc 54, le rapport k_1 est choisi (k_1 peut valoir 1 par exemple) et les cinq arrangements possibles sont testés séquentiellement. Si le réflecteur est hors du chemin optique, le rapport k_1 n'est pas dépassé, alors le moteur avance d'un pas. Cette procédure se répète jusqu'à ce que le rapport k_1 soit dépassé pour au moins trois arrangements successifs. Dès ce moment, le sélecteur 52 aiguille les deux courants dans le bloc 54. Les cinq arrangements sont alors testés séquentiellement et le rapport de courant maximal détecté, correspond à l'arrangement le mieux centré par rapport au spot lumineux réfléchi. Cet arrangement A1, A2, A3, A4 ou A5 est mémorisé. Le moteur s'arrête sur la position détectée, l'apprentissage est terminé. Lors de

cette phase d'apprentissage, le test des cinq arrangements s'effectue pour chaque pas du moteur pour lequel on a dépassé le seuil k_1 . L'ensemble des cellules photovoltaïques juxtaposées, qui forment le détecteur, doit être suffisamment étendu pour que le spot de lumière réfléchi couvre un pas. Le test peut aboutir à deux positions pour lesquelles le rapport des courants est maximal. Pour éviter cet inconvénient, on détecte en complément une information relative à la polarité du pas et on la mémorise. Si on sait que l'on obtient un maximum pour un pas pair, lors de l'apprentissage, par la suite on ne pratiquera le test, que pour les pas pairs, ce qui permettra de lever toute ambiguïté étant donné que le détecteur n'est pas suffisamment long pour couvrir deux pas pairs successifs. Le même raisonnement peut être effectué avec les pas impairs.

Le mode de fonctionnement normal permet de vérifier l'identité entre le comptage électronique de la seconde et la position mécanique de l'aiguille des secondes une fois par minute à la seconde "zéro". Le signal 55b (fig. 5) est activé lorsque le compteur électronique de seconde est à zéro. Seul l'arrangement mémorisé est formé dans le bloc 51. Le rapport de courants I_a/I_b est comparé à la valeur k_2 prédéterminée (cette valeur peut être de 5 par exemple). Si le rapport de courants est supérieur à k_2 , le signal 54a passe à "1" et la position "zéro" est reconnue.

Il peut arriver que le moteur de secondes rate un ou plusieurs pas, par exemple suite à des chocs importants. Le test décrit ci-dessus permet de détecter l'absence de signal, le signal 54a reste à "0". Il s'agit alors pour l'électronique de commande 25-26 (fig. 2) du moteur de seconde de faire avancer ce dernier d'un pas. La procédure de vérification décrite plus haut est alors répétée. Ce processus d'avance d'un pas du moteur et de vérification de la position "zéro" est répété jusqu'à ce que le signal 54a passe à "1". A ce moment, la position "zéro" de l'aiguille des secondes est alors atteinte. Ce processus se déroule très rapidement. En effet l'avance d'un pas du moteur de secondes est d'une durée inférieure à 9 millisecondes et le test de position d'une durée inférieure à 1 milliseconde, de sorte que les 60 positions successives de l'aiguille des secondes peuvent être testées en 0,6 secondes. On peut donc en conclure

que la position exacte de l'aiguille des secondes est retrouvée en moins d'une seconde, quel que soit le nombre de pas ratés lors de la dernière minute écoulée. Si cette procédure de rattrapage est activée, il est possible de fournir au moteur une énergie plus élevée qu'en temps normal pour assurer le rattrapage en allongeant la durée de l'impulsion de commande du moteur. On peut ainsi prendre le risque de fournir une énergie minimum au moteur de seconde en temps normal, en sachant que des pas éventuellement ratés sont corrigés avec une énergie plus élevée. La consommation pouvant ainsi être diminuée, l'autonomie de la montre sera prolongée.

En production, il est utile, voire indispensable, de contrôler le bon fonctionnement des éléments de la montre, et plus précisément de vérifier qu'un facteur de sécurité prédéfini est respecté. A titre d'exemple, un circuit intégré devant fonctionner avec une alimentation de 1,5 V sera contrôlé à 1,2 V. On peut ainsi prévoir de tester le dispositif détecteur de zéro. En imposant un signal logique 55c (fig. 6) à l'entrée du bloc 55, on agit sur le choix du rapport k imposé au bloc 54 par les signaux internes 57. En mode de test, le rapport k_3 est utilisé et l'on choisit ce rapport k_3 deux fois plus grand que le rapport k_2 utilisé en mode normal de fonctionnement, de sorte que si $k_2 = 5$, $k_3 = 10$. Avec ce rapport élevé, la détection de la position "zéro" doit encore fonctionner.

La procédure de test est donc la suivante : on impose le signal logique 55c, on met une nouvelle pile et si le détecteur de zéro fonctionne encore normalement, l'aiguille des secondes avance rapidement et s'arrête à la position "zéro". Dans le cas contraire, l'aiguille avance à vitesse élevée et ne s'arrête pas. La recherche de la position "zéro" étant continuellement enclenchée, le facteur de sécurité n'est pas respecté.

Dans la pratique, on limitera l'avance du moteur à, par exemple, 64 pas, soit un peu plus d'un tour.

Dans la description ci-dessus, le dispositif est associé à une aiguille de secondes, mais il peut bien entendu être aussi associé à un autre mobile de la montre.

Revendications

1. Procédé pour détecter la position du zéro d'une aiguille, par exemple de l'aiguille des secondes, d'une montre à quartz à affichage analogique, caractérisé en ce que l'on génère et envoie un faisceau lumineux sur une surface solidaire d'un mobile portant l'aiguille, cette surface comportant une zone faiblement réfléchissante, et une plage fortement réfléchissante, en ce que l'on recueille le faisceau réfléchi par cette zone faiblement réfléchissante et/ou par la plage fortement réfléchissante, sur un détecteur composé d'un ensemble de cellules photovoltaïques et en ce que l'on détermine la position pour laquelle le signal de sortie du détecteur est maximal pour le faire correspondre, lors du montage de la montre, à la position zéro de l'aiguille.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que pour déterminer la position pour laquelle le signal de sortie du détecteur est maximal, on subdivise l'ensemble de cellules photovoltaïques en deux groupes, un premier groupe central comportant p cellules, et un deuxième groupe latéral comptant $n-p$ cellules, le nombre total de cellules photovoltaïques de l'ensemble étant n , en ce que l'on détermine le rapport des courants respectivement issus de ces deux groupes, et en ce que l'on détermine le maximum de ce rapport.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'on choisit le premier groupe de p cellules de telle manière que les cellules qu'il comporte soient intercalées entre les $n-p$ cellules du deuxième groupe.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le détecteur compte dix cellules photovoltaïques, en ce que le premier groupe comporte quatre cellules et en ce que le second groupe comporte six cellules, de manière à définir cinq arrangements possibles des cellules.
5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que l'on détermine une valeur seuil (k_1) du rapport des courants issus des deux groupes, en ce que l'on fait tourner ladite surface solidaire du mobile

portant l'aiguille pour déterminer les positions pour lesquelles le rapport desdits courants dépasse ladite valeur seuil, en ce que l'on teste, pour chaque position les arrangements possibles de cellules, en ce que l'on détermine l'arrangement pour lequel le rapport est maximal, et en ce que l'on mémorise cet arrangement.

6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'on mémorise, en outre, la polarité du pas du moteur effectué au moment où l'on a détecté ce rapport.

7. Procédé selon les revendications 4 et 5, caractérisé en ce que pour mettre ladite aiguille en place, on détermine préalablement l'arrangement pour lequel le rapport est maximal, on mémorise cet arrangement et on fixe ladite aiguille sur le mobile, en la positionnant dans sa position "zéro" correspondant au chiffre "douze" du cadran de la montre.

8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'on compare, une fois par tour, la position réelle mécanique de l'aiguille à la position théorique déterminée par comptage électronique.

9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que pour effectuer cette comparaison, on détermine une valeur seuil (k_2) inférieure à la valeur du rapport maximal des courants issus des cellules du premier et du deuxième groupe dans l'arrangement préalablement mémorisé, et on compare le rapport de ces courants au moment où la position théorique de l'aiguille est "zéro" avec cette valeur seuil.

10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que l'on fait avancer l'aiguille d'au moins un pas si la valeur dudit rapport est inférieure audit seuil (k_2) et on refait la comparaison du nouveau rapport correspondant à la nouvelle position avec cette valeur seuil.

11. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, pour détecter la position du zéro d'une aiguille, notamment de l'aiguille des secondes d'une montre à quartz analogique, comportant un

moteur d'entraînement de l'aiguille et un circuit électronique pour commander ce moteur, caractérisé en ce qu'il comprend une surface solidaire d'un mobile portant cette aiguille, comportant une zone faiblement réfléchissante et une plage fortement réfléchissante, un émetteur agencé pour émettre un faisceau lumineux et pour l'envoyer sur ladite surface, un détecteur composé d'un ensemble de n cellules photovoltaïques agencé pour capter le faisceau réfléchi par ladite surface, et des moyens pour déterminer la position de cette surface pour laquelle le signal de sortie du détecteur est maximal, pour le faire correspondre, lors du montage de la montre, à la position zéro de l'aiguille.

12. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'ensemble des n cellules photovoltaïques du détecteur est subdivisé en deux groupes, un premier groupe central de p cellules et un second groupe de $n-p$ cellules, et en ce que le dispositif électronique est agencé pour calculer le rapport des courants issus de ces deux groupes de cellules et pour déterminer le maximum de ce rapport.

13. Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que les p cellules du premier groupe sont intercalées entre les $n-p$ cellules du deuxième groupe.

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce que le détecteur compte dix cellules, en ce que le premier groupe compte quatre cellules et le second six, et en ce que le nombre des arrangements possibles est de cinq, sachant que la première et la dernière cellule de l'ensemble font partie du deuxième groupe.

15. Dispositif selon la revendication 11 caractérisé en ce que le circuit électronique comporte des moyens pour déterminer une valeur seuil (k_1) du rapport des courants issus des deux groupes, et des moyens pour déterminer les positions du mobile portant l'aiguille pour lesquelles le rapport des courants dépasse cette valeur seuil, ainsi que des moyens pour déterminer l'arrangement pour lequel ce rapport est maximal.

16. Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que le circuit électronique est équipé de moyens pour mémoriser l'arrangement pour lequel le rapport est maximal.

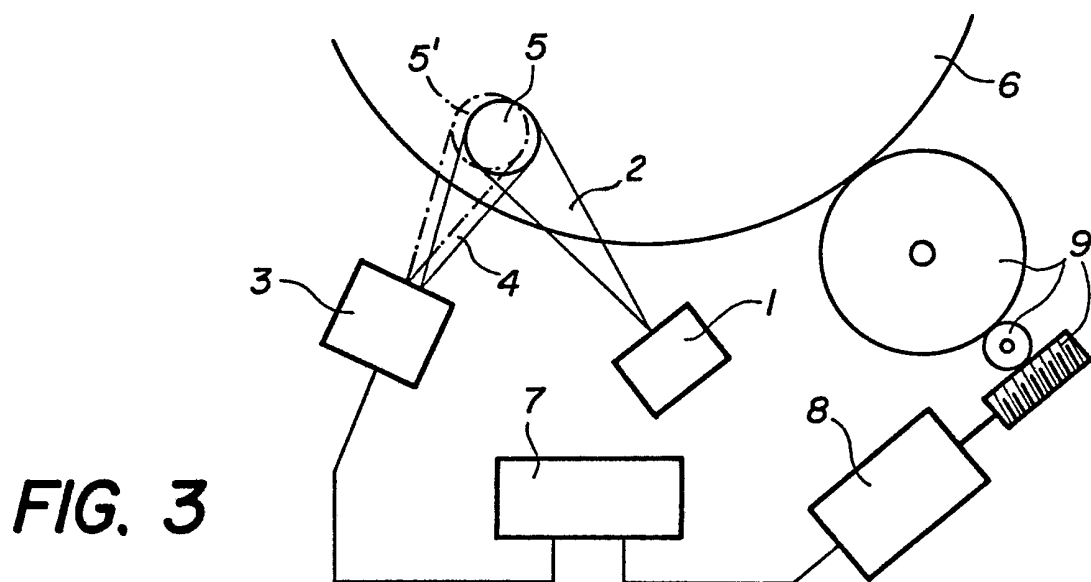
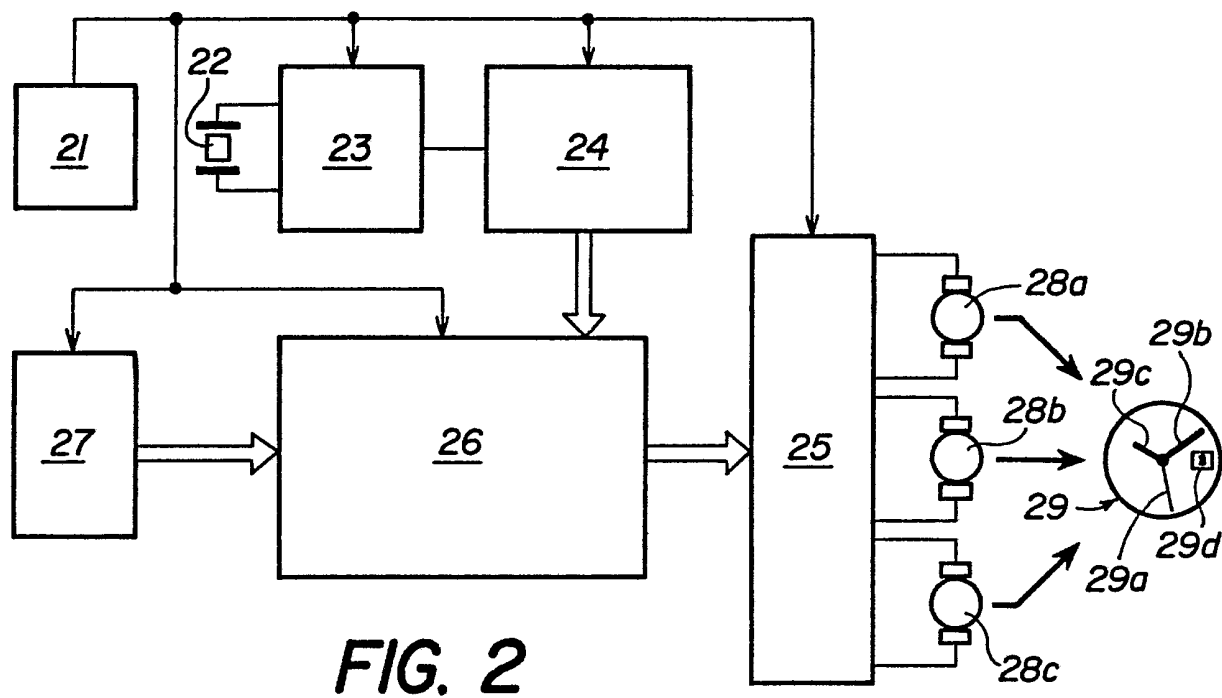
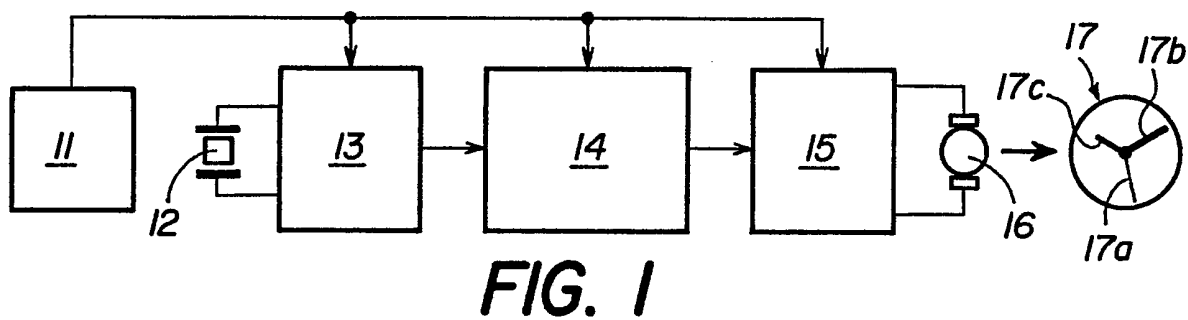
5 17. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que le circuit électronique comprend des moyens pour comparer, une fois par tour, la position réelle mécanique de l'aiguille avec sa position théorique déterminée par comptage électronique.

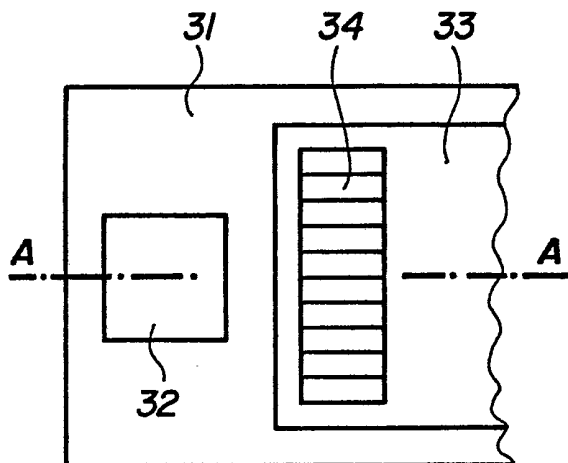
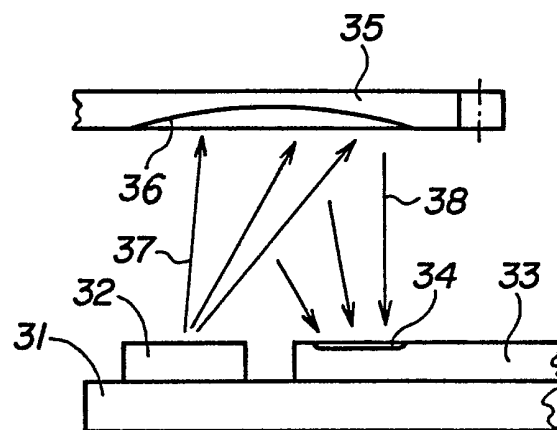
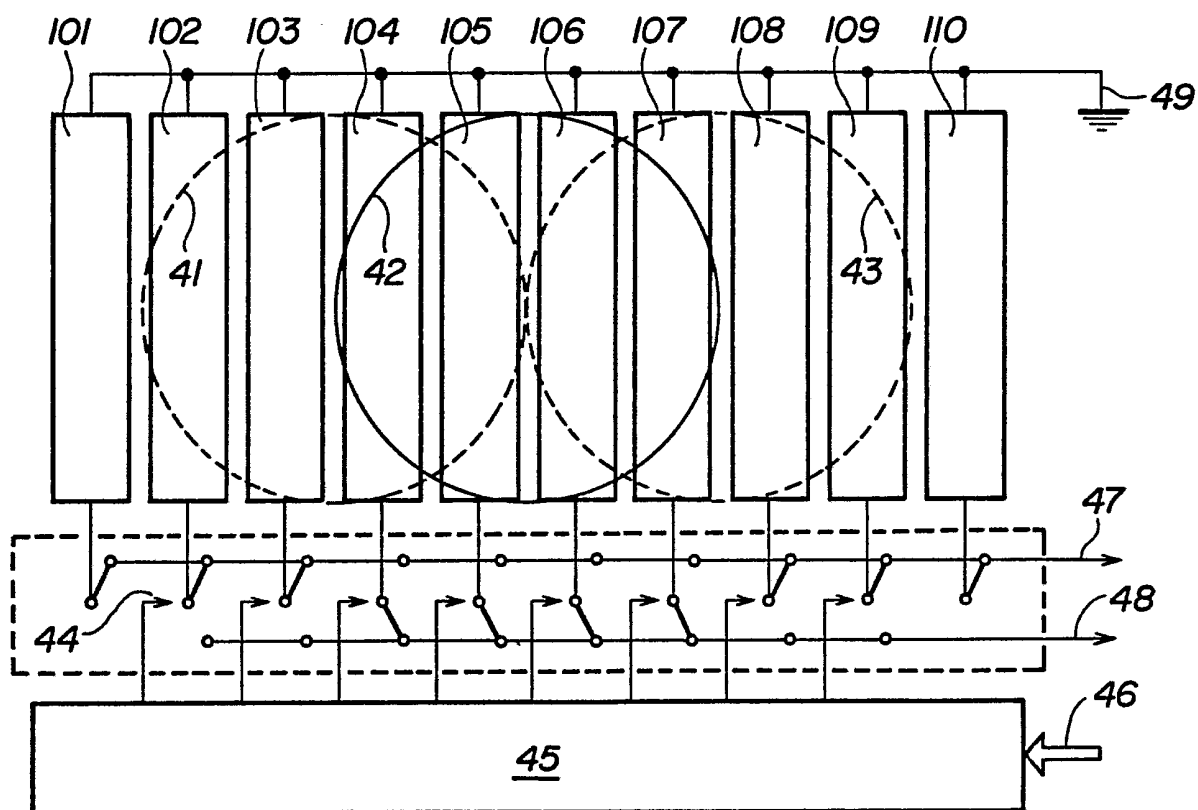
10 18. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que le détecteur a une longueur telle que le spot formé par la lumière réfléchie interceptée par ce détecteur se déplace sensiblement sur toute cette longueur lorsque l'aiguille effectue un déplacement correspondant à un pas du moteur.

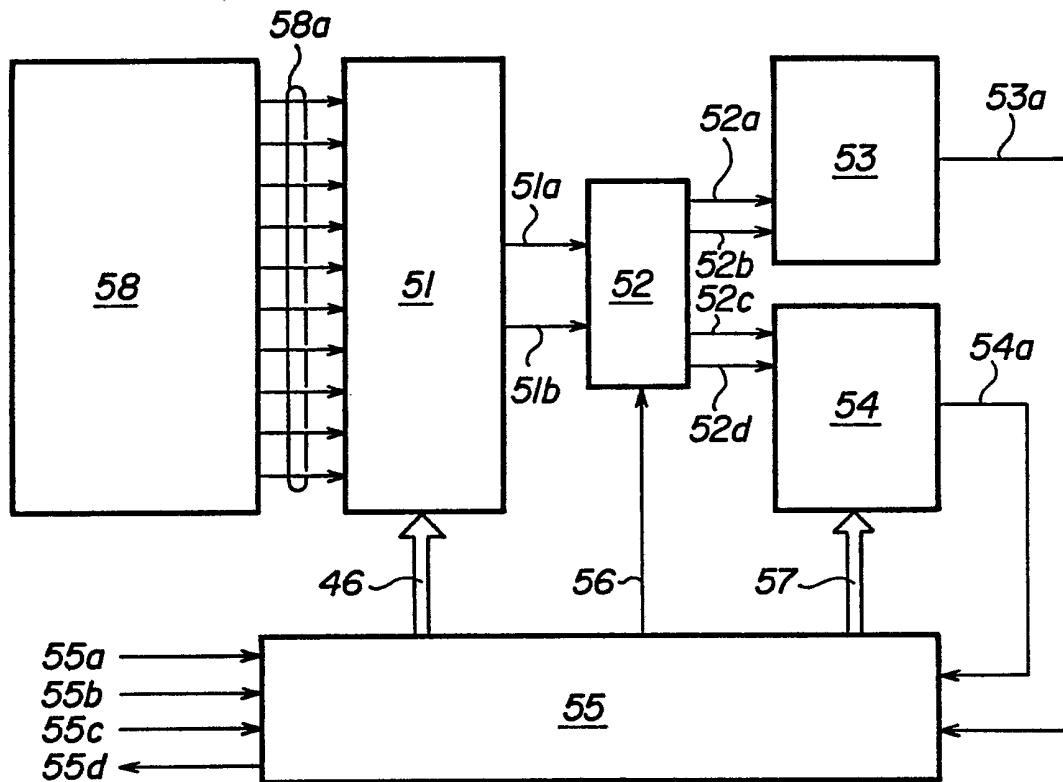
15 19. Dispositif selon la revendication 11, caractérisé en ce que la longueur du détecteur est inférieure à la longueur du déplacement effectuée par le spot lumineux renvoyé par la surface réfléchissante, lorsque le mobile se déplace en rotation d'un angle correspondant à deux
20 pas du moteur.

20. Montre caractérisée en ce qu'elle est équipée d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 19.

25



**FIG. 4A****FIG. 4B****FIG. 5**

**FIG. 6**

	<u>GROUPE I</u>	<u>GROUPE II</u>
A1	102 - 103 - 104 - 105	101 - 106 - 107 - 108 - 109 - 110
A2	103 - 104 - 105 - 106	101 - 102 - 107 - 108 - 109 - 110
A3	104 - 105 - 106 - 107	101 - 102 - 103 - 108 - 109 - 110
A4	105 - 106 - 107 - 108	101 - 102 - 103 - 104 - 109 - 110
A5	106 - 107 - 108 - 109	101 - 102 - 103 - 104 - 105 - 110

FIG. 7