



## **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**

②1 Numéro de la demande: 7004/78

(71) Requérant(s):  
Kabushiki Kaisha Daini Seikosha, Tokyo (JP)

② Date de dépôt: 27.06.1978

(72) Inventeur(s):  
Makoto Ueda, Koto-ku/Tokyo (JP)  
Masaharu Shida, Koto-ku/Tokyo (JP)  
Masataka Ikenishi, Koto-ku/Tokyo (JP)  
Joichi Miyazaki, Koto-ku/Tokyo (JP)  
Shozo Kushida, Koto-ku/Tokyo (JP)  
Hiromasa Nakanishi, Koto-ku/Tokyo (JP)

(30) Priorité(s): 27.06.1977 JP 52-76813

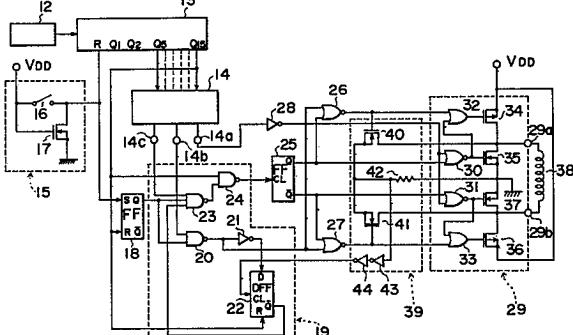
⑦4 Mandataire:  
Bovard & Cie., Bern

④ Fascicule de la demande  
publié le: 13.08.1982

**56** Rapport de recherche au verso

54 Dispositif de remise à l'heure pour une montre électronique, notamment une montre-bracelet électronique, qui fournit un affichage à l'aide d'aiguilles.

57) Le dispositif de remise à l'heure comprend des moyens de commande du moteur (29), des moyens d'inversion de la polarité des impulsions motrices (25) et un circuit (39) de détection de la position du rotor du moteur pas à pas compte tenu de la position des moyens inverseurs de polarité (25). Ce circuit détecteur n'est en fonction que durant la première période après la cessation de l'état de remise à zéro du diviseur, et il délivre alors un signal de détection qui, en fonction de la situation détectée, comprend ou non une impulsion de détection. Celle-ci est appliquée à un circuit (19) de commande d'inverseur, lequel agit sur les moyens d'inversion de polarité (25) de façon à leur faire opérer une permutation supplémentaire dans le cas où les moyens de détection reconnaissent une position du rotor telle que, sans inversion préalable, la prochaine impulsion d'avance ne pourrait pas le faire avancer.





# RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:  
 Patentgesuch Nr.:

CH 7004/78

OEB. Nr.:

HO 13 256

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 concernées Betrifft Anspruch Nr.
	<b>DE - A - 2 605 385 (HITACHI)</b>  * revendications 1,2,4,6; page 10, ligne 27 - page 12, ligne 19; page 17, ligne 5 - page 18, ligne 30; figures 1,2 *  --	1,2
	<b>US - A - 4 022 013 (N. KAMIJO)</b>  * colonne 1, ligne 25 - colonne 2, ligne 34; colonne 5, ligne 7 - colonne 6, ligne 60; figures 4, 9,10 *  --	1,2
	<b>FR - A - 2 263 546 (TOKYO SHIBAURA)</b>  * page 1, ligne 40 - page 3, ligne 3; page 10, lignes 20-29; figures 2,7 *  --	1,2
P	<b>PATENT ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 1,    no. 76, 21 juillet 1977    page 1170E77    &amp; JP - A - 52 13 609 (DAINI SEIKOSHA)    (02.02.1977)</b>  * en entier *  --	1,3

## Etendue de la recherche/Umfang der Recherche

Revendications ayant fait l'objet de recherches  
 Recherchierte Patentansprüche:

ensemble

Revendications n'ayant pas fait l'objet de recherches  
 Nicht recherchierte Patentansprüche:

Raison:  
 Grund:

Domaines techniques recherchés  
 Recherchierte Sachgebiete  
 (INT. CL')

G 04 C 9/00  
 G 04 G 5/00  
 5/02  
 G 04 C 3/14

Catégorie des documents cités  
 Kategorie der genannten Dokumente

- X: particulièrement pertinent  
 von besonderer Bedeutung
- A: arrière-plan technologique  
 technologischer Hintergrund
- O: divulgation non-écrite  
 nichtschriftliche Offenbarung
- P: document intercalaire  
 Zwischenliteratur
- T: théorie ou principe à la base de  
 l'invention  
 der Erfindung zugrunde liegende  
 Theorien oder Grundsätze
- E: demande faisant interférence  
 kollidierende Anmeldung
- L: document cité pour d'autres raisons  
 aus andern Gründen angeführtes  
 Dokument
- D: document cité dans la demande  
 in der Anmeldung angeführtes Dokument
- &: membre de la même famille, document  
 correspondant.  
 Mitglied der gleichen Patentsfamilie;  
 übereinstimmendes Dokument

Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche

Examinateur / Prüfer

27 avril 1981

## REVENDICATIONS

1. Dispositif de remise à l'heure pour une montre électronique, notamment une montre-bracelet électronique, qui fournit un affichage à l'aide d'aiguilles et qui comprend un circuit diviseur de fréquence (13) comprenant une pluralité d'étages diviseurs de fréquence pour diviser la fréquence d'un signal de base produit par un circuit oscillateur (12), un circuit de commande (29) pour engendrer des impulsions de commande en réponse à des impulsions standard ( $\Phi_a$ ), ayant une période pré-déterminée, employées comme base pour la mesure du temps et établies en correspondance avec la sortie des étages de division du dit circuit diviseur de fréquence (13), et un moteur pas à pas (38) qui est entraîné par les dites impulsions de commande et qui meut les aiguilles de la montre, caractérisé en ce qu'il comprend un circuit de remise à l'heure (15) qui remet à zéro le dit circuit diviseur de fréquence (13), un circuit générateur d'impulsions (14) agencé pour engendrer des impulsions de détection ( $\Phi_b$ , 14b), des impulsions d'inversion ( $\Phi_c$ , 14c), et les dites impulsions standard ( $\Phi_a$ , 14a), avec des relations de temps établies sur la base des signaux de sortie de certains, pré-déterminés, des étages de division de fréquence (13), un circuit permutateur (25) pour commander la polarité des dites impulsions de commande et pour les permuter de façon alternée, ces impulsions de commande étant produites en réponse aux dites impulsions standard ( $\Phi_a$ ), un circuit détecteur (39) pour déterminer la position du rotor du moteur pas à pas par le biais de changements, intervenant en dépendance de la position de ce rotor, dans la valeur (51, 52, fig. 7) d'un courant amené à circuler à travers le bobinage (38) du moteur pas à pas sur la base d'une dite impulsion de détection ( $\Phi_b$ ) produite (C, fig. 7, 8) jusqu'à après que la condition de remise à zéro du dit circuit diviseur de fréquence (13) a cessé, un circuit de commande de permutation (19) agencé pour commander les dites impulsions d'inversion ( $\Phi_c$ ) d'une façon sélective telle qu'une impulsion d'inversion ( $\Phi_c$ ) soit délivrée ou non au dit circuit de permutation (25) en réponse à un signal de détection produit par le dit circuit de détection (39), de manière à établir la polarité de l'impulsion de commande qui va suivre, en correspondance avec la première impulsion standard ( $\Phi_a$ ) après la cessation de la condition de remise à zéro du circuit diviseur de fréquence (13) dans le sens de polarité voulu pour que cette impulsion de commande meuve le rotor du moteur pas à pas en rotation.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dit circuit permutateur comprend un circuit commutateur constitué par un flip-flop (25) qui, en fonctionnement courant, reçoit comme impulsions d'horloge (CL) des impulsions ( $\Phi_c$ ) ayant la même période que les dites impulsions standard ( $\Phi_a$ ).

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 1a revendication 2, caractérisé en ce que le dit circuit détecteur (39) comprend deux éléments de commutation (40, 41) qui sont sélectivement commandés aux états «en» et «hors» en dépendance d'un état de sortie du dit circuit (25) permutateur ou commutateur et en réponse à la présence de la dite impulsion de détection ( $\Phi_b$ ), ces éléments de commutation étant connectés chacun à une extrémité du bobinage (38) du moteur pas à pas, un élément de détection (42) qui réagit à la valeur du courant circulant à travers le bobinage (38) et à travers les éléments de commutation (40, 41) ayant été rendus passants et qui transforme cette valeur de courant (51, 52, C, fig. 7) en une tension (53, 54, C, fig. 8), qui, selon la position du rotor, est soit supérieure, soit inférieure à une fraction déterminée ( $V_{th}$ , fig. 8) de la tension de la source d'alimentation, cette tension (53, 54, C, fig. 8) soit supérieure soit inférieure à la dite fraction ( $V_{th}$ ) étant délivrée, pour le commander, à un circuit logique binaire (43, 44) dont une sortie fournit le dit

signal de détection qui sert à commander (19) le circuit de permutation (25) pour assurer la polarité voulue à la première impulsion de commande à la suite de la cessation de l'état de remise à zéro du diviseur de fréquence (13).

5

10 La présente invention concerne un dispositif de remise à l'heure pour une montre électronique, notamment une montre-bracelet électronique, du type à affichage analogique, c'est-à-dire du type fourni un affichage à l'aide d'aiguilles.

15 Dans le mécanisme d'affichage d'une montre électronique analogique classique, on utilise, pour mouvoir des aiguilles, typiquement une aiguille des secondes, une aiguille des minutes, et une aiguille des heures, en moteur pas à pas qui peut être par exemple du type représenté à la fig. 1. Un tel moteur pas à pas (1) comprend un stator (2), un bobinage (3) et un rotor (4). Les circuits de base qu'une montre électronique comprend pour actionner un tel moteur pas à pas sont représentés par exemple à la fig. 2.

20 25 Un circuit oscillateur (5) produit un signal de base de temps, par exemple à la fréquence de 32 768 Hz, et la fréquence de ce signal est divisée à l'aide d'un circuit diviseur de fréquence (6) qui comprend une pluralité d'étages diviseurs de fréquence. Le signal de sortie de certains, pré-déterminés, des étages de diviseurs de fréquence du circuit diviseur (6) est appliquée à un circuit formeur d'impulsions (7) qui délivre des impulsions standard, c'est-à-dire, typiquement, des impulsions qui se répètent au rythme exact de une par seconde et qui ont une durée de 7,8 ms. Ces impulsions standard sont appliquées à un circuit de commande (8) comprenant deux inverseurs amplificateurs (9, 10). Le circuit de commande comprend un agencement tel qu'il délivre des signaux ayant une période de deux secondes, avec des impulsions d'une durée de 7,8 ms qui se présentent d'une façon alternée, une fois 30 avec une polarité et la fois suivante avec la polarité inverse, toutes les secondes, en correspondance avec les impulsions standard reçues du circuit formeur d'impulsions. Ces signaux sont appliqués aux connexions d'entrée (9a, 10a) des inverseurs (9, 10) respectivement. Ainsi, sur le bobinage (3) 35 du moteur pas à pas (1) connecté entre les sorties des deux inverseurs (9, 10), on a des impulsions de commande qui changent de polarité chaque seconde, c'est-à-dire que la direction du courant qui circule à travers le bobinage (3) change chaque seconde, pour chaque impulsion de commande. 40 De cette façon, le rotor (4), magnétisé en deux pôles, du moteur pas à pas (1) est mû en rotation dans une direction, à raison d'un pas chaque seconde.

45 Lorsque le circuit diviseur de fréquence (6) est remis à zéro par un circuit de remise à zéro (11) pour permettre une 50 remise à l'heure des aiguilles, et lorsqu'ensuite la condition de remise à zéro cesse en vue de faire redémarrer un comptage exact du temps, la direction du courant circulant à travers le bobinage du fait de l'impulsion de commande correspondant à la première occurrence d'une impulsion standard 55 après la cessation de la condition de remise à zéro, peut être la direction convenable permettant de provoquer une rotation d'un pas du rotor (4), et dans ce cas, les choses sont en ordre. Toutefois, il se peut que la direction du courant de cette première impulsion de commande après la cessation de 60 la situation de remise à zéro ne soit pas en direction d'un courant qui permettrait au rotor 4 d'être mû en rotation d'un pas, et, dans ce cas, le moteur pas à pas reste encore arrêté pour la durée d'une période des impulsions standard,

c'est-à-dire pour une seconde, de sorte que l'affichage du temps, qui démarrera effectivement la seconde suivante, sera affecté d'un retard d'une seconde. Il ressort donc de ce qui précède, que dans une montre électronique classique à affichage analogique, on rencontre le désavantage selon lequel, lorsqu'elle est remise en marche après une remise à zéro du diviseur de fréquence destinée à permettre une remise à l'heure, la montre a une change sur deux de «perdre» une seconde du temps qu'elle affiche, ceci dépendant de la position du rotor du moteur pas à pas.

En tant qu'art antérieur, on a cité les exposés de brevets ou demandes de brevets DE-A 2 605 385, US-A 4 022 013 et FR-A 2 263 546, lesquels apportent des solutions plus ou moins avantageuses au problème précédemment mentionné. La première publication comprend un circuit qui, durant la période de remise à l'heure (période durant laquelle le diviseur de fréquence est aussi au moins en partie remis à zéro), emmagasine la polarité de la dernière impulsion d' entraînement, et commande le circuit de façon que la prochaine impulsion d' entraînement après la remise à l'heure soit de polarité contraire. Un tel agencement donne satisfaction seulement dans le cas où la remise à l'heure ne provoque pas une rotation du moteur pas à pas, ou alors dans le cas où elle provoquerait une rotation d'un nombre pair de pas. Cette méthode d' emmagasinement de la dernière polarité d' impulsion de commande convient par exemple dans le cas où la remise en position de l'aiguille des secondes s' effectue par l' intermédiaire de moyens à glissement de façon que le moteur pas à pas ne tourne pas simultanément. Si par contre, le moteur pas à pas a été mis avec l'aiguille des secondes, d'un nombre impair de pas, la première impulsion après la remise à l'heure aura la mauvaise polarité, c'est-à-dire une polarité qui ne fera pas avancer le moteur pas à pas.

La seconde publication antérieure citée comprend des moyens mécaniques de remise en position du moteur pas à pas en même temps que l'on effectue la remise à l'heure des aiguilles, accompagnée d'un maintien à zéro du diviseur de fréquence. Dans cette montre électronique antérieurement connue, les moyens à came solidaires du rotor du moteur pas à pas sur lesquels agissent des moyens de remise en position du moteur pas à pas comportent une came dont le nombre de creux est la moitié du nombre de pôles du moteur pas à pas. Dans ces conditions, quelle que soit la position à partir de laquelle se fait la remise à l'heure, le moteur pas à pas se trouve, après la remise à l'heure, dans une position telle qu'une impulsion d'une polarité donnée, toujours la même, peut le faire avancer. Des moyens électroniques sont prévus pour que, après une mise à l'heure, ce soit toujours une impulsion de cette polarité-là qui se trouve émise, ce qui fait que le redémarrage de l'aiguille des secondes est toujours correct. Avec un tel dispositif, il faut cependant soit avoir un agencement de glissement entre le rotor du moteur pas à pas et l'aiguille des secondes, si l'on veut pouvoir remettre l'aiguille des secondes sur n'importe quelle position de seconde, soit admettre que l'aiguille des secondes ne peut être remise en position que sur une seconde toujours paire (ou toujours impaire).

La troisième publication antérieure citée divulgue un dispositif assez semblable à celui de la première publication antérieure citée, des moyens électroniques sont prévus pour que la première impulsion de commande du moteur pas à pas après la remise à l'heure ait toujours la polarité inverse de la dernière impulsion de commande qui avait été appliquée avant la remise à l'heure. Dans cette publication, on admet que le moteur pas à pas ne tourne pas durant la remise à l'heure, ce qui suppose un agencement à glissement ou d'un type similaire.

On remarque notamment qu'aucune des publications an-

térieures citées ne prévoit un agencement de détection électronique qui effectue un test directement sur le moteur pas à pas, sans élément mécanique supplémentaire, ce qui permettrait de connaître de façon certaine et en toute circonstance la position du moteur pas à pas après la remise à zéro et de déterminer en conséquence la polarité de la prochaine impulsion.

La présente invention a pour but de fournir, pour une montre électronique, notamment pour une montre-bracelet électronique, un dispositif de remise à l'heure, impliquant une remise à zéro du diviseur de fréquence, qui soit exempt des inconvénients précédemment mentionnés, et notamment des limitations ou complications que comprenaient les dispositifs selon l'art antérieur cité, c'est-à-dire qui assure que la première impulsion de commande envoyée au moteur pas à pas après la cessation de la condition de remise à zéro du diviseur de fréquence ait en tous les cas la polarité voulue pour faire avancer d'un pas le moteur pas à pas, quelqu'ait été pu être, le cas échéant, le nombre de pas dont le moteur a été déplacé mécaniquement durant la remise à l'heure et quelle que soit la position du rotor du moteur pas à pas lors de la cessation du processus de remise à l'heure.

Conformément à l'invention, ce but est atteint par la présence des caractères énoncés dans la première revendication annexée. Les revendications ultérieures énoncent de plus des caractères, principalement constructifs, qui définissent l'invention d'une façon plus précise et dont la présence permet la réalisation de l'objet de l'invention sous une forme et dans une construction particulièrement avantageuses.

On remarque que, par la présence des moyens de détection qui comporte le dispositif objet de l'invention, la position du rotor après la remise à l'heure est toujours connue adéquatement et la polarité de la prochaine impulsion après le processus de la remise à l'heure est toujours adéquatement sélectionnée pour faire avancer le moteur pas à pas. Dans un tel moteur, on peut prévoir une remise à l'heure dans laquelle l'aiguille des secondes soit remise sur zéro ou sur toute autre position, et ceci sans aucun dispositif de glissement entre l'aiguille des secondes et le rotor du moteur pas à pas, ce qui fait que le moteur pas à pas peut être entraîné en dépendance de la remise en position de l'aiguille des secondes, l'agencement mécanique étant ainsi des plus simples, en même temps que les possibilités de remise en position de l'aiguille des secondes sont exemptes de toute limitation, l'aiguille des secondes pouvant être remise sur n'importe quelle position, paire ou impaire, sans égard à sa position antérieure à la remise à l'heure.

Le dessin annexé illustre, à titre d'exemple, une forme d'exécution de l'objet de l'invention; dans ce dessin:

la fig. 1 est une représentation schématique d'un moteur pas à pas qui est utilisé dans une montre électronique à affichage analogique, et qui est en particulier utilisé dans le cadre de la présente invention,

la fig. 2 représente la constitution des circuits d'une montre électronique classique à affichage analogique,

la fig. 3 est un schéma d'une forme d'exécution d'une montre électronique comprenant un dispositif de remise à l'heure conforme à l'invention,

la fig. 4 est un diagramme représentatif des niveaux logiques en fonction du temps en différents endroits du schéma de la fig. 3,

les fig. 5 et 6 sont des illustrations schématiques du fonctionnement du moteur pas à pas,

la fig. 7 est un diagramme représentant l'évolution en fonction du temps de l'impulsion de courant circulant dans le bobinage du moteur pas à pas, dans deux circonstances déterminées,

la fig. 8 est un diagramme représentant l'évolution en fonction du temps de la tension aux bornes d'une résistance branchée en série avec le bobinage du moteur pas à pas, dans deux cas différents d'application d'une impulsion à ce bobinage, et

les fig. 9 et 10 sont des diagrammes des niveaux logiques en fonction du temps en différents endroits du schéma de la fig. 3, la fig. 9 illustrant le cas du fonctionnement dans l'un des cas représenté aux fig. 7 et 8 et la fig. 10 illustrant le fonctionnement dans l'autre de ces cas.

Les fig. 1 et 2 ayant déjà été brièvement considérées dans le cadre de la discussion de l'art antérieur, on considérera maintenant la fig. 3. Sur celle-ci, on voit que les circuits de la montre électronique en question comprennent un oscillateur 12 qui engendre un signal d'oscillation de base à la fréquence de 32 768 Hz, et un circuit diviseur de fréquence 13 comprenant en cascade quinze étages diviseurs de fréquence par deux, qui divisent la fréquence de l'oscillateur jusqu'à une fréquence de 1 Hz. Un circuit de mise en forme d'impulsions 14, recevant les signaux de sortie  $Q_5-Q_{15}$  des étages 6 à 15 du circuit diviseur de fréquence fournit trois signaux impulsifs de sortie sur trois connexions de sortie 4a, 14b et 14c. La sortie 14a délivre un signal comprenant les impulsions standard  $\Phi_a$  correspondant à l'équation logique:

$$\Phi_a = Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15}$$

la sortie 14b fournit un signal comprenant des impulsions de détection  $\Phi_b$  correspondant à l'équation logique:

$$\Phi_b = Q_5 \cdot Q_6 \cdot Q_7 \cdot \bar{Q}_8 \cdot \bar{Q}_9 \cdot \bar{Q}_{10} \cdot \bar{Q}_{11} \cdot \bar{Q}_{12} \cdot \bar{Q}_{13} \cdot \bar{Q}_{14} \cdot \bar{Q}_{15}$$

La sortie 14c produit un signal comportant des impulsions d'inversion  $\Phi_c$  correspondant à l'équation logique:

$$\Phi_c = Q_9 \cdot Q_{10} \cdot \bar{Q}_{11} \cdot \bar{Q}_{12} \cdot \bar{Q}_{13} \cdot \bar{Q}_{14} \cdot \bar{Q}_{15}$$

Les formes d'onde des impulsions standard  $\Phi_a$ , des impulsions de détection  $\Phi_b$  et des impulsions d'inversion  $\Phi_c$ , sont représentées à la fig. 4.

A la fig. 3, un circuit de commande de remise à zéro (lié de préférence à un mécanisme de remise en position des aiguilles non représenté) comprend un commutateur 16 et un transistor MOS-FET 17 à canal N. Un des points de l'interrupteur 16 est connecté à l'aménée de tension positive  $V_{DD}$  de la source de tension alimentant la montre, et l'autre point de cet interrupteur est connecté à l'entrée de remise à zéro R du circuit diviseur de fréquence 13, de même qu'à l'entrée S de mise à l'état «1» d'un flip-flop 18. Ce même point de l'interrupteur 16 est encore connecté, dans le circuit de remise à zéro 15, au drain d'un transistor MOS-FET 17 dont la source est connectée à la masse et dont l'électrode de commande est connectée à la tension  $V_{DD}$ , de sorte que ce transistor MOS-FET 17 sert de résistance de dérivation à la masse. La sortie du circuit de remise à zéro 15 est normalement au niveau logique «0», mais elle passe au niveau «1» lorsque le commutateur 16 est manipulé pour fermer son contact. Ce changement de niveau logique provoque la remise à zéro de tous les étages du circuit diviseur de fréquence 13, de sorte que toutes les sorties  $Q_1-Q_{15}$  passent au niveau logique «0», et il provoque également le passage au niveau «1» de la sortie Q du flip-flop 18. Ce dernier est normalement à l'état «0», du fait que la sortie  $Q_{15}$  du dernier étage de division de fréquence du circuit diviseur de fréquence 13 est connectée à son entrée de remise à zéro R.

Les circuits de la montre représentés à la fig. 3 comprennent également un circuit de commande de permutation et de détection 19 qui comprend une porte ET INVERSE 20 à

laquelle sont appliqués l'impulsion de détection  $\Phi_b$  et le signal de sortie provenant de la sortie Q du flip-flop 18. Ce circuit de commande de détection 19 comprend également un inverseur 21 qui inverse le niveau à la sortie de la porte ET 20, un flip-flop de type D 22, à l'entrée de préparation D duquel est connectée la sortie de l'inverseur 21 et dont l'entrée d'impulsions CL duquel reçoit le signal de sortie d'un circuit de détection 39 (qui sera décrit plus en détail plus loin). Le circuit de commande 19 comprend encore une porte ET INVERSE 23 qui reçoit le signal de sortie  $\bar{Q}$  du flip-flop de type D 22, l'impulsion d'inversion  $\Phi_c$ , et le signal de sortie Q du flip-flop 18. Une autre porte ET INVERSE 24 reçoit le signal de sortie de la porte ET INVERSE 23, de même que le signal de sortie  $Q_{15}$  du dernier étage diviseur de fréquence du circuit diviseur de fréquence 13. On note qu'au lieu d'avoir deux portes ET INVERSE en 23 et en 24, on pourrait avoir une porte ET en 23 et une porte OU INVERSE en 24. Depuis le circuit de commande 19, le signal de sortie de la porte 24 est appliqué à l'entrée d'impulsions d'horloge CL d'un flip-flop 25 qui est utilisé comme circuit de permutation pour inverser (ou permutez) la polarité des impulsions de commande que le circuit de commande 29 engendre en réponse aux impulsions standard  $\Phi_a$ . Pour cela, les sorties Q et  $\bar{Q}$  du flip-flop 25 sont connectées respectivement sur une entrée de deux portes OU INVERSE 26 et 27, qui reçoivent l'une et l'autre sur leur autre entrée le signal sortant de la porte ET 20 du circuit de commande 19, c'est-à-dire un signal correspondant à l'impulsion de détection  $\Phi_b$  mais seulement dans le cas où le flip-flop 18 signale que l'on se trouve durant la première seconde après la cessation de l'état de remise à zéro du circuit diviseur de fréquence 13. Le circuit de commande (de moteur) 29 comprend deux portes OU INVERSE 30 et 31 qui reçoivent les impulsions standard  $\Phi_a$  inversées par l'inverseur 28, et auquel sont également appliqués, respectivement, les signaux de sortie Q et  $\bar{Q}$  du flip-flop 25. Ce circuit 29 comprend également une porte OU 32 dont les entrées reçoivent les signaux de sortie des portes OU INVERSE 26 et 30, une porte OU 33 dont les entrées reçoivent les signaux de sortie des portes OU INVERSE 27 et 31, et il comprend encore un transistor MOS-FET à canal P 34 dont l'électrode de commande est connectée à la sortie de la porte OU 32, un transistor MOS-FET à canal N 35, dont l'électrode de commande est connectée à la sortie de la porte OU INVERSE 30, un transistor MOS-FET à canal PV36 dont l'électrode de commande est connectée à la sortie de la porte OU 33, et un transistor MOS-FET à canal N 37 dont l'électrode de commande est connectée à la sortie de la porte OU INVERSE 31.

La sortie du circuit de commande 29 se présente entre les connexions de sortie 29a et 29b, la première étant connectée aux drains des transistors MOS à canal P 34 et MOS à canal N 35, et la seconde étant connectée aux drains des transistors MOS à canal P 36 et MOS à canal N 37. Le bobinage 38 du moteur pas à pas est connecté entre ces points de sortie 29a et 29b. Les transistors MOS à canal P 34 et MOS à canal N 35 d'un côté, de même que les transistors MOS à canal P 36 et MOS à canal N 37 de l'autre côté, fonctionnent substantiellement en tant qu'inverseurs amplificateurs. Les sources des transistors MOS à canal PV34 et 36 sont connectées à la source de tension positive  $V_{DD}$ , et les sources des transistors MOS à canal N 35 et 37 sont mises à la masse, c'est-à-dire au pôle négatif de la source d'alimentation.

Le circuit 39 est un circuit détecteur de la position du rotor du moteur pas à pas. Il comprend deux transistors MOS-FET à canal N 40 et 41, qui fonctionnent en tant qu'éléments commutateurs, et une résistance 42 qui agit en tant qu'élément détecteur pour établir la valeur du courant circulant à travers le bobinage 38, sa chute de tension étant soit

inférieure, soit supérieure à la moitié de la tension d'alimentation, selon ce qu'est le courant dans le bobinage 38, deux inverseurs 43 et 44 étant branchés en série l'un avec l'autre sur le point de la résistance 42 où apparaît sa chute de tension lorsqu'elle est en service. L'inverseur 43, réalisé en CMOS, fonctionne en tant que circuit binaire logique, l'inverseur 44 ayant la fonction d'inverser le niveau logique de la sortie de l'inverseur 43. Les drains des transistors MOS à canal N 40 et 41 sont connectés respectivement aux extrémités du bobinage 38, leur source étant mise à la masse par la résistance 42. La sortie de la porte OU INVERSE 26 est appliquée à l'électrode de commande du transistor MOS à canal N 40, tandis que la sortie de la porte OU INVERSE 27 est connectée à l'électrode de commande du transistor MOS à canal N41. La sortie de l'inverseur 44 est en même temps la sortie du circuit de détection 39 et elle délivre le signal de détection qui est appliqué à l'entrée d'impulsions d'horloge CL du flip-flop de type D 22, dans le circuit de commande de détection 19.

En fonctionnement normal, puisque le niveau sur la sortie Q du flip-flop 18 est maintenu à «0», les sorties des portes 20 et 23 restent au niveau «1», indépendamment du niveau des signaux d'impulsions  $\Phi_b$  et  $\Phi_c$ . De ce fait, la sortie de l'inverseur 21, inversant celle de la porte 20, reste constamment au niveau «0», et en même temps, la porte ET INVERSE 24 fonctionne constamment simplement comme un inverseur placé sur le trajet du signal  $Q_{15}$ , du dernier étage diviseur de fréquence. Ce signal  $Q_{15}$  parvient donc sur l'entrée d'impulsions d'horloge CL du flip-flop 25 qu'il fait basculer, une fois dans un sens, une fois dans l'autre, à la cadence de une seconde, correspondant à celle des impulsions standard  $\Phi_a$ . Les basculements du flip-flop 25 ont lieu chaque fois que le signal  $Q_{15}$  effectue le saut «1»-«0», en variante, on pourrait prévoir ces basculements pour le saut inverse (en inversant également alors la fonction de détection). Puisque la sortie de la porte ET INVERSE 20 est maintenue au niveau «1», les sorties des portes OU INVERSE 26 et 27, recevant par ailleurs les niveaux de sortie du flip-flop 25, seront maintenues au niveau «0», et les transistors MOS à canal N 40 et 41, dans le circuit de détection 39, seront maintenus à l'état bloqué. L'impulsion standard  $\Phi_a$ , inversée par l'inverseur 28, fera fonctionner soit l'une soit l'autre des deux portes OU INVERSE 30 et 31, selon ce que seront les niveaux sur les sorties Q et  $\bar{Q}$  du flip-flop 25, qui sont appliqués sur les autres entrées des portes 30 et 31. Il en résultera, sur les sorties de ces dernières, des signaux présentant, avec une période de deux secondes, des impulsions de durée égale à l'impulsion standard  $\Phi_a$ , avec un déphasage d'une seconde entre la sortie de la porte 30 et la sortie de la porte 31. Les transistors MOS à canal P 34, MOS à canal N 35, MOS à canal P 36, et MOS à canal N 37 sont commandés pour être successivement passants ou bloqués par les sorties des portes OU INVERSE 30 et 31, les transistors 34 et 36 étant passants au repos, et les transistors 35 et 37 étant bloqués au repos. Un niveau «1», commandé par l'impulsion  $\Phi_a$ , à la sortie de la porte OU INVERSE 30 rend passant le transistor MOS à canal N 35 et bloque le transistor MOS à canal P 34. Le courant peut donc circuler depuis la source de tension positive, par le transistor à canal P 36, le bobinage 38 et le transistor à canal N 35, jusqu'à la masse. Lorsque le niveau «1» est, durant l'impulsion  $\Phi_a$ , présent à la sortie de la porte OU INVERSE 31, l'inversion affecte le transistor à canal N 37, qui devient passant, et le transistor à canal P 36 qui se bloque. Le courant passe alors dans l'autre sens dans le bobinage, par l'intermédiaire du transistor 34 et du transistor 36. Ainsi, chaque seconde, une impulsion de courant, d'une durée de 7,8 ms, est appliquée au bobinage 38, une fois dans un sens une fois dans l'autre, en dépendance de l'état du flip-flop 25.

Ces impulsions alternées dans le bobinage 38 feront chaque fois avancer d'un pas le rotor du moteur pas à pas.

On va considérer maintenant le fonctionnement tel qu'il se présente lorsque le circuit diviseur de fréquence 13 a été remis à zéro par le circuit de remise à zéro 15. Lorsque le commutateur 16 est rendu passant, les étages du circuit diviseur de fréquence 13 sont tous remis à zéro et le flip-flop 18 est mis à l'état «1», de sorte que sa sortie Q est au niveau «1». Lorsque le commutateur 16 est relâché, c'est-à-dire lorsque la condition de remise à zéro du diviseur de fréquence 13 cesse, la première des impulsions qui se présente est l'impulsion de détection  $\Phi_b$  qui est appliquée aux portes OU INVERSE 26 et 27, par l'intermédiaire de la porte 20, rendue passante par le flip-flop 18. Durant l'impulsion  $\Phi_b$ , seule une des portes 26 et 27, sélectionnée par l'état du flip-flop 25, fait passer sa sortie au niveau «1», l'autre ayant sa sortie maintenue au niveau «0». Ainsi, l'un ou l'autre des transistors MOS à canal P 34 et 36 va se bloquer, celui qui est bloqué étant le même que celui qu'une impulsion standard bloquerait si elle ne présentait. Par contre, ni le transistor à canal N 35, ni le transistor à canal N 37 ne va devenir passant; en revanche, l'un ou l'autre des transistors MOS à canal N 40 et 41, va devenir passant, selon celle des portes 26 et 27 qui produira un niveau «1» à sa sortie. Selon l'état du flip-flop 25, l'impulsion de détection va provoquer le passage d'un courant soit dans le branche: «transistor à canal P 36, bobinage 38, transistor à canal 40, résistance 42, masse», soit dans le branche: «transistor à canal P 34, bobinage 38, transistor à canal N 41, résistance 42, masse». On remarque que d'un cas à l'autre, il y a inversion du sens du courant dans le bobinage 38. On remarque également que, du fait de la très faible durée de l'impulsion de détection, ce courant de détection dans le bobinage 38 ne provoquera aucun mouvement du rotor du moteur pas à pas.

Du point de vue magnétique, le rotor du moteur pas à pas peut se trouver dans deux positions diamétralement opposées, et, dans chacune de ces positions du moteur, le passage du courant dans le bobinage dans un sens provoque un déplacement du rotor, tandis que le passage du courant dans l'autre sens n'en provoque pas. Les relations sont inversées, c'est-à-dire que le sens du courant qui provoque l'avance du rotor dans une situation de celui-ci ne provoque pas son avance dans l'autre, et le passage du courant dans le bobinage dans l'autre sens, qui provoque une avance du rotor si celui-ci est dans la seconde situation, ne provoque pas d'avance de ce rotor s'il est dans la première situation. Par ailleurs, l'inductance électrique opposée par le bobinage est différente d'une situation à l'autre. Ceci permet la détection de la position du moteur à l'aide de l'impulsion de détection  $\Phi_b$ , conformément à ce qui va maintenant être expliqué, en liaison avec les fig. 5 et 6. Celles-ci représentent schématiquement le moteur pas à pas et elles illustrent respectivement la situation dans laquelle le sens du courant dans le bobinage, relativement dans la position du rotor, permet de faire avancer celui-ci, et la situation dans laquelle le sens du courant dans le bobinage, respectivement à la position du rotor, ne permet pas de faire avancer celui-ci.

Le stator 45, couplé magnétiquement à un noyau magnétique entouré par le bobinage 38, comprend des encoches 47a et 47b, qui servent à déterminer la direction de rotation du rotor 46, lequel est magnétisé en direction de rotation du rotor 46, lequel est magnétisé en direction radiale, avec deux pôles. Par ailleurs, des portions magnétiquement saturables 48a et 48b sont formées dans la pièce de stator 45. Lorsqu'aucun courant n'est appliqué au bobinage 38, le rotor 46 est au repos dans une position telle que la direction de ses pôles magnétiques fait un angle d'approximativement 90° avec la direction des encoches 47a et 47b. Lorsque du cou-

rant est amené à circuler dans le bobinage 38, la résistance magnétique (ou réluctance magnétique) du circuit magnétique, vue depuis le bobinage 38, est très faible tant que les portions saturables 48a et 48b du stator 45 ne sont pas encore saturées. A ce moment-là, la constante de temps  $\tau$  du circuit comprenant en série le bobinage 38 et la résistance 42 est très élevée. Ainsi, la forme d'onde du courant est représentée par une caractéristique à augmentation lente. Ceci peut être exprimé par l'équation suivante:

$$\tau = L/R, \quad L = N^2/R_m$$

Donc,  $\tau = N^2/(R \times R_m)$

Dans cette équation,  $L$  est l'inductance du bobinage 38,  $N$  le nombre de spires de ce bobinage et  $R_m$  la résistance magnétique.

Lorsque les portions saturables 48a et 48b du stator 45 se saturent, la perméabilité de ces portions saturées devient la même que celle de l'air, de sorte que la résistance magnétique  $R_m$  augmente et que la constante de temps  $\tau$  du circuit devient faible. Il en résulte que la forme du courant se met soudainement à croître très rapidement. La détection de la position du rotor d'une montre électronique selon l'enseignement de la présente invention est faite en utilisant la différence de constante de temps du circuit comprenant en série le bobinage et la résistance, en dépendance de la position du rotor. On va maintenant expliquer la raison pour laquelle on rencontre cette différence de constante de temps (ou différence de résistance magnétique).

La fig. 5 montre les conditions de flux magnétique qui se présentent lorsque le courant commence à circuler dans le bobinage 38 dans le cas où les pôles magnétiques du rotor 46 sont positionnés de façon telle qu'une rotation du rotor va pouvoir avoir lieu. On voit en 49a et 49b comment s'établit le flux magnétique produit par la magnétisation même du rotor 46. En pratique, une petite partie du flux magnétique dû à la magnétisation du rotor traverse le bobinage 38, mais cette partie est très faible et elle a été omise au dessin. Lorsque du courant est amené à circuler dans le bobinage 38 dans la direction indiquée par une flèche, les pôles magnétiques s'établissent dans le stator de la manière indiquée aux fig. 5 et 6. Si le rotor a la position indiquée à la fig. 5, cette magnétisation due au passage du courant dans le bobinage va tendre à faire tourner le rotor dans le sens horaire, et, si le courant subsiste assez longtemps, le rotor effectuera effectivement un pas dans le sens horaire. Cette situation est représentée à la fig. 5. On voit que le flux magnétique 50a, 50b, dû au passage du courant dans le bobinage, s'ajoute, dans les portions saturables 48a et 48b, au flux magnétique provoqué par la magnétisation permanente du rotor. Ces portions saturables 48a et 48b seront donc très rapidement saturées. Dès que cela sera le cas, la résistance magnétique diminuera et le courant dans le bobinage croîtra beaucoup plus vite, ce qui amènera rapidement le rotor à tourner. Le courant évoluera de la manière montrée par la courbe 51 de la fig. 7.

Si par contre, comme le montre la fig. 6, la position du rotor au départ est l'inverse de ce que montre la fig. 5, le courant dans le bobinage restant dans le même sens (ou si, ce qui revient au même, la position du rotor est la même mais que le courant circule dans l'autre sens), on se trouve dans la situation où le rotor ne peut pas être entraîné par l'impulsion de courant fournie au bobinage. Dans cette situation, représentée à la fig. 6, le flux magnétique dû au passage du courant dans le bobinage et le flux magnétique dû à la magnétisation permanente du rotor, ont tendance à se neutraliser dans les portions saturables 48a et 48b. Il faudra donc un temps nettement plus grand – et un courant dans le bobinage nettement plus fort – pour amener les portions saturables

48a et 48b à se saturer. Ce cas est représenté par la courbe 52 de la fig. 7. Sur cette fig. 7, l'intervalle de temps A représente la différence du temps qui s'écoule jusqu'à la saturation des portions saturables selon que l'on se trouve dans la première ou dans la seconde situation susmentionnée. En considérant les courbes 51 et 52 de la fig. 7, on voit clairement que, si l'inductance apparente du bobinage 38 redevenait large au moment où le rotor se met à tourner effectivement (du fait de la force contre électro-motrice induite), cette inductance est par contre faible lorsque le moteur n'a pas encore commencé de tourner (ceci dans le cas où le sens du courant est, par rapport à la position du rotor, tel que ce moteur pourra tourner). La partie durant laquelle l'inductance est faible s'étant dans la zone B. Dans celle-ci, on a nettement une inductance plus faible si le moteur est prêt à tourner et une inductance plus forte si le moteur ne peut pas tourner, du fait que le courant est appliqué dans le mauvais sens. Le point d'abscisse C de la fig. 7 se situe à 0,5 ms du début de l'application du courant, et il correspond à la durée de l'impulsion de détection  $\Phi_b$ . On voit au dessin qu'à ce moment-là, on a un rapport très avantageux entre les deux valeurs de courant, correspondant aux deux situations considérées, ce qui signifie que la valeur du courant à la fin de l'impulsion  $\Phi_b$  de 0,5 ms, c'est-à-dire au point C, permet de distinguer aisément dans laquelle des deux situations sus-mentionnées on se trouve.

La fig. 8 reprend pratiquement, mais à plus grande échelle, la première partie de la fig. 7, bien que, à la fig. 8, la grandeur portée en ordonnée ne soit pas le courant dans le bobinage mais la chute de tension dans la résistance 42, elle-même proportionnelle au courant de bobinage. Sur la fig. 7, la courbe 53 représente l'évolution de la tension aux bornes de la résistance 42 lorsque le rotor 46 est dans la position où il pourra effectuer sa rotation, tandis que la courbe 54 représente l'évolution de cette tension dans la situation où le rotor 46 ne pourra pas effectuer sa rotation, du fait que le courant est appliqué dans le mauvais sens. Sur la fig. 8, on a représenté la valeur de seuil  $V_{th}$  de l'inverseur 43 qui fonctionne en tant que circuit logique binaire dans le circuit détecteur 39.

On comprend que lorsque le courant circule dans le bobinage 38 dans une direction telle que le rotor 46 pourra être mis en rotation, la tension apparaissant sur la résistance 42, résultant d'une division de tension entre celle-ci et le bobinage, atteindra une valeur plus élevée que cette tension de seuil  $V_{th}$  de l'inverseur 43, qui est approximativement la moitié de la tension d'alimentation. Dans ce cas, la sortie de l'inverseur 43 sera au niveau «0» et la sortie de l'inverseur 44 sera au niveau «1». Par contre, lorsque le courant circule dans le bobinage 38 dans une direction telle que le rotor ne pourra pas être mis en rotation par ce courant, la tension aux bornes de la résistance 42 suivra la courbe 54 et on voit que cette tension n'atteindra pas la valeur de seuil  $V_{th}$  de l'inverseur 43, de sorte que la sortie de ce dernier restera au niveau «1» et que la sortie de l'inverseur 44 restera au niveau «0».

De ce qui précède, on voit que la sortie du circuit de détection 39, constituée par la sortie de l'inverseur 44, sera au niveau «1» lorsque le rotor 46 sera, par rapport à la direction du courant circulant dans le bobinage 38, dans une position qui lui permettra d'être entraîné en rotation, tandis que le signal de détection sera au niveau «0» si le rotor 46 se trouve, par rapport à la direction du courant, dans une position telle qu'il ne pourra pas être entraîné en rotation par ce courant. Lorsque le signal de détection ne niveau «1» est appliqué à l'entrée d'impulsions d'horloge CL du flip-flop de type D 22, dans le circuit de commande de détection 19, le niveau à la sortie  $\bar{Q}$  de ce flip-flop deviendra «0» à la fin de cette impulsion d'horloge, puisque le niveau sur l'entrée de préparation D de ce flip-flop aura été «1» pratiquement de-

puis le début de cette impulsion d'horloge. Par contre, si le signal de détection est zéro, il n'y a en fait pas d'impulsion d'horloge, et la sortie  $\bar{Q}$  du flip-flop de type D 22 restera au niveau «1».

Après que l'impulsion de détection  $\Phi_b$  se soit produite, c'est l'impulsion d'inversion  $\Phi_c$  qui interviendra, et à ce moment, si la sortie  $\bar{Q}$  du flip-flop 22 est au niveau zéro, cette impulsion d'inversion  $\Phi_c$  sera coupée dans la porte ET 23, de sorte qu'elle ne pourra pas venir s'appliquer à l'entrée d'impulsions d'horloge du flip-flop 25 qui ne subira donc pas de basculement à ce moment-là. Cela sera conforme à ce qui est désiré, puisque le niveau «0» sur la sortie  $\bar{Q}$  du flip-flop 19 signifie que le rotor est dans la position voulue pour qu'un courant circulant dans le sens déterminé par l'état actuel du flip-flop 25 soit apte à faire avancer le rotor. Si par contre, la sortie  $\bar{Q}$  du flip-flop 22 est au niveau «1», l'impulsion  $\Phi_c$  pourra traverser la porte ET INVERSE 23, et elle parviendra sur l'entrée CL du flip-flop 25, par l'intermédiaire de la porte ET INVERSE 24. Ce flip-flop 25 effectuera donc à ce moment-là un basculement qui permutera les niveaux sur ses sorties Q et  $\bar{Q}$ . De ce fait, les conditions d'application de l'impulsion standard dont l'intervention est imminente seront inversées, ce qui est correct, puisque la position antérieure du flip-flop 25 aurait rendu cette impulsion inapte à faire avancer le rotor et que cette inversion préalable du flip-flop 25 rendra l'impulsion apte à faire avancer le rotor.

C'est ainsi que se trouve résolu le problème que l'art antérieur rencontrait du fait que, après relâchement de la situation de remise à zéro du diviseur, l'affichage du temps risquait de perdre une seconde par rapport aux impulsions standard, selon ce qu'était la position du moteur. Avec la solution proposée, le rotor avance toujours lors de la prochaine impulsion après la cessation de l'état de remise à zéro du diviseur, même dans le cas où le rotor du moteur pas à pas est amené à tourner sous l'effet d'une force mécanique, et également indépendamment du fait que la remise à zéro ait débuté après une impulsion d'avance mais avant que le flip-flop 25 ait basculé ou au contraire, après que le flip-flop 25 ait basculé mais avant que soit intervenue la prochaine impulsion d'avance.

La fig. 9 représente l'évolution des niveaux logiques en différents endroits du circuit selon le schéma de la fig. 3, dans le cas où le rotor 46, après cessation d'une situation de remise à zéro du diviseur de fréquence, a été trouvée par l'impulsion de détection comme se trouvant dans l'état où la prochaine impulsion d'avance, compte tenu de la position du flip-flop 25, était apte à le faire avancer d'un pas. La fig. 10 représente l'évolution des mêmes niveaux logiques dans le cas où, dans des circonstances semblables, l'impulsion de détection a trouvé le rotor dans un état où, compte tenu de la position du flip-flop 25, il ne pouvait pas être mis en rotation par une prochaine impulsion d'avance (à moins d'un basculement préalable du flip-flop 25). Sur les deux fig. 9 et 10, la courbe 18Q représente l'état de sortie du flip-flop 18, la courbe 21 OUT représente le niveau à la sortie de l'inverseur 21, appliquée à l'entrée de préparation D du flip-flop de type D 22, la courbe 39 OUT représente le signal de sortie du circuit de détection 39, c'est-à-dire le signal de détection délivré par l'inverseur 44, la courbe 22 $\bar{Q}$  représente le niveau à la

sortie  $\bar{Q}$  du flip-flop 22, et la courbe 24 OUT représente le signal à la sortie de la porte ET INVERSE 24, c'est-à-dire le signal qui est appliqué à l'entrée d'impulsions d'horloge CL du flip-flop 25 de sélection de la direction de circulation du courant à travers le bobinage 38. On voit que, dans le cas de la fig. 9 où le flip-flop 25 est déjà dans la position voulue pour rendre la prochaine impulsion d'avance efficace, aucune impulsion n'est appliquée sur l'entrée CL du flip-flop 25, tandis que dans le cas de la fig. 10, où la flip-flop a été trouvé dans une position qui rendrait la prochaine impulsion d'avance inefficace, une impulsion (24 OUT) est appliquée à l'entrée de ce flip-flop 25, de sorte que les sorties de celui-ci (non représentées aux fig. 9 et 10) seront inversées par rapport à leur état initial lorsqu'il interviendra l'impulsion  $\Phi_a$ .

Comme on vient de l'expliquer, dans le système conforme à l'invention de remise à zéro (ou plus exactement de remise à l'heure avec remise à zéro du diviseur de fréquence) pour une montre électronique, une impulsion de détection est appliquée au bobinage du moteur pas à pas et, de cette manière, la position du rotor est détectée, en faisant appel à la caractéristique de courant de ce signal de détection, ou plus exactement l'évolution de la courbe de tension aux bornes d'une résistance branchée en série avec ce bobinage. Ainsi, la méthode selon l'invention peut être appliquée sans rien changer à un moteur pas à pas existant, en vue de détecter la position du rotor. De plus, compte tenu de ce que la détection se base sur une différence de temps intervenant avant la saturation d'une zone magnétique déterminée, en fonction de la position du rotor d'un moteur pas à pas du type à stator en une seule pièce, le circuit peut être construit avec des éléments de commutation tels que des transistors, ou des éléments de résistance, qui peuvent être formés sur les circuits intégrés sans augmenter le coût de ceux-ci. On remarque de plus que, en munissant l'élément à résistance d'une prise intermédiaire en tant qu'élément de détection qui n'entre pas en fonction lorsque le circuit détecteur est en état de non-opération, et sélectionnant si nécessaire de cette façon la valeur de la résistance, pour l'adapter aux caractéristiques d'une voie de courant dans le circuit intégré, les différences qui peuvent se produire parmi les résistances produites en série dans le procédé de fabrication d'un circuit intégré peuvent être neutralisées, ce qui facilite l'utilisation du circuit intégré en liaison avec le moteur pas à pas.

Dans la forme d'exécution décrite selon la présente invention, on a utilisé comme élément détecteur une résistance. Toutefois, on pourrait également utiliser un bobinage ou un condensateur en tant qu'élément passif. Il serait également possible de construire le circuit en employant comme élément de détection un élément actif tel qu'un transistor MOS-FET.

En utilisant un inverseur à transistors CMOS en tant que circuit logique binaire dans le circuit de détection, on obtient automatiquement un seuil de fonctionnement pratiquement égal à la moitié de la tension d'alimentation, ce qui signifie que le circuit de détection peut être aisément réalisé, d'une façon qui assure son indépendance de fonctionnement à l'égard des effets des fluctuations de la tension d'alimentation.

FIG. 1

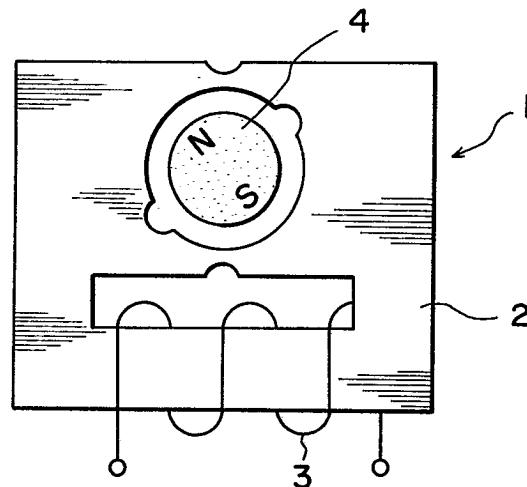


FIG. 2

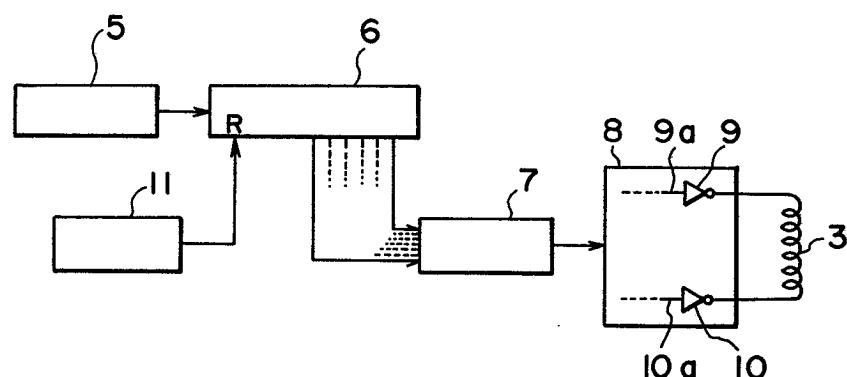
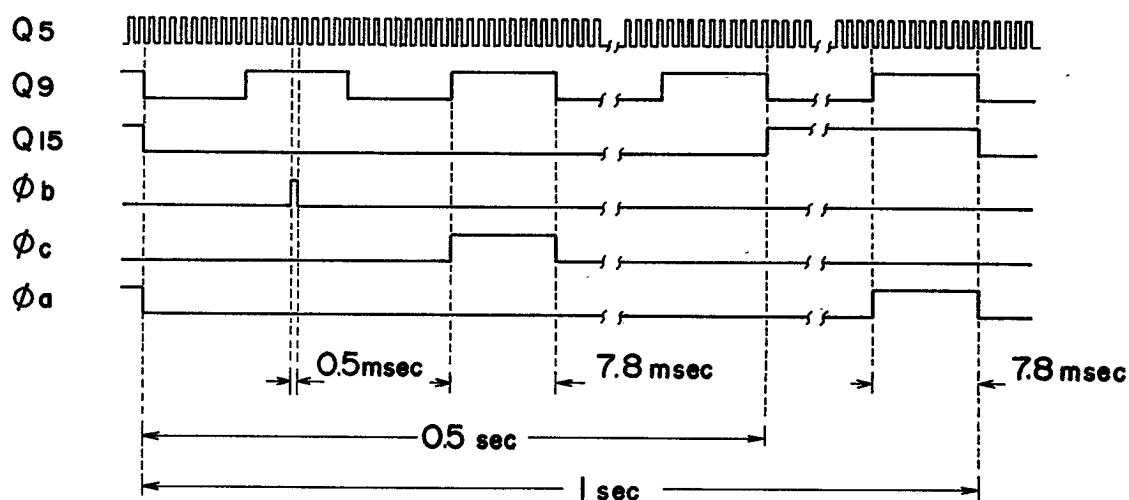
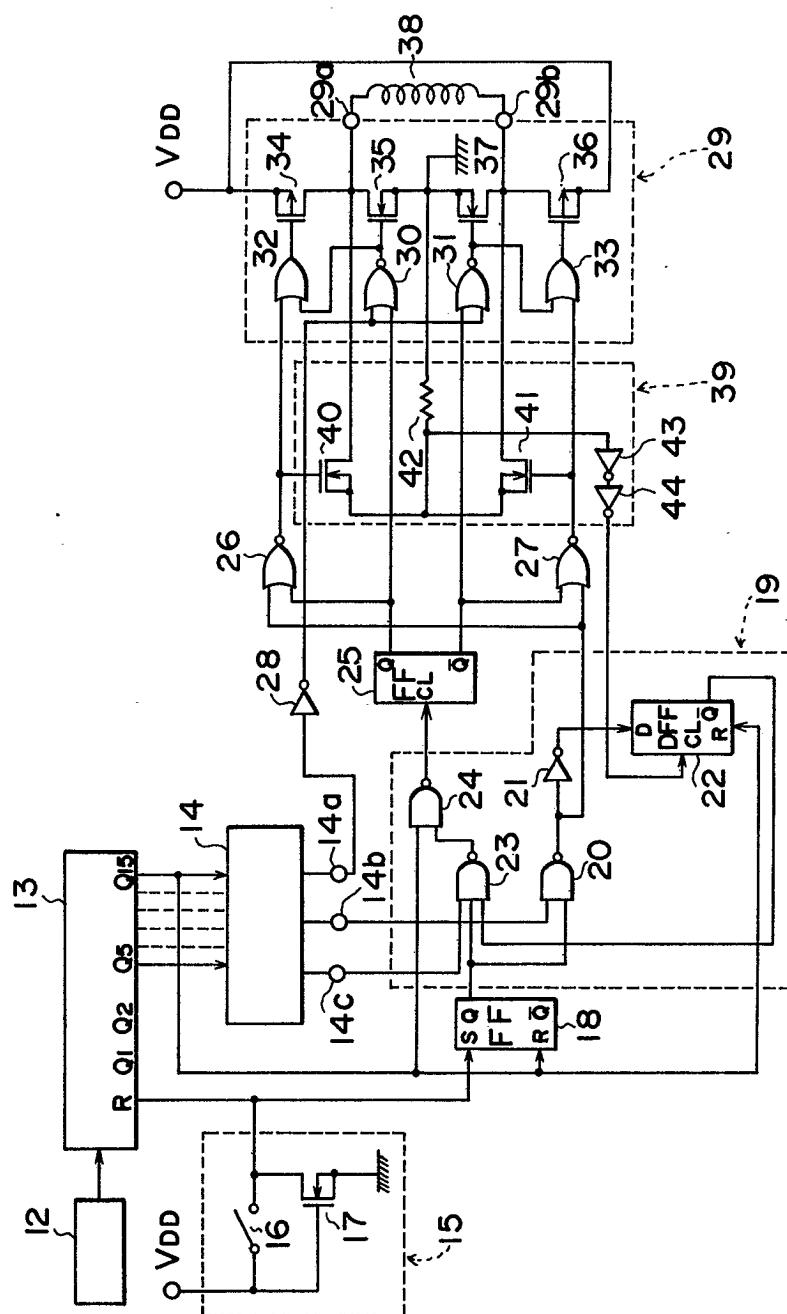


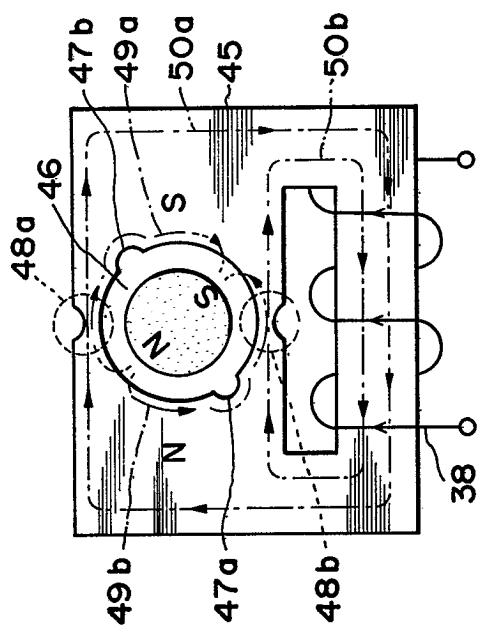
FIG. 4



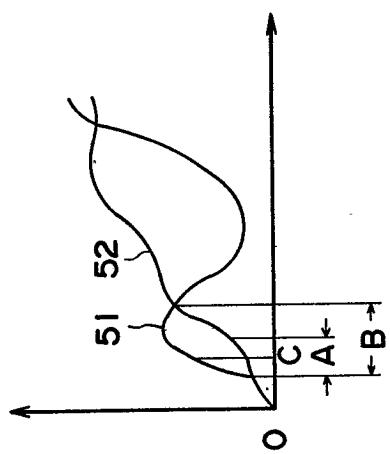
F / G . 3



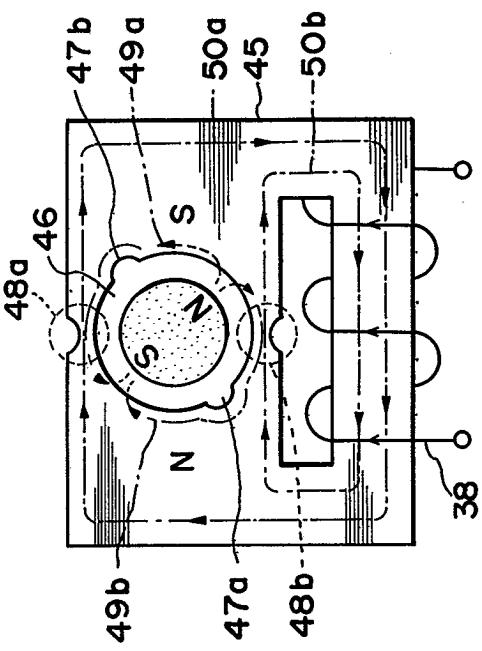
*F I G . 5*



*F I G . 7*



*F I G . 6*



*F I G . 8*

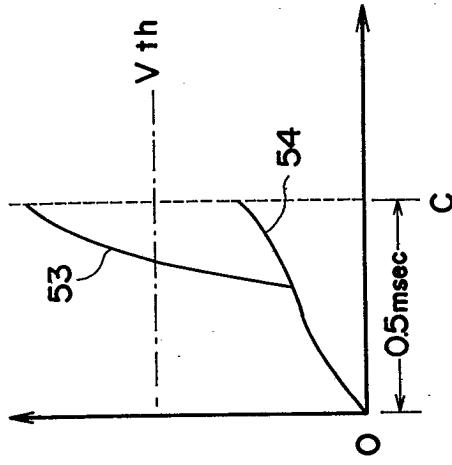


FIG. 10

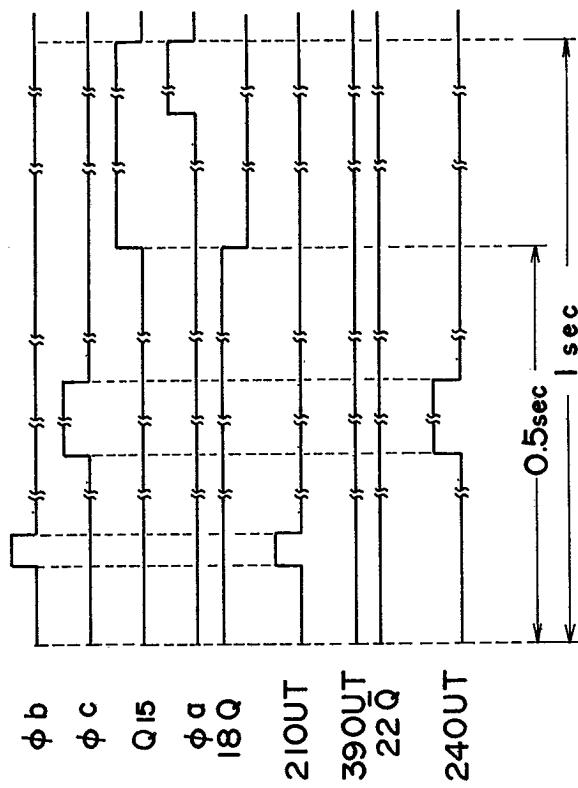


FIG. 9

