



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

⑫ **FASCICULE DE LA DEMANDE** A3

⑪

628 489 G

⑳ Numéro de la demande: 8283/78

㉔ Date de dépôt: 03.08.1978

㉓ Priorité(s): 04.08.1977 JP 52-93669

㉒ Demande publiée le: 15.03.1982

㉑ Fascicule de la demande
publié le: 15.03.1982

㉑ Requérent(s):
Kabushiki Kaisha Daini Seikosha, Tokyo (JP)

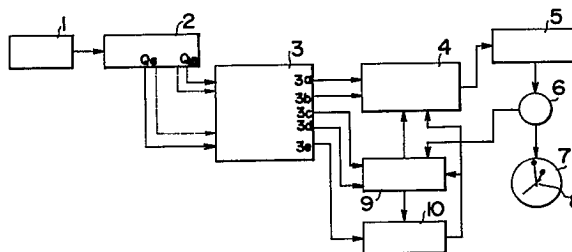
㉒ Inventeur(s):
Makoto Ueda, Koto-ku/Tokyo (JP)
Makaharu Shida, Koto-ku/Tokyo (JP)
Masataka Ikenishi, Koto-ku/Tokyo (JP)
Joichi Miyazaki, Koto-ku/Tokyo (JP)
Hiromasa Nakanishi, Koto-ku/Tokyo (JP)
Shozo Kushida, Koto-ku/Tokyo (JP)

㉒ Mandataire:
Bovard & Cie., Bern

㉒ Rapport de recherche au verso

㉒ **Montre électronique, notamment montre-bracelet électronique.**

㉒ La montre électronique présente un affichage par aiguilles (7, 8) commandées par un moteur pas à pas (6). La fréquence originale d'un oscillateur (1) est divisée par un diviseur de fréquence (2) qui fournit à un circuit générateur d'impulsions (3) différents signaux avec lesquels ce générateur établit des impulsions standard (3a), des impulsions d'avance rapide (3b), et des impulsions de détection (3c, 3d, 3e). Un circuit de commande d'avance du moteur pas à pas (4) commande un circuit d'entraînement (5) qui actionne le moteur pas à pas et un circuit de détection de non-opération (9) détecte les cas où le moteur pas à pas ne réagit pas sous les impulsions qui le commandent. Le nombre des impulsions inefficaces est compté et, lorsqu'un circuit de détection de rotation indique que le moteur est à nouveau apte à fonctionner, le circuit de commande d'avance (4) fait délivrer au moteur des impulsions à cadence plus élevée permettant aux aiguilles indicatrices de rattrapper le temps perdu.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:
CH 8283/78

I.I.B. Nr.: **HO 13 432**

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
	US - A - 3 962 861 (J.C.PROTTA et al.) *colonne 5, ligne 12 à colonne 6, ligne 47; figures 5 et 11*	1,3
	DE - A - 2 125 224 (FORSCHUNGS GES.FÜR UHREN U. FEINGERÄTE-TECHNIK) * page 6, lignes 1-25; revendication 2; figure 1*	1,3
	US - A - 3 110 853 (C.J. JONES) *colonne 1, ligne 55 à colonne 2, ligne 64; colonne 3, ligne 34 à colonne 4, ligne 19; figure 1*	1,3
	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, vol. 1, no 76, 21. 07.1977, page 1170E77 & JP - A - 52 13609 DAINI SEIKOSHA) 02.02.1977	1,2
	US - A - 3 812 670 (A. NIKAIDO et al.) *revendications 1-6; figure 1 *	1,5
	FR - A - 2 220 919 (KK DAINI SEIKOSHA) * revendications 1 et 2; figure 1*	1,5,6
A	FR - A - 2 209 251 (CITIZEN WATCH) * revendications 1-5; figure 1*	1,3,4
E	CH - A - 616 819 (GIRARD-PERREGAUX) * revendications 1-3,5; figures 1-3*	1-4

Domaines techniques recherchés
Recherchierte Sachgebiete
(INT. CL.2)
 G 04 C 3/14
 G 04 G 7/00
 G 04 C 13/03
 G 04 C 13/04

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
 &: membre de la même famille, document
correspondant
Mitglied der gleichen Patentfamilie;
übereinstimmendes Dokument

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:	

Date d'achèvement de la recherche/Abschlussdatum der Recherche 16 décembre 1980	Examinateur I.I.B./I.I.B. Prüfer
---	----------------------------------

REVENDECATIONS

1. Montre électronique, notamment montre-bracelet électronique, comprenant un oscillateur fournissant un signal original ayant une fréquence prédéterminée, un diviseur de fréquence qui divise la fréquence du signal original et comprend une pluralité d'étages diviseurs de fréquence, un circuit générateur d'impulsions qui fournit, en dépendance de signaux délivrés par le diviseur de fréquence, un signal d'impulsions standards ayant une période constituant une base de comptage du temps, et un signal d'impulsions d'avance rapide ayant une période plus courte que celle des impulsions standards, un moteur pas à pas qui meut des aiguilles indicatrices du temps, et un circuit d'entraînement recevant lesdites impulsions standards et entraînant ledit moteur pas à pas en correspondance avec ces impulsions standards, caractérisée en ce qu'elle comprend un circuit de détection de non-opération qui détecte une possible condition de non-opération dans laquelle le moteur pas à pas ne répond pas aux impulsions d'entraînement correspondant aux impulsions standards, ce circuit de détection de non-opération délivrant un signal de non-opération pour chaque impulsion ayant manqué d'agir sur le moteur pas à pas, un circuit de détection de rotation qui détecte le fait que le moteur pas à pas, après avoir été en condition de non-opération, recommence à fonctionner en réponse aux impulsions d'entraînement correspondant aux impulsions standards, et un circuit de commande d'avance rapide pour provoquer, dès que le circuit de détection de rotation a signalé que le moteur se remet à fonctionner, la délivrance audit circuit d'entraînement desdites impulsions d'avance rapide au lieu desdites impulsions standards, de façon que le moteur reçoive des impulsions d'entraînement à cadence rapide en un nombre tel que leur excédent par rapport aux impulsions standards soit égal au nombre d'impulsions ayant précédemment manqué d'agir, selon ce qu'avait signalé le circuit de détection de non-opération.

2. Montre électronique selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit circuit générateur d'impulsions comprend des moyens qui fournissent des premières impulsions de détection qui se répètent avec la même période que les impulsions standards, mais avec une phase différente, les relations de fréquence et de phase entre les impulsions standards et les impulsions d'avance rapide étant par ailleurs telles que chaque impulsion standard se produise simultanément avec une impulsion d'avance rapide, et la phase desdites premières impulsions de détection étant différente également de la phase de tout autre impulsion d'avance rapide, lesdits moyens compris dans le circuit générateur d'impulsions délivrant également des secondes impulsions de détection ayant la même période que les impulsions d'avance rapide, mais ayant une phase différente de celles-ci, et des troisièmes impulsions de détection qui ont la même période que les secondes impulsions de détection, mais qui diffèrent de celles-ci quant à leur phase, une situation de non-opération du moteur pas à pas étant détectée par ledit circuit détecteur de non-opération en coïncidence avec les premières ou les secondes impulsions de détection, tandis que le redémarrage du fonctionnement du moteur pas à pas est détecté par le circuit de détection de rotation en coïncidence avec une dite troisième impulsion de détection.

3. Montre électronique selon la revendication 2, caractérisée en ce que ledit circuit de commande d'avance rapide comprend un premier flip-flop mis en position de travail en réponse à un signal de non-opération délivré par le circuit de détection de non-opération et mis en position de repos en réponse à un signal délivré par ledit circuit de détection de rotation, un compteur bidirectionnel dont le mode de fonctionnement en avant ou en arrière est commandé par un signal délivré par ledit premier flip-flop, un second flip-flop mis en position de travail par ledit premier flip-flop et remis en position de repos en réponse à la détection du fait que l'état de comptage dudit compteur bidirectionnel est redescendu à zéro, un premier circuit à portes, agencé pour fonctionner en réponse à des signaux délivrés par lesdits premier et second flip-flop de façon à appliquer audit compteur bidirectionnel, en tant qu'impulsions de comptage, les

impulsions de non-opération résultant d'un défaut de comptage d'une impulsion standard, lorsque les deux dits flip-flops sont à l'état de travail, ledit compteur bidirectionnel étant alors en situation de comptage en avant, et les secondes impulsions de détection qui se présentent en supplément des premières impulsions de détection, lorsque ledit premier flip-flop est remis à l'état de repos tandis que ledit second flip-flop est à l'état de travail, ledit compteur bidirectionnel étant alors en condition de comptage en arrière, un second circuit à porte étant agencé pour appliquer lesdites impulsions d'avance rapide audit circuit d'entraînement en réponse au fait que ledit second flip-flop est à l'état de travail, tandis que ledit premier flip-flop est à l'état de repos, le compteur bidirectionnel comptant alors en arrière, et un troisième circuit à portes étant établi pour délivrer sélectivement, soit lesdites premières, soit lesdites secondes impulsions de réception au circuit de détection de non-opération.

4. Montre électronique selon la revendication 3, caractérisée en ce que ledit circuit d'entraînement comprend des moyens de commande de permutation pour inverser alternativement la direction de circulation du courant à travers le bobinage du moteur pas à pas en réponse aux impulsions standards ou aux impulsions d'avance rapide, des moyens à portes étant prévus pour interrompre la délivrance des impulsions standards ou des impulsions d'avance rapide à l'entrée de ce circuit de commande de permutation, en réponse à un signal délivré par ledit premier flip-flop dans ledit circuit détecteur de non-opération pendant la durée de non-opération du moteur pas à pas.

5. Montre électronique selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisée en ce que ledit circuit de détection de non-opération comprend deux éléments commutateurs qui sont sélectivement commandés aux états passant et bloqué en réponse à l'occurrence soit d'une dite première impulsion de détection, soit d'une dite seconde impulsion de détection, ces éléments commutateurs étant connectés chacun à une extrémité du bobinage du moteur pas à pas, un élément de détection étant branché pour convertir l'intensité de courant circulant dans le bobinage par celui desdits éléments commutateurs qui a été mis à l'état passant en une chute de tension constituant une fraction de la tension d'alimentation et pour délivrer cette tension fractionnaire à des composants de circuit logiques binaires qui détectent le fait que cette tension fractionnaire est inférieure ou supérieure à une tension de seuil.

6. Montre électronique selon la revendication 5, caractérisée en ce que ledit élément de détection consiste en un ou plusieurs composants passifs, la tension apparaissant sur les bornes de ce ou ces éléments étant appliquée auxdits composants de circuit logiques binaires.

La présente invention concerne une montre électronique, notamment une montre-bracelet électronique, comprenant un oscillateur fournissant un signal original ayant une fréquence prédéterminée, un diviseur de fréquence qui divise la fréquence du signal original et comprend une pluralité d'étages diviseurs de fréquence, un circuit générateur d'impulsions qui fournit, en dépendance de signaux délivrés par le diviseur de fréquence, un signal d'impulsions standards ayant une période constituant une base de comptage du temps, et un signal d'impulsions d'avance rapide ayant une période plus courte que celle des impulsions standards, un moteur pas à pas qui meut des aiguilles indicatrices du temps, et un circuit d'entraînement recevant lesdites impulsions standards et entraînant ledit moteur pas à pas en correspondance avec ces impulsions standards.

Dans les montres électroniques de ce type, à affichage analogique à l'aide d'aiguilles, qui sont connues, il peut arriver que les aiguilles s'arrêtent du fait de l'occurrence d'une situation de non-fonctionnement du moteur pas à pas, par exemple sous l'effet d'un fort champ magnétique permanent ou sous l'effet d'une température très basse.

La recherche d'antériorité a donné lieu à un rapport citant les exposés de brevets ou de demandes de brevets: US Nos 3962861, 3110853, 3812670, français Nos 2220219 et 2209251 (demande de brevet publiée), allemand N° 2125224 (demande de brevet publiée) et japonais N° 52-13609, avec une publication d'extrait de juillet 1977.

Ces différentes publications proposent des circuits qui correspondent dans une certaine mesure à ce qui a été précédemment énoncé comme constituant la partie générique de la définition de l'objet de l'invention. Par contre, aucun de ces documents antérieurs ne comprend un circuit de détection de non-opération qui accumule dans une mémoire uniquement des impulsions qui ont manqué d'agir sur le moteur pas à pas. Dans certaines publications antérieures, notamment l'exposé US N° 3962861, il s'agit uniquement d'une fonction de rattrapage avec laquelle le début et la fin de la période d'arrêt du moteur sont commandés par des boutons-poussoirs ou des commutateurs similaires, de sorte qu'il n'est pas besoin de circuit de détection de non-opération ou d'opération. Dans d'autres documents antérieurs, notamment l'exposé allemand N° 2125224 et l'exposé US N° 3110853, on détecte des impulsions d'opération, c'est-à-dire que l'on détecte les impulsions qui ont agi sur le moteur et on soustrait leur nombre du nombre total d'impulsions qui sont intervenues, afin d'obtenir comme résultat d'opération le nombre des résultats ayant manqué d'agir sur le moteur. Il ne s'agit donc pas d'un circuit de détection de non-opération. D'autres documents antérieurs proposent des circuits pour ajuster la durée d'impulsion, mais non pas pour compter et accumuler des impulsions déficientes; ils s'éloignent d'une solution qui tendrait à remédier aux non-fonctionnements occasionnels et accidentels du moteur, à l'aide de moyens particulièrement simples.

Le but de la présente invention est de fournir une montre électronique, notamment une montre-bracelet électronique, du type générique précédemment défini, dans laquelle les inconvénients relatifs aux risques de non-fonctionnement du moteur pas à pas soient éliminés, sous la forme d'un rattrapage ultérieur, à l'aide de moyens particulièrement adéquats, et plus simples en tous les cas que ceux que la technique antérieure aurait éventuellement pu proposer.

Conformément à l'invention, ce but est atteint par la présence des caractères mentionnés dans la première revendication annexée.

On note que l'objet de l'invention comprend en particulier un circuit de détection de non-opération — chose qui n'avait jamais été proposée antérieurement —, ce circuit de détection de non-opération permettant d'une façon particulièrement simple de mémoriser les impulsions ayant manqué d'agir lorsque, pour quelque raison, le moteur pas à pas s'est trouvé temporairement en condition de non-fonctionnement, puis pour commander un rattrapage automatique, après recouvrement de la condition de fonctionnement du moteur, ce rattrapage fournissant des impulsions d'avance rapide en un nombre correspondant exactement au nombre voulu pour que la position des aiguilles fournisse à nouveau l'indication de l'heure exacte.

Les caractères énoncés dans les revendications ultérieures définissent des formes d'exécution particulièrement avantageuses de l'objet de l'invention, notamment du point de vue de la convenance technique et de la simplicité de la constitution des circuits électroniques de la montre.

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 un schéma bloc d'une forme d'exécution d'une montre électronique selon la conception particulière en question;

la fig. 2 est un diagramme de répartition dans le temps d'impulsions produites par un circuit générateur d'impulsions compris dans le schéma de la fig. 1;

la fig. 3 est un schéma bloc représentant un circuit de commande d'avance rapide compris dans le schéma de la fig. 1;

la fig. 4 est un schéma d'une forme d'exécution d'un circuit de détection de rotation compris dans le schéma de la fig. 1;

la fig. 5 est un schéma bloc d'une forme d'exécution d'un circuit d'entraînement et d'un circuit de détection de non-opération compris dans le schéma de la fig. 1;

la fig. 6 est un diagramme des niveaux logiques en fonction du temps en différents endroits du circuit représenté à la fig. 5, en condition de fonctionnement normal de la montre;

les fig. 7 et 8 sont des vues explicatives concernant le fonctionnement du moteur pas à pas de la montre en question;

la fig. 9 est un diagramme illustrant l'évolution en fonction du temps du courant dans le bobinage du moteur pas à pas, dans deux conditions différentes pouvant se présenter pour celui-ci;

la fig. 10 est un diagramme représentant, en fonction du temps, la chute de tension qui s'établit aux bornes d'une résistance de détection, branchée en série avec le bobinage du moteur pas à pas, conformément à ce que montre la fig. 5, cette fig. 10 montrant deux courbes différentes correspondant à deux conditions différentes et permettant de les détecter, et

la fig. 11 est un diagramme des niveaux logiques en fonction du temps en différents endroits du schéma de la montre, dans le cas où intervient un blocage temporaire du moteur pas à pas, c'est-à-dire une situation temporaire de non-opération.

Sur le schéma bloc de la fig. 1, on voit que la montre électronique en question, typiquement une montre-bracelet électronique, comprend un oscillateur 1 capable d'osciller pour délivrer un signal original ayant une fréquence stable, par exemple de 32 728 Hz. Le signal de sortie de l'oscillateur 1 est appliqué à un diviseur de fréquence 2 qui comprend quinze étages diviseurs de fréquence branchés en cascade, chacun fournissant une division de fréquence par deux. Les signaux de sortie Q_6 à Q_{15} des étages diviseurs de fréquence 6 à 15 sont délivrés par un circuit générateur d'impulsions 3. Ce dernier comprend cinq sorties, 3a-3e, la sortie 3a fournissant un signal d'impulsions standards $\varnothing a$ correspondant à l'équation logique suivante:

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

La sortie 3b du circuit générateur d'impulsions 3 produit des impulsions d'avance rapide $\varnothing b$ correspondant à l'équation logique:

$$\varnothing b = Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11}$$

Similairement, la sortie 3c du circuit générateur d'impulsions 3 fournit des premières impulsions de détection $\varnothing c$ correspondant à l'équation logique:

$$\varnothing c = Q_6 \cdot Q_7 \cdot Q_8 \cdot Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11} \cdot Q_{12} \cdot Q_{13} \cdot Q_{14} \cdot Q_{15}$$

La sortie 3d délivre des secondes impulsions de détection $\varnothing d$ correspondant à l'équation:

$$\varnothing d = Q_6 \cdot Q_7 \cdot Q_8 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11}$$

Et, enfin, la sortie 3e du circuit générateur d'impulsions 3 délivre des troisièmes impulsions de détection $\varnothing e$ qui répondent à l'équation logique:

$$\varnothing e = Q_6 \cdot Q_7 \cdot Q_8 \cdot Q_9 \cdot Q_{10} \cdot Q_{11}$$

Les impulsions standards $\varnothing a$ se répètent à une cadence de 1 Hz et elles constituent les impulsions de référence pour la mesure du temps, leur période étant de 1 s et leur durée de 7,8 ms. Les impulsions d'avance rapide $\varnothing d$ ont également une durée de 7,8 ms, mais elles se répètent avec une période de 62,5 ms correspondant à 16 Hz. Une impulsion d'avance rapide $\varnothing b$ sur seize se trouve en coïncidence exacte avec l'impulsion standard $\varnothing a$. Les premières impulsions de détection $\varnothing c$ se répètent avec une fréquence de 1 Hz, leur période étant donc de 1 s, et leur durée est de 1 ms. Les secondes impulsions de détection $\varnothing d$ ont une fréquence de 16 Hz et se répètent avec une période de 62 ms, leur durée est de 1 ms. Enfin, les troisièmes impulsions de détection $\varnothing e$ ont également une fréquence de 16 Hz, donnant une période de 62,5 ms, et leur durée est également de 1 ms. Les premières impulsions de détection $\varnothing c$ sont déphasées de 38 ms après l'instant de montée des impulsions standards $\varnothing a$, et les secondes impulsions de détection $\varnothing d$ sont déphasées des mêmes 38 ms, à la suite de l'instant de montée des impulsions d'avance rapide $\varnothing b$. Les troisièmes impulsions de détection $\varnothing e$ sont, quant à

elles, déphasées encore de 3,9 ms en retard sur les secondes impulsions de détection $\varnothing d$. La fig. 2 représente le diagramme de la répartition dans le temps de ces impulsions délivrées par le circuit générateur d'impulsions 3.

Les impulsions standards $\varnothing a$ et les impulsions d'avance rapide $\varnothing b$ produites par le circuit générateur d'impulsions 3 sont sélectivement appliquées au circuit d'entraînement 5 par l'intermédiaire du circuit de commande d'avance rapide 4. Les impulsions d'entraînement sont délivrées, en correspondance avec les impulsions standards $\varnothing a$ ou avec les impulsions d'avance rapide $\varnothing b$, par le circuit d'entraînement 5 qui reçoit sélectivement les impulsions standards ou les impulsions d'avance rapide et qui délivre les impulsions d'entraînement chaque fois avec une polarité inversée par rapport à la précédente. Ces impulsions d'entraînement inversées sont appliquées au bobinage du moteur pas à pas 6, ce par quoi celui-ci est mis en rotation par intermittence dans une même direction prédéterminée. Ainsi, un mécanisme d'affichage comprenant des aiguilles 8 est apte à afficher le temps courant sous forme analogique, de par le fonctionnement du moteur pas à pas 6.

Le circuit 9 est un circuit de détection de non-opération qui détecte les cas (la condition) de non-opération du moteur pas à pas 6, par exemple lorsque la montre est placée sous l'influence d'un fort champ magnétique continu ou dans un environnement particulièrement défavorable tel qu'une très basse température. Le circuit de détection de non-opération 9 produit un signal de non-opération chaque fois que le moteur pas à pas 6 manque de fonctionner alors que le circuit d'entraînement 5 lui fournit une impulsion d'entraînement. Le signal de non-opération est produit soit à l'instant de la première impulsion de détection $\varnothing c$, soit à l'instant de la seconde impulsion de détection $\varnothing d$, toutes deux produites par le circuit générateur d'impulsions 3, et chaque signal (ou impulsion) de non-opération qui se présente est compté dans le circuit 4 de commande d'avance rapide. Ce dernier mémorise le nombre de fois où le moteur pas à pas 6 s'est trouvé en cas de non-fonctionnement, en comptant les impulsions (ou les signaux) de non-opération. Le circuit 4 délivre les impulsions d'avance rapide $\varnothing b$ en lieu et place des impulsions standards $\varnothing a$ au circuit d'entraînement 5 dès qu'intervient la détection du fait que le moteur pas à pas 6 a recouvré sa capacité de se mouvoir, la détection de ce fait étant assurée par le circuit détecteur de rotation 10. Le circuit de commande d'avance rapide 4 provoque ainsi l'entraînement du moteur pas à pas à une vitesse notablement plus élevée, et il assure un mouvement rapide des aiguilles 8 qui les amène jusqu'à la position où elles affichent à nouveau le temps exact. Ainsi, les indications de temps fournies par les aiguilles 8, qui avaient été un instant retardées par l'arrêt du moteur pas à pas 6, se trouvent à nouveau correctes.

Le fonctionnement du circuit selon la présente invention, représenté à la fig. 1, sera maintenant expliqué en liaison avec les fig. 3 et suivantes. On remarque toutefois qu'à la fig. 3, les circuits qui, comme l'oscillateur 1, le diviseur de fréquence 2, et le circuit générateur d'impulsions 3, sont aisément réalisables en faisant appel à des circuits logiques classiques, ont été omis et ne feront pas l'objet de la description détaillée qui va suivre.

La fig. 3 représente essentiellement la construction du circuit de commande d'avance rapide 4. Ce circuit comprend un premier flip-flop 11, de type RS dont l'entrée de mise l'état de travail reçoit le signal de non-opération A produit par le circuit détecteur de non-opération 9. La sortie Q de ce flip-flop est connectée à l'entrée de commande de sens de comptage CO d'un compteur bidirectionnel 12, de même qu'à l'entrée S de mise en position de travail d'un second flip-flop 13, et également à une entrée d'une porte ET 19 dans le circuit à portes 16 (encadré de pointillés). La sortie Q de ce second flip-flop 13 est connectée à une entrée d'une porte OU inverse 14 de même qu'à une entrée d'une porte OU inverse 18, dans le circuit à portes 16. La sortie Q du premier flip-flop 11 est connectée à une entrée d'une porte ET 20 dans le premier circuit à portes 16, cette sortie Q du flip-flop 11 étant également connectée au circuit

d'entraînement 5, plus précisément à une entrée d'une porte ET 33 que ce circuit comprend, comme le montre la fig. 5.

Le signal de rotation B, délivré le cas échéant par le circuit de détection de rotation 10, est appliqué à l'entrée R de remise à zéro du premier flip-flop 11.

Le premier circuit à portes 16 comprend une porte OU EXCLUSIF inverse 17 qui reçoit sur ses entrées la première impulsion de détection $\varnothing c$ et la seconde impulsion de détection $\varnothing d$. Ce premier circuit à portes 16 comprend encore une porte OU inverse 18 dont une entrée est connectée à la sortie de la porte 17 et dont l'autre entrée est connectée à la sortie Q du second flip-flop 13, une porte ET 19 qui reçoit sur ses entrées respectivement le signal de non-opération A et le niveau de la sortie Q du premier flip-flop 11 et qui délivre son niveau de sortie sur une entrée d'une porte OU 21. L'autre entrée de cette dernière reçoit le niveau de sortie d'une seconde porte ET 20 du circuit à portes 16 dont une entrée est connectée à la sortie de la porte OU inverse 18 et dont l'autre entrée est connectée à la sortie Q du premier flip-flop 11. La sortie du premier circuit à portes 16 est prélevée à la sortie de la porte OU 21 et est appliquée à la connexion d'impulsions d'horloge (ou d'impulsions de comptage) du compteur bidirectionnel 12. Un second circuit à portes 22 comprend une porte ET 23 et une porte ET 24 dont les sorties sont connectées aux entrées d'une porte OU 25. Une entrée de la porte 24 est connectée à la sortie de la porte OU inverse 14 et une entrée de la porte 23 est connectée au même point par l'intermédiaire d'un inverseur 15. L'autre entrée de la porte ET 24 reçoit le signal d'impulsions d'avance rapide $\varnothing b$ tandis que l'autre entrée de la porte ET 23 reçoit le signal d'impulsions standards $\varnothing a$. Un troisième circuit à portes 26 comprend deux portes ET 27 et 28 dont les sorties sont connectées aux entrées d'une porte OU 29 également comprise dans ce troisième circuit à portes 26. Les portes 27 et 28 ont chacune une entrée commandée, directement ou par l'intermédiaire de l'inverseur 15, à partir de la sortie de la porte OU inverse 14, l'autre entrée de la porte 28 recevant des secondes impulsions de détection $\varnothing d$, tandis que l'autre entrée de la porte A 27 reçoit les premières impulsions de détection $\varnothing c$. La sortie du troisième circuit à portes 26 est prélevée à la sortie de la porte OU 29, de sorte que les premières impulsions de détection $\varnothing c$ et les secondes impulsions de détection $\varnothing d$ se trouvent sélectivement appliquées à l'entrée du circuit de détection de non-opération 9. Le compteur 12 fonctionne sur le mode du comptage en avant lorsque le signal appliqué à son entrée de commande CO est à un potentiel élevé, c'est-à-dire au niveau logique 1, tandis qu'il fonctionne sur le mode de comptage en arrière lorsqu'un signal de niveau bas, c'est-à-dire un niveau logique 0 est appliqué à son entrée CO. Les sorties du compteur bidirectionnel 12 sont appliquées aux entrées d'une porte OU inverse 30 dont la sortie est connectée à l'entrée R de remise à zéro du second flip-flop 13. Une fois celui-ci mis en position de travail, il ne regagne donc sa position de repos que lorsque le compteur bidirectionnel est revenu à 0.

La fig. 4 montre la constitution du circuit 10 de détection de rotation, lequel comprend un troisième flip-flop 31, de type RS, dont l'entrée de mise en position de travail S et l'entrée de remise à zéro R reçoivent respectivement le signal de non-opération A produit par le circuit détecteur de non-opération 9 et le niveau de sortie de la circuit OU 25 du second circuit à portes 22. Le circuit de détection de rotation 10 selon la fig. 4 comprend encore une porte ET 32 dont une entrée est connectée à la sortie Q du troisième flip-flop 31 et dont l'autre entrée reçoit les troisièmes impulsions de détection $\varnothing e$. La sortie du circuit détecteur de rotation 10 est constituée par la sortie de la porte ET 32, et elle délivre le signal B (de fin de situation de non-opération, ou de redémarrage de la rotation) sur l'entrée de remise à zéro R du flip-flop 11, dans le circuit de commande d'avance rapide 4.

La fig. 5 représente la constitution du circuit d'entraînement 5 et du circuit de détection de non-opération 9. Le circuit d'entraînement 5 comprend une porte ET 33 dont une entrée reçoit le signal 11 Q de la sortie Q du premier flip-flop 11 dans le circuit 4 de commande

d'avance rapide et dont l'autre entrée reçoit, du second circuit à portes 22, soit les impulsions standards $\varnothing a$, soit les impulsions d'avance rapide $\varnothing b$, la sortie de cette porte ET 33 étant appliquée à l'entrée impulsienne d'un flip-flop 34 fonctionnant en diviseur binaire et constituant un organe de commande de permutation pour le sens de passage du courant dans le bobinage 47 du moteur pas à pas. Les impulsions standards $\varnothing a$ ou les impulsions d'avance rapide $\varnothing b$ sont également appliquées, en même temps qu'à une entrée de la porte ET 33, à un inverseur 35 dont la sortie applique l'inverse de ces impulsions sur une entrée de chacune de deux portes OU 36 et 37. L'autre entrée de la porte OU inverse 36 est connectée à la sortie Q du flip-flop 34 tandis que l'autre entrée de la porte OU inverse 37 est connectée à la sortie $\bar{Q}$ du flip-flop 34. Une porte ET 38 reçoit sur une de ses entrées soit les premières impulsions de détection $\varnothing c$, soit les secondes impulsions de détection $\varnothing d$, selon la sélection qu'en opère le troisième circuit à portes 26 dans le circuit de commande d'avance rapide 4, et, sur l'autre de ses entrées, le niveau apparaissant à la sortie $\bar{Q}$ du flip-flop 34. Une autre porte ET 39 a sa première entrée connectée en parallèle avec la première entrée de la porte 38, tandis que sa seconde entrée est connectée à la sortie Q du flip-flop 34. Une porte OU 40 a une de ses entrées connectées à la sortie de la porte ET 38 et l'autre de ses entrées est connectée à la sortie de la porte OU 36. Une autre porte OU 41 a sa première entrée connectée à la sortie de la porte ET 39 et sa seconde entrée connectée à la sortie de la porte OU inverse 37. Le circuit d'entraînement 5 comprend encore deux transistors MOS à canal P 42 et 44 et deux transistors MOS à canal N 43 et 45. Les sources des deux transistors MOS à canal P 42 et 44 sont connectées à la source d'alimentation positive V_{DD} , et les sources des deux transistors MOS à canal N 43 et 45 sont connectées ensemble à la masse. Le drain du transistor MOS à canal P 42 est connecté, en 46a, au drain du transistor MOS à canal N 43, et le drain du transistor MOS à canal P 44 est connecté, en 46b, au drain du transistor MOS à canal N 45. L'électrode de commande du transistor MOS à canal P 42 est connectée à la sortie de la porte OU 40, l'électrode de commande du transistor MOS à canal P 44 est connectée à la sortie de la porte OU 41, l'électrode de commande du transistor MOS à canal N 43 est connectée à la sortie de la porte OU inverse 36 et l'électrode de commande du transistor MOS à canal N 45 est connectée à la sortie de la porte OU inverse 37. La sortie du circuit d'entraînement 5 se présente sur les deux conducteurs 46a et 46b, tirés des endroits où sont interconnectés les drains des transistors 42 et 43 pour la connexion de sortie 46a, et les drains des transistors 44 et 45 pour la connexion de sortie 46b. Le bobinage 47 du moteur pas à pas 6 est connecté entre ces deux points de sortie 46a et 46b du circuit d'entraînement 5.

Le circuit de détection de non-opération 9, visible à la fig. 5, comprend deux transistors MOS à canal N 48 et 49 dont les électrodes de commande sont connectées respectivement à la sortie de la porte ET 38 et à la sortie de la porte ET 39 dans le circuit d'entraînement 5. Ils reçoivent donc, selon la situation du troisième circuit à portes 26, dans le circuit de commande d'avance rapide, soit les premières impulsions de détection $\varnothing c$, soit les secondes impulsions de détection $\varnothing d$, le fait que ce soit la porte ET 38 ou la porte ET 39 qui soit passante et que cette impulsion soit donc délivrée, soit sur l'électrode de commande du transistor MOS à canal N 48, soit sur l'électrode de commande du transistor MOS à canal N 49, est déterminé par la position du flip-flop de commande de permutation 34 dans le circuit d'entraînement 5. Le drain du transistor MOS à canal N 48 est connecté au point de sortie 46a, sur une extrémité du bobinage 47, et le drain du transistor MOS à canal N 49 est connecté sur le point 46b, à l'autre extrémité du bobinage 47. Les deux sources des transistors MOS à canal N 48 et 49 sont interconnectées et sont connectées encore à la masse par l'intermédiaire d'une résistance 50 constituant un élément de détection. Ces deux sources interconnectées sont encore reliées à l'entrée d'un inverseur, de type C-MOS 51 qui constitue un élément logique binaire, dont la sortie passe dans un état ou dans l'autre selon que la tension à son entrée est inférieure ou supérieure à une tension de seuil. La sortie de l'inverseur 51 est

connectée à l'entrée de l'inverseur 52 dont la sortie fournit le signal de non-opération A.

La fig. 6 montre le diagramme du niveau logique en fonction du temps en différents points du circuit d'entraînement 5 et du circuit de détection de non-opération 9, durant le fonctionnement normal de la montre électronique. Les formes d'onde 34Q et 34 $\bar{Q}$ représentent les états du flip-flop de permutation 34; et les courbes 36S et 37S représentent les niveaux à la sortie des portes OU inverse 36 et 37 respectivement. Les courbes 38S et 39S, correspondant aux sorties des portes ET 38 et 39, répètent alternativement (selon la position du flip-flop 34) les premières impulsions de détection, de même que les courbes 36S et 37S répètent les impulsions standards. La courbe 40S, correspondant à la sortie de la porte OU 40, répète les impulsions aux sorties des portes 36 et 38, et la courbe 41S, correspondant à la sortie de la porte OU 41, répète les impulsions à la sortie des portes 37 et 39. Les courbes 46aS et 46bS représentent les tensions sur les deux points de sortie qui alimentent le bobinage 47. On voit que ces tensions sont propres à faire circuler dans le bobinage 47, durant approximativement 7,8 ms chaque seconde, un courant qui circule une fois dans un sens et une fois dans l'autre. Ce courant est représenté par la courbe DP où apparaissent encore les brèves impulsions de courant intervenant durant les impulsions de détection (qui apparaissent également sur les courbes 46aS et 46bS). Enfin, la courbe 50X représente la tension aux bornes de la résistance 50 et l'on voit que, en fonctionnement normal, cette résistance 50 ne produit, durant les impulsions de détection, que de faibles chutes de tension qui n'atteignent pas la valeur de seuil représentée en traits mixtes. De ce fait, la courbe A, représentant le niveau à la sortie de l'inverseur 52, reste constamment au niveau bas, qui caractérise le fonctionnement normal de la montre.

On va maintenant expliquer les aspects du fonctionnement de la montre selon l'invention en liaison avec les vues schématiques et les diagrammes des fig. 7 à 10; il s'agira de montrer de quelle façon on obtient le signal A en réponse à la première impulsion de détection $\varnothing c$ ou à la seconde impulsion de détection $\varnothing d$, dans le cas où le rotor du moteur pas à pas n'a pas fonctionné sous l'effet de l'impulsion d'entraînement qu'il vient de recevoir.

Les fig. 7 et 8 représentent schématiquement le moteur pas à pas 6 et illustrent le principe de son fonctionnement. Le moteur comprend un stator 53 magnétiquement couplé avec l'intérieur du bobinage 47 dans lequel la circulation du courant provoque l'établissement d'un champ magnétique. A l'intérieur du stator se trouve un rotor présentant une magnétisation permanente diamétrale. Des encoches 55a et 55b sont établies dans la tranche du stator faisant face au rotor, afin de déterminer la position de repos du rotor 54 qui s'arrête normalement, lorsque aucun courant ne traverse le bobinage 47, dans une position où son axe de magnétisation est approximativement à angle droit avec l'axe sur lequel se situent les encoches 54a et 54b. Cette situation est représentée aussi bien à la fig. 7 qu'à la fig. 8. Le stator 53 comporte des portions magnétiques saturables 56a et 56b qui sont destinées à permettre la formation des pôles magnétiques de stator lorsque du courant circule dans le bobinage 44. Lorsque cela se produit, la résistance magnétique (réductance) du circuit magnétique vue depuis le bobinage 47 est très faible et la constante de temps τ du circuit série RL est relativement grande, tant que les portions saturables 56a et 56b du stator ne sont pas encore saturées. Dans ce cas, on a une pente d'augmentation du courant relativement douce, comme on le voit dans la partie située le plus à droite de la courbe de la fig. 9. Cette caractéristique peut être exprimée par la formule suivante:

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

dans laquelle:

L: est l'inductance du bobinage 47,

N: est le nombre de tours du bobinage 47, et

R_m: est la réductance magnétique.

Lorsque les portions saturables 56a et 56b du stator 53 seaturent, la constante de temps τ du circuit devient plus faible, étant

donné qu'un accroissement de la réluctance R_m intervient au moment où la perméabilité magnétique des portions saturées devient pratiquement égale à celle de l'air. Ainsi, la forme d'onde du courant devient subitement beaucoup plus raide lorsque la saturation des portions saturables intervient. Dans la montre électronique selon l'invention, la détection du fait que le rotor a tourné ou non à la suite de l'impulsion d'entraînement qui a précédé l'impulsion de détection peut être aisément réalisée par le fait que la constante de temps du circuit série RL est différente selon la direction de circulation du courant par rapport à la position du rotor. L'inductance sera donc différente selon que le rotor aura effectué ou non une rotation d'un demi-tour.

On va maintenant indiquer les raisons de ce phénomène.

La fig. 7 montre la situation de flux magnétique qui se présente lorsque le rotor 57 se trouve dans une position depuis laquelle il peut (théoriquement) être mû en rotation par un courant circulant dans le sens indiqué par les flèches à travers le bobinage 47. Les signes de référence 57a et 57b indiquent les flux magnétiques produits par l'aimantation permanente du rotor 54 (un léger flux dû à cette aimantation permanente traverse également le bobinage 47, mais il est négligeable et on a omis de le représenter). Lorsque le courant circule dans le sens indiqué par les flèches dans le bobinage 48, il produit un flux magnétique 58a et 58b qui se présente, dans les portions saturables 56a et 56b, dans le même sens que les flux 57a et 57b produits par l'aimantation permanente du rotor 54. Du fait que ces deux flux magnétiques s'ajoutent, ces portions saturables sont rapidement saturées, puis, le flux de stator croissant toujours davantage, un flux magnétique suffisant agit sur le rotor 54 qui sera bientôt amené à tourner. La courbe 59 montre l'évolution du courant lors d'une impulsion provoquant effectivement une rotation du rotor 54. Si, par contre, comme cela est représenté à la fig. 8, le rotor occupe une position à partir de laquelle le passage du courant dans le sens indiqué par les flèches ne peut pas provoquer une rotation de ce rotor, on voit que les flux magnétiques produits respectivement par la magnétisation permanente du rotor 54 et par le passage du courant dans le bobinage 47 s'opposent l'un à l'autre dans les portions saturables 56a et 56b du stator 53. Ainsi, le temps requis jusqu'à ce que soit établi un flux magnétique suffisant pour saturer ces portions 56a et 56b est notablement plus grand, cela étant illustré par la courbe 60 de la fig. 9, montrant l'évolution du courant dans le bobinage 47 dans le cas illustré par la fig. 8. On comprend que, si l'impulsion de détection est envoyée peu après l'impulsion d'entraînement dans le même sens que celle-ci, elle trouvera les conditions de la fig. 8 si le rotor a tourné et les conditions de la fig. 7 si le rotor n'a pas tourné. A la fig. 9, l'espace de temps F représente la différence entre deux temps nécessaires pour saturer les portions 56a et 56b du stator 53 dans une condition et dans l'autre. Comme cela apparaît bien en comparant les deux formes de courant 59 et 60 de la fig. 9, l'inductance du bobinage 47 est faible lorsque le rotor 54 pourrait encore tourner (c'est-à-dire qu'il ne l'a pas fait) alors qu'elle est forte lorsque le rotor ne pourrait plus tourner, c'est-à-dire lorsqu'il l'a déjà fait. A la fig. 9, on voit que cette différence se manifeste dans toute la zone G.

Le point H de la fig. 9 correspond à la fin de l'impulsion de détection, aussi bien dans le cas d'une première impulsion de détection $\varnothing c$ que dans le cas d'une seconde impulsion de détection $\varnothing d$. L'évolution du courant dans le bobinage 47 du fait de l'impulsion de détection $\varnothing c$ ou $\varnothing d$ détermine la hauteur de la valeur de courant au point H.

Durant les impulsions de détection, comme on peut le voir en considérant la fig. 5, le courant à travers le bobinage traverse également la résistance de détection 50 et la fig. 10 représente l'évolution de la chute de tension aux bornes de cette résistance 50 lorsque du courant traverse le bobinage 47 sous l'effet d'une impulsion de détection. A la fig. 10, la courbe 61 correspond au cas de la courbe 60 de la fig. 9 et la courbe 62 correspond au cas de la courbe 60 de la fig. 9. La courbe 61 correspond au cas où le rotor occupe une position dans laquelle il pourrait encore tourner (c'est-à-

dire qu'il n'a pas encore tourné) tandis que la courbe 62 représente la chute de tension dans le cas où le rotor ne peut plus tourner avec une impulsion de la même polarité (c'est-à-dire qu'il a déjà tourné avec une impulsion de cette polarité). Lorsque la direction du courant qui circule dans le bobinage 47 est celle qui permettrait au rotor 54 de tourner, la tension aux bornes de la résistance 50, qui constitue une fraction de la tension d'alimentation, devient supérieure à une certaine tension de seuil V_{th} de l'inverseur 51, représentée en traits mixtes à la fig. 10. Dans ce cas, le niveau logique à la sortie de cet inverseur change et devient 0. Par contre, lorsque la direction du courant dans le bobinage 47 est celle qui ne permettrait pas au rotor 54 de tourner, ce qui signifie que le rotor 54 a déjà tourné lors de l'impulsion d'entraînement, la tension aux bornes de la résistance 50 n'atteint pas le niveau de la tension de seuil V_{th} de l'inverseur 51 comme le montre la courbe 62 de la fig. 10, et la sortie de l'inverseur reste au niveau logique 1.

Comme on le voit à la fig. 6, lorsque le moteur pas à pas 6 fonctionne normalement, soit le transistor 48, soit le transistor 49 du circuit de détection de non-opération 9 est rendu conducteur en réponse à une première impulsion de détection $\varnothing c$, tandis que le transistor 42 ou le transistor 44 dans le circuit d'entraînement 5 est rendu non conducteur. Il en résulte l'établissement d'un circuit fermé comprenant le transistor 44, le bobinage 47, le transistor 48 et la résistance 50, ou comprenant le transistor 42, le bobinage 47, le transistor 49 et la résistance 50, ce qui signifie que, chaque fois, le courant produira une chute de tension dans le même sens aux bornes de la résistance 50, chute de tension désignée par 50X. Dans le cas de fonctionnement normal, la direction du courant à travers le bobinage 47 au moment de l'impulsion de détection $\varnothing c$ étant la même qu'au moment de l'impulsion standard $\varnothing a$, et le rotor ayant tourné lors de cette impulsion standard, l'impulsion de détection trouvera la situation représentée par la fig. 8, c'est-à-dire celle où une rotation du moteur par le courant dû à l'impulsion de détection $\varnothing c$ ne serait plus possible. Dans ce cas, la chute de tension aux bornes de la résistance 50 est inférieure à la tension de seuil V_{th} de l'inverseur 51 et aucun signal de non-opération n'est produit par le circuit de détection de non-opération 9. Si, par contre, le rotor n'a pas tourné lors de l'impulsion standard, c'est la situation de la fig. 7 qui est rencontrée; la tension aux bornes de la résistance 50 atteint et dépasse la tension de seuil V_{th} (fig. 10 en 61) et un signal (ou une impulsion) de non-opération est produit par le circuit détecteur de non-opération 9.

La fig. 11 montre l'évolution du niveau logique en fonction du temps dans chaque portion des circuits de la montre électronique dans le cas où, cette montre étant par exemple placée dans un champ magnétique continu puissant, son moteur pas à pas 6 est empêché de se mouvoir durant un certain intervalle de temps. La fig. 11 s'étend sur quatre intervalles de temps de 1 s chacun, et il est admis que l'empêchement de fonctionner pour le moteur pas à pas intervient durant la deuxième et la troisième seconde représentées. A la figure, la courbe 11Q représente l'évolution de la tension, à la sortie du premier flip-flop 11. CL est le signal d'impulsion d'horloge appliqué à l'entrée d'impulsions du compteur 12, ce signal provenant de la porte OU 21 dans le premier circuit à portes 16. On voit également la courbe 30S à la sortie de la porte OU inverse 30 branchée sur les sorties du compteur 12. La courbe 25S représente l'évolution à la sortie de la porte OU 25 dans le second circuit à portes 22 (fig. 3). La courbe 33S représente la sortie de la porte ET 33 dans le circuit d'entraînement 5 de la fig. 5. Le niveau à la sortie Q du troisième flip-flop 31 est représenté par la courbe 31Q, et l'on voit également le signal B, de rotation du moteur, qui est produit, lorsque le moteur 6 a fonctionné normalement, par la sortie de la porte ET 32 dans le circuit de détection de rotation 10. Sur la fig. 5, on voit l'évolution qui se produit tout d'abord, depuis le temps t_0 au temps t_1 , dans les conditions normales, le moteur avançant sous l'effet d'une impulsion d'entraînement correspondant à une impulsion standard. Durant la deuxième seconde, à partir du temps t_1 , le moteur pas à pas 6 ne réagit plus à l'impulsion d'entraînement correspondant à l'impulsion

standard $\varnothing a$, ce moteur recommençant à fonctionner lorsqu'il reçoit l'impulsion d'entraînement correspondant à l'impulsion standard $\varnothing a$ qui se présente au temps t_3 , au début de la quatrième seconde représentée. Dans l'exemple de la fig. 11, le moteur pas à pas 6 s'est donc trouvé en condition de non-opération seulement pour deux impulsions standards $\varnothing a$ au total. Lorsque le moteur pas à pas 6 n'est pas actionné par l'impulsion d'entraînement correspondant à l'impulsion standard $\varnothing a$ à l'instant t_1 , le signal de non-opération A est produit par le circuit 9 de détection de non-opération, en réponse à la première impulsion de détection $\varnothing c$, ce qui met en position de travail le troisième flip-flop 31, en même temps que le premier flip-flop 11 dont la sortie Q passe au niveau logique 1 mettant le compteur 12 en situation de comptage en avant, en même temps que, par le fait que la porte ET 19 est rendue passante, les impulsions de détection de non-opération A sont appliquées en tant qu'impulsions d'horloge à l'entrée du compteur 12. Aussitôt que celui-ci a compté un pas, la sortie de la porte OU inverse 30 passe au niveau logique 0, et le second flip-flop 13 est mis en position de travail. Bien que le troisième flip-flop 31 soit chaque fois remis à zéro en réponse à l'occurrence des impulsions standards $\varnothing a$, comme on le voit aux instants t_2 et t_3 , ce troisième flip-flop 31 est à nouveau remis en position de travail par le signal A de non-opération qui se présente chaque fois qu'une condition de non-opération du moteur pas à pas 6 est détectée par la prochaine première impulsion de détection $\varnothing c$. Ainsi, aucun signal de rotation B n'est produit par le circuit de détection de rotation 10 tant qu'une non-opération est détectée par le circuit de non-opération 9. A l'instant t_2 , une impulsion d'horloge est appliquée au compteur 12 sous la forme d'une seconde impulsion (ou signal) de non-opération A, ce qui fait passer l'état du compteur à la valeur 2. Lorsque, au temps t_3 , le moteur pas à pas 6 est à nouveau actionné par l'impulsion d'entraînement correspondant à l'impulsion standard $\varnothing a$, aucun signal de non-opération A ne se trouve produit en réponse à la prochaine première impulsion de détection $\varnothing c$, de sorte que le troisième flip-flop 31, qui a été remis à zéro par l'impulsion standard $\varnothing a$, se trouve maintenu dans cette condition de repos, ce qui permet la production du signal B de rotation par la porte ET 32 dans le circuit de détection de rotation 10, en réponse à la troisième impulsion de détection $\varnothing e$ qui suivra de très près la première impulsion de détection $\varnothing c$.

Le premier flip-flop 11 est remis à zéro par le signal de rotation B et sa sortie Q passe au niveau logique 0 de sorte que le mode d'opération du compteur 12 est inversé pour devenir un mode de comptage en arrière. Dans ces conditions, la sortie de la porte OU inverse 14 passe au niveau logique 1 et les impulsions qui sont délivrées par le second circuit à portes 22 au circuit d'entraînement cessent d'être des impulsions standards $\varnothing a$, à 1 Hz, pour devenir les impulsions d'avance rapide $\varnothing b$. En même temps, le signal de sortie provenant du circuit à portes 26 pour être délivré au circuit de détection de non-opération 9 subit une modification en ce sens qu'il n'est plus constitué par les premières impulsions de détection $\varnothing c$, à 1 Hz, mais bien par les secondes impulsions de détection $\varnothing d$ à 16 Hz. En conséquence, le moteur pas à pas va fonctionner en réponse aux impulsions $\varnothing b$ d'avance rapide qui, sur le diagramme de la fig. 1, interviennent aux instants t_{31} et t_{32} . En même temps, les impulsions d'horloge appliquées au compteur 12 par la sortie du premier circuit à portes 16 seront constituées par les secondes impulsions de détection $\varnothing d$, de sorte que l'état de comptage du compteur 12 diminuera de 1 à chaque seconde impulsion de détection $\varnothing d$ dont la première fera passer son état de comptage de 2 à 1. Le moteur 6 sera actionné à nouveau par les impulsions d'entraînement à cadence rapide correspondant aux impulsions d'avance rapide $\varnothing b$ et à l'instant t_{32} , l'aiguille des secondes recommencera à indiquer le temps exact, tandis que le compteur 12 reprendra l'état de comptage 0. A ce moment-là, la sortie de la porte OU inverse 30 reviendra au niveau logique 1, et le second flip-flop 13 sera remis à zéro, de sorte que les sorties de toutes les parties du circuit reviendront dans les conditions de fonctionnement normal.

On note que, du fait de la présence de la porte OU

EXCLUSIF 17 dans le premier circuit à portes 16, les secondes impulsions de détection qui interviennent en même temps qu'une première impulsion de détection ne modifient pas l'état de comptage du compteur 12, puisque l'impulsion d'entraînement qui interviendra à ce moment-là ne sera pas une impulsion de rattrapage, mais simplement une impulsion d'avance normale, correspondant à $\varnothing a$ en même temps qu'à $\varnothing b$.

Comme on l'a déjà indiqué, lorsque le moteur pas à pas 6 se trouve, pour quelque raison, en situation de non-opération, le nombre des occurrences de non-opération est compté par le compteur 12. Ensuite, lorsque le moteur pas à pas 6 redevient capable de fonctionner, l'avance rapide est automatiquement enclenchée pour rattraper, au rythme des impulsions d'avance rapide $\varnothing b$, le nombre de non-opérations qui s'étaient présentées, de sorte que l'indication donnée par l'aiguille 8 revient rapidement et automatiquement à la valeur normale indiquant le temps correct. Ainsi, l'erreur d'affichage momentanée qui était intervenue du fait de la non-opération temporaire du moteur 6 se trouve corrigée. En donnant au compteur 12 une grande capacité de comptage, le temps affiché par les aiguilles 8 peut être remis à sa valeur correcte normale, même dans le cas où le moteur pas à pas 6 aura été empêché de fonctionner durant plusieurs heures, bien que, dans un tel cas, il faille un temps quelque peu plus long pour faire revenir à zéro le compteur 12 en même temps que l'indication horaire est rattrapée, au moment où le moteur est à nouveau apte à fonctionner correctement. Dans le cas du fonctionnement précédemment décrit, même si le moteur pas à pas 6 subit un nouvel empêchement de fonctionner durant le temps de rattrapage par avance rapide, le compteur 12 est remis automatiquement sur le mode de fonctionnement en avant par l'occurrence d'un signal de non-opération A et le nombre des impulsions ayant manqué de faire avancer le rotor du moteur pas à pas est automatiquement accumulé, puis à nouveau automatiquement compensé, lorsque la possibilité de fonctionnement normal du moteur pas à pas est rétablie.

Dans la montre électronique selon la présente invention, comme on vient d'en décrire une forme d'exécution, la détection d'une possible non-opération du moteur pas à pas est réalisée en faisant appel à la caractéristique d'évolution en fonction du temps du courant électrique circulant dans le bobinage du moteur pas à pas, et cela permet de mettre en pratique la méthode proposée sans avoir à modifier un moteur pas à pas déjà en place ou déjà construit. Par ailleurs, s'il s'agit de détecter la différence du temps nécessaire pour atteindre la saturation, en fonction de la position du rotor, dans une portion de chemin magnétique saturable d'un moteur pas à pas du type à stator monolithique, le circuit peut être réalisé en employant des éléments commutateurs tels que des transistors, réalisés sous forme de circuits intégrés, et des éléments de résistance peuvent être formés sur ces circuits intégrés sans que leur coût s'en trouve augmenté. Il serait possible également, en prévoyant une prise intermédiaire sur une résistance servant d'élément de détection dans le circuit de détection de non-opération, et en effectuant une adaptation pour sélectionner la résistance de cet élément en employant une patte du circuit intégré, de corriger aisément les différences qui peuvent se présenter parmi les résistances produites durant les processus de fabrication de circuits intégrés, et on arrivera également à une utilisation rationnelle d'un circuit intégré en liaison avec un moteur pas à pas.

Dans la forme d'exécution décrite de la présente invention, une résistance était utilisée en tant qu'élément de détection, mais il est bien clair que l'on pourrait utiliser également un bobinage, ou un condensateur en tant qu'élément passif. Il serait également possible de constituer le circuit en utilisant comme élément détecteur un élément actif tel qu'un transistor MOS à effet de champ, par exemple. En utilisant pour le circuit ou composant logique binaire compris dans le circuit de détection de non-opération un inverseur constitué de transistors C-MOS, on peut assurer que la tension de seuil correspond bien à la moitié de la tension d'alimentation, de sorte que le circuit détecteur de non-opération peut être réalisé d'une

manière qui le rend insensible aux fluctuations de la tension d'alimentation qui pourraient intervenir.

Dans la description ci-dessus, la montre électronique conforme à l'invention a été présentée sous certaines formes d'exécution, en liaison avec les fig. 1 et 5, mais il est bien clair que l'invention ne se limite pas aux formes d'exécution décrites. Il est évident que diverses modifications ou variations seraient possibles, sans se départir de l'esprit et de l'essence de la présente invention.

Comme on vient de le décrire, dans la montre électronique selon l'invention, la condition de non-opération d'un moteur pas à pas est détectée par un circuit de détection de non-opération, et on effectue une mémorisation du nombre de fois où le moteur pas à pas n'a pas pu fonctionner en réponse aux impulsions standards dont la période constitue la base sur laquelle le moteur pas à pas devrait assurer la mesure du temps. Lorsque le fait que le moteur est à nouveau apte à

fonctionner a été détecté par un circuit détecteur de rotation, le moteur est automatiquement alimenté par des impulsions d'entraînement à cadence rapide qui excèdent les impulsions d'entraînement normales dans une mesure égale au nombre d'impulsions normales qui n'ont pas pu agir sur le moteur pas à pas. Ainsi, même si les 5 aiguilles de la montre ont été temporairement stoppées du fait d'une situation de non-opération du moteur pas à pas, par exemple sous l'effet d'un fort champ magnétique continu, un mouvement rapide des aiguilles est ensuite automatiquement provoqué de façon à 10 corriger la position d'indication du temps de ces aiguilles. Cela élimine un défaut particulier aux montres électroniques du type à affichage analogique utilisant un moteur pas à pas classique, et on voit que l'invention atteint bel et bien le but qui a été proposé et qu'elle est bien apte à permettre, par sa mise en pratique, une 15 amélioration effective dans le domaine concerné.

FIG. 1

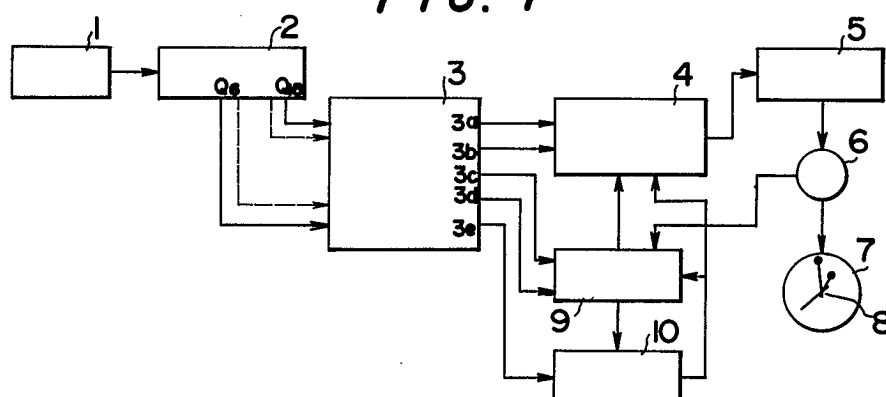


FIG. 2

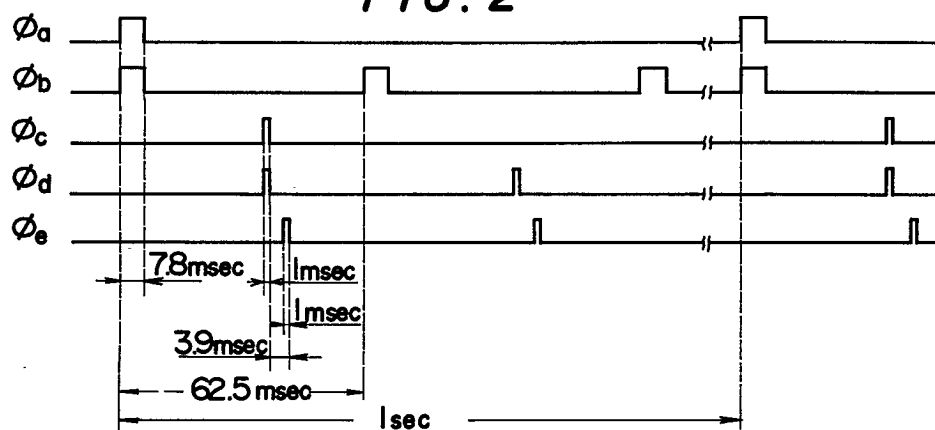


FIG. 3

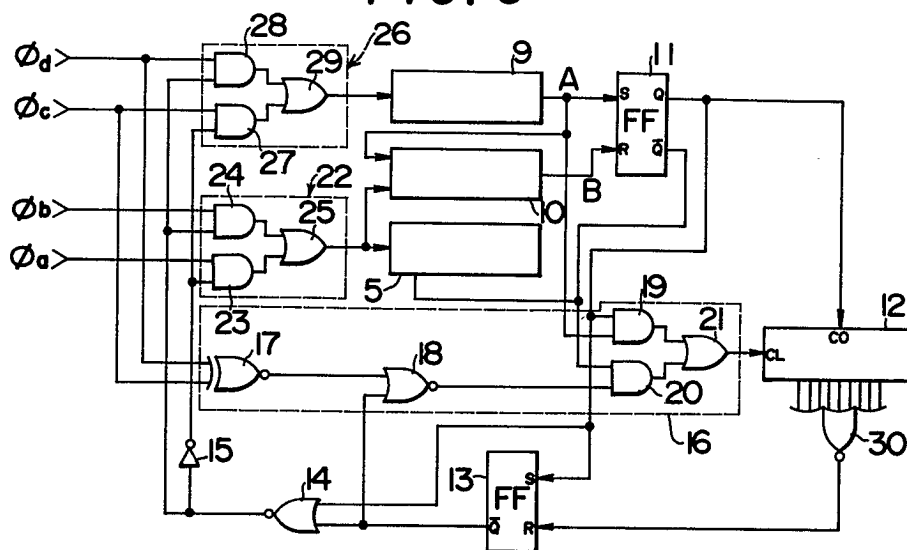


FIG. 4

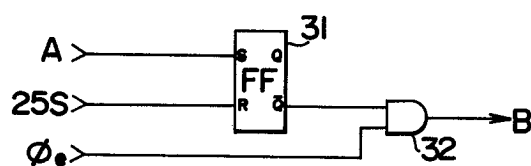


FIG. 5

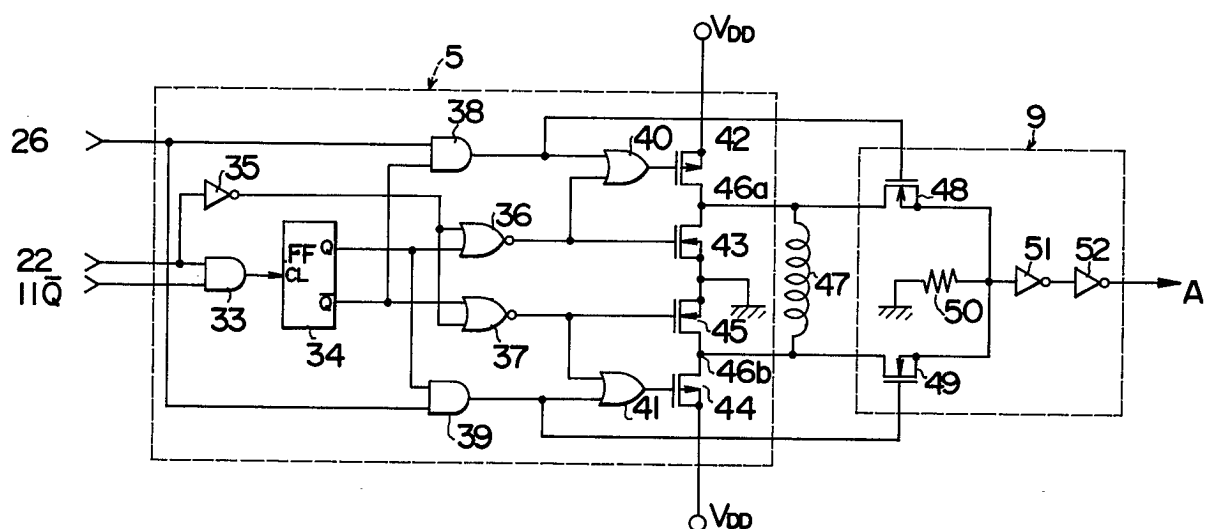
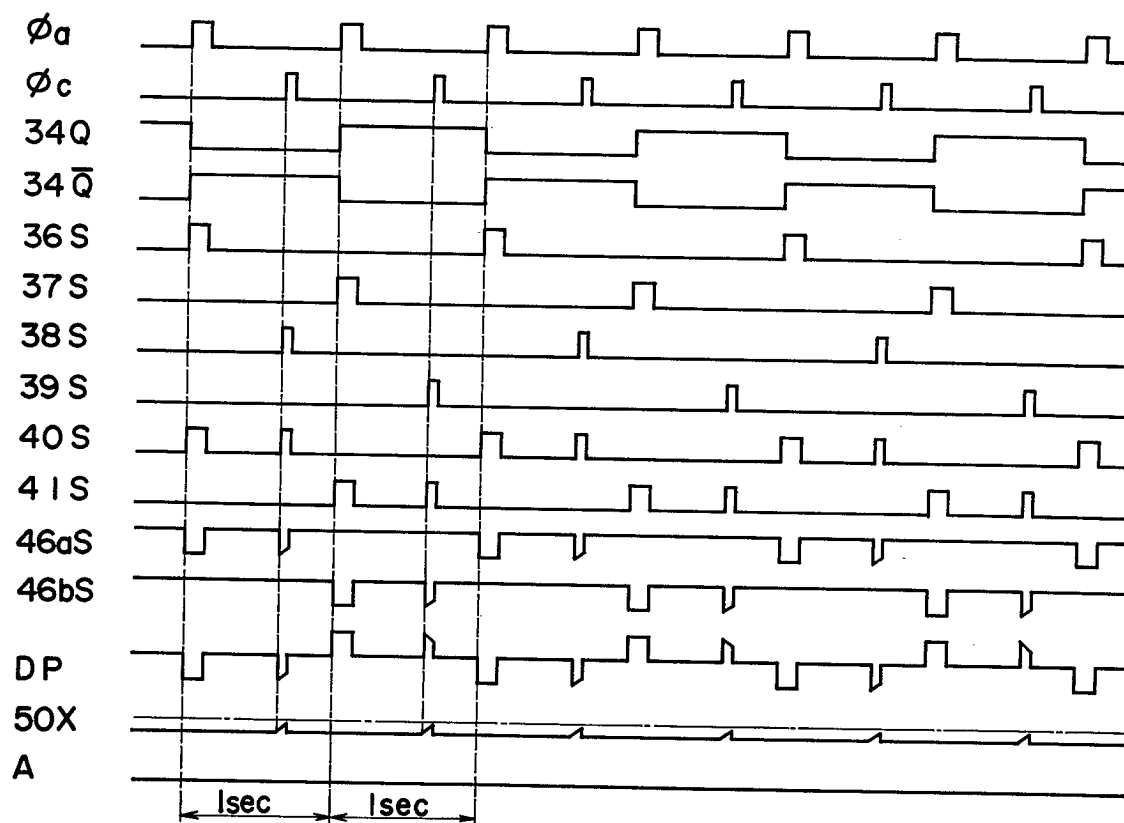


FIG. 6



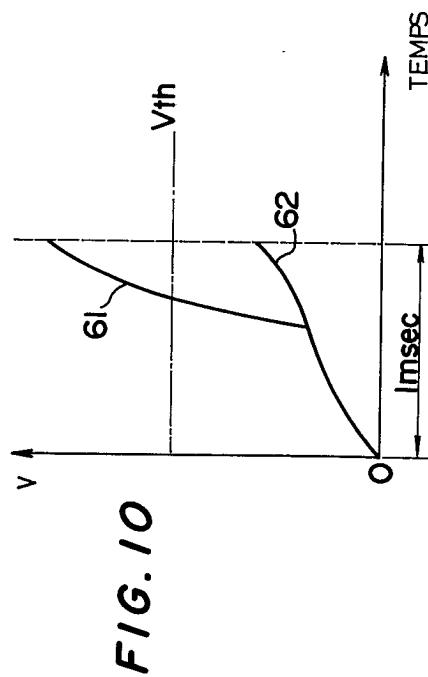
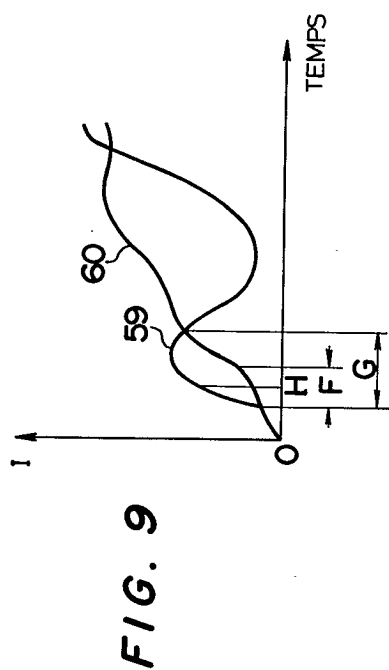
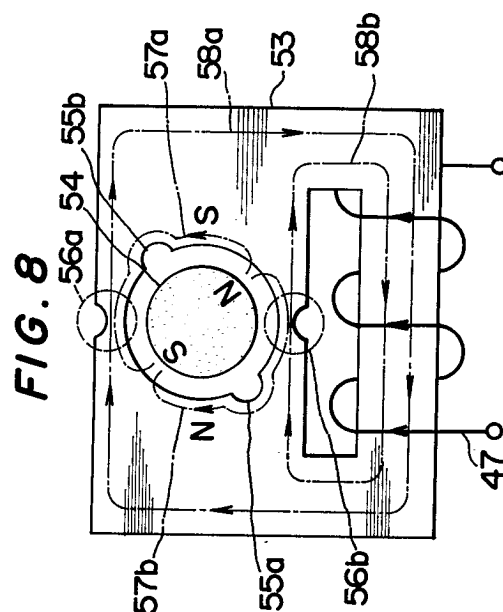
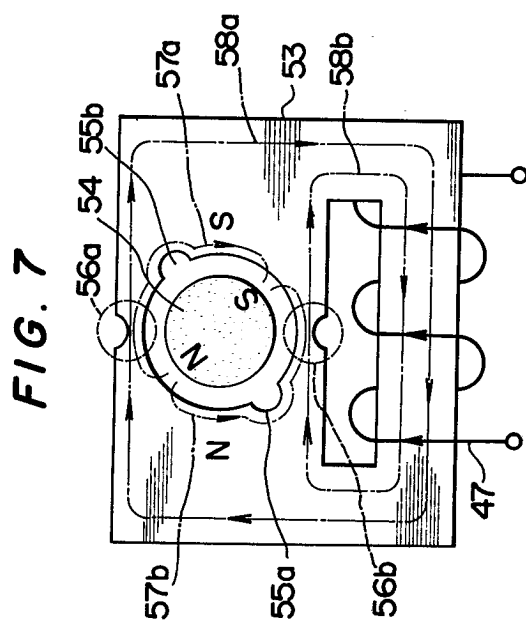


FIG. 11

