



CONFÉDÉRATION SUISSE

OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

⑪ CH 658 567 G A3

⑤① Int. Cl. 4: G 04 F 8/00
G 04 C 3/14**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

⑲ Numéro de la demande: 1559/84

⑳ Date de dépôt: 28.03.1984

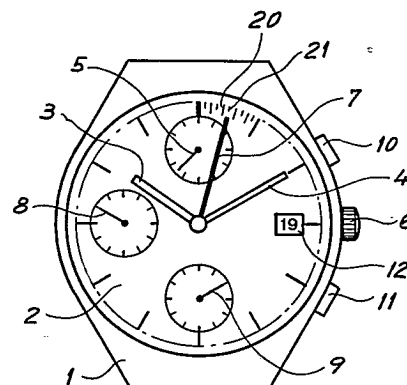
㉔ Demande publiée le: 28.11.1986

㉔ Fascicule de la demande
publié le: 28.11.1986㉔ Requêteur(s):
Eta S.A. Fabriques d'Ebauches, Grenchen㉔ Inventeur(s):
Giger, Urs, Solothurn㉔ Mandataire:
SMH Société Suisse de Microélectronique et
d'Horlogerie S.A., Biel/Bienne

㉔ Rapport de recherche au verso

㉔ **Pièce d'horlogerie comportant au moins une fonction chronographe.**

㉔ La pièce d'horlogerie comporte au moins une aiguille de secondes (7) obéissant à un mécanisme de chronographe. Elle comprend un seul moteur recevant au moins deux impulsions par seconde pour faire progresser l'aiguille de secondes d'au moins deux pas par seconde. Le système proposé permet d'une part d'améliorer la précision de lecture des intervalles de temps et d'autre part d'assurer une marche sûre du chronographe en utilisant un moteur pas à pas dimensionné pour entraîner un simple garde-temps.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:
CH 1559/84

HO 14 908

Catégorie Kategorie	DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
A	GB-A-2 008 291 (CITIZEN WATCH CO LTD) * page 1, ligne 1 - page 2, ligne 15; figures *	1-3
A	--- GB-A-2 067 798 (EBAUCHES S.A.) * page 1, ligne 38 - page 2, ligne 11; figures *	1-3
A	--- FR-A-2 521 799 (PORTESCAP S.A.) * figures *	5
A	--- FR-A-2 203 108 (GRAND CAP COMPANGIE S.A.)	1
A	--- FR-A-2 023 409 (GEBRÜDER JUNGHANS GmbH)	

Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL³)		
Date d'achèvement de la recherche		
18.12.1984		Examineur

REVENDECATIONS

1. Pièce d'horlogerie comportant un oscillateur électronique (17) comme base de temps, un diviseur de fréquence (16) et un moteur pas à pas (15) commandant à la fois un affichage de garde-temps (3, 4, 5) et au moins une aiguille de chronographe (7) obéissant à un mécanisme à l'aide duquel l'aiguille de chronographe peut être mise en marche, arrêtée, puis ramenée à son point de départ, caractérisée par le fait que le diviseur de fréquence est arrangé pour fournir au moteur deux à cinq impulsions par seconde pour faire progresser ladite aiguille de chronographe de deux à cinq pas par seconde.

2. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, caractérisée par le fait que le moteur pas à pas (15) entraîne, en plus de l'aiguille de chronographe (7) un compteur de minutes (8) et un compteur d'heures (9).

3. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, caractérisée par le fait que l'affichage du garde-temps comporte une aiguille de secondes (5), une aiguille de minutes (4) et une aiguille d'heures (3).

4. Pièce d'horlogerie selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la largeur des impulsions délivrées au moteur (15) est asservie à la charge qu'il doit entraîner.

La présente invention est relative à une pièce d'horlogerie comportant un oscillateur électronique comme base de temps, un diviseur de fréquence et un moteur pas à pas entraînant au moins une aiguille de chronographe obéissant à un mécanisme à l'aide duquel l'aiguille de chronographe peut être mise en marche, arrêtée, puis ramenée à son point de départ.

Les montres-chronographe à entraînement mécanique comportent généralement une aiguille de secondes centrale qui, lorsqu'on commande son départ, est couplée au rouage et avance dès lors pas à pas à la fréquence qui est imposée par le balancier-spiral. Si cette fréquence est de 18 000 alternances par heure, l'aiguille de secondes progressera par pas de $18\,000 : 3600 = 5$ à la seconde, soit d'un angle de $1,2^\circ$ par pas. Si l'aiguille se déplace sur un cadran de l'ordre de 30 mm de diamètre, le déplacement pas à pas de sa pointe sur le tour d'heure est facilement visible (arc de 0,3 mm). Dans ce cas la période la plus petite qui peut être lue est d'un cinquième de seconde.

On a déjà cherché à réaliser des montres chronographe de type électronique où le balancier-spiral est remplacé par une base de temps à quartz qui commande, via un diviseur de fréquence, un moteur pas à pas qui progresse à raison d'un pas par seconde.

C'est le cas de la construction décrite dans le brevet US-A-3 884 035 qui prévoit cependant au moins deux moteurs d'entraînement, l'un pour l'affichage du garde-temps et l'autre pour l'affichage de la fonction chronographe. Dans une variante de réalisation, le circuit diviseur de fréquences comporte deux sorties de fréquences différentes, l'une à 1 Hz pour commander le moteur de la montre et l'autre à au moins 8 Hz pour commander, via un interrupteur d'enclenchement et un diviseur de fréquence auxiliaire, le ou les moteurs du chronographe. Lorsqu'on enclenche l'interrupteur, le diviseur auxiliaire commence à compter les impulsions à 8 Hz reçues du diviseur de fréquences principal pour délivrer à sa sortie une impulsion de commande pour huit impulsions reçues à son entrée. De cette façon on comprendra que l'erreur d'affichage peut atteindre la valeur de -1 seconde si l'on déclenche la fonction chrono juste

avant l'arrivée de la huitième impulsion. On notera en passant que cette erreur pourrait être de ± 1 seconde au plus s'il n'était pas prévu de diviseur auxiliaire et si le moteur du chronographe était commandé directement par les impulsions à 1 Hz issues du diviseur principal.

Il n'en reste pas moins que pour une fonction chronographe même l'erreur de -1 seconde reste importante vis-à-vis de la lecture du cinquième de seconde que l'on pourrait obtenir avec un chronographe mécanique classique. Pour remédier à cet inconvénient, le brevet américain cité plus haut prévoit, en variante, l'utilisation d'un autre moteur entraîné à une fréquence supérieure à 1 Hz qui affiche alors des fractions de seconde. D'abord on se rend compte que la complication d'un tel système est un obstacle sérieux à sa réalisation commerciale. Ensuite, de l'aveu même de l'auteur de l'invention, l'utilisation de plusieurs moteurs peut augmenter sensiblement la consommation de courant à tel point qu'une source d'alimentation supplémentaire peut s'avérer nécessaire.

La montre-chronographe décrite dans le document GB-A-2 028 545 utilise également deux moteurs pas à pas dont l'un actionne le rouage indicateur du temps actuel, et l'autre le rouage de chronographe. Le moteur de chronographe est entraîné par des impulsions qui sortent du circuit diviseur à une fréquence de 10 Hz. L'aiguille de secondes centrale qui fait partie du mécanisme d'affichage du chronographe, est entraînée à une vitesse de rotation de dix fois la vitesse normale, de sorte qu'elle effectue un tour de cadran en six secondes. De cette façon il est possible de lire le dixième de seconde. Cependant les rapports de réduction qu'il faut prévoir dans le rouage de chronographe pour entraîner un compteur de minutes et un compteur d'heures sont alors tels que l'encombrement du mouvement de la montre-chronographe devient important. Il faut dire aussi que la lecture de périodes de durée inférieure à une minute, mais supérieure à six secondes est alors malaisée.

Dans les montres-chronographe mécaniques il est d'usage courant que le mécanisme de chronographe, dans sa quasi-totalité, soit porté par un bâti indépendant se fixant de façon amovible au bâti du mouvement ainsi que l'enseignent par exemple les brevets CH 225 004 et CH 527 462. Cette façon de faire peut être menée à bien sans qu'il soit nécessaire d'accroître la puissance mécanique contenue dans le moteur équipant le mouvement de base, ledit moteur possédant assez de réserve pour entraîner le surcroît de charge présenté par le mécanisme de chronographe.

Ce même principe a été appliqué plus récemment à un mouvement de base à quartz et à moteur pas à pas. Cependant lorsqu'il s'est agi de rapporter le mécanisme de chronographe sur le mouvement de base commandé pas un seul moteur pas à pas entraînant normalement un simple mouvement de garde-temps, on s'est aperçu que l'énergie fournie par le moteur était à la limite de l'acceptable, ce qui est compréhensible puisque le moteur doit entraîner une charge supplémentaire pour laquelle il n'a pas été calculé. Il est résulté de cette situation des insécurités de fonctionnement apparaissant surtout lors de contraintes extérieures particulières. Pour remédier à ces inconvénients on a pensé augmenter la puissance à fournir par le moteur pas à pas ce qui a conduit à augmenter son encombrement, et partant à modifier de façon substantielle et l'épaisseur et l'arrangement de tout le calibre de base. On se distance ainsi du but premier enseigné par les brevets suisses cités qui permettaient l'utilisation d'un calibre passe-partout apte à être mis en oeuvre dans une simple montre à épaisseur minimum ou dans une montre-chronographe.

On notera également que la montre-chronographe connue et citée à l'alinéa ci-dessus est équipée d'un moteur

pas à pas qui progresse à raison d'un pas par seconde. Comme on l'a expliqué plus haut l'erreur de mesure peut s'étendre à ± 1 seconde ce qui dans bien des cas peut paraître inacceptable.

La montre-chronographe décrite dans le document GB-A-2 008 291 peut fonctionner, au choix de l'utilisateur avec des pas larges (1 Hz) ou avec des pas étroits (10 Hz). Si les pas larges sont utilisés, un simple moteur de garde-temps ne suffira pas à entraîner un mécanisme de chronographe qui demande un couple supplémentaire. Si les pas étroits sont utilisés, la consommation devient prohibitive comme cela sera mentionné dans le dernier alinéa de la présente description. On constate dès lors qu'il existe pour une montre-chronographe un créneau de fonctionnement qui n'a jamais été exploité et qui consiste à entraîner le mécanisme à une fréquence comprise entre 2 et 5 Hz.

La présente invention palie les inconvénients ci-dessus cités en faisant appel aux moyens qui apparaissent dans les revendications. Elle sera comprise maintenant grâce à la description qui suit et en s'aidant du dessin dans lequel, et à titre d'exemple,

- la figure 1 est une vue en plan de dessus d'une forme d'exécution de la pièce d'horlogerie et

- la figure 2 est un schéma bloc de l'alimentation du moteur pas à pas équipant ladite pièce d'horlogerie.

La pièce d'horlogerie représentée à la fig. 1 comprend un boîtier 1 qui contient l'ensemble des mécanismes et des circuits nécessaires à l'affichage qui apparaît sur un cadran 2 au-dessus duquel se déplacent plusieurs aiguilles. Dans l'exemple choisi, la pièce d'horlogerie est une montre-chronographe. Le temps courant est affiché au moyen d'une aiguille des heures 3, d'une aiguille des minutes 4, d'une aiguille de petite seconde 5 et d'un indicateur de date 12. La mise à l'heure est effectuée au moyen de la couronne 6. Le chronographe comprend pour sa part une aiguille de grande seconde centrale 7, un compteur des minutes 8 et un compteur des heures 9. Le chronographe est commandé par un poussoir d'enclenchement et d'arrêt 10 et par un poussoir de remise à zéro 11.

Ainsi la pièce d'horlogerie décrite comporte au moins une aiguille des secondes obéissant à un mécanisme de chronographe à l'aide duquel ladite aiguille peut être mise en marche, arrêtée, puis ramenée à son point de départ. Dans la pièce d'horlogerie objet de l'invention, les aiguilles sont commandées par un seul moteur pas à pas 15 lui-même piloté par un diviseur de fréquences 16 excité à son tour par une base de temps 17 comme le montre la fig. 2. L'axe du moteur pas à pas commande le mécanisme d'affichage de chronographe 18. Dans le cas de la montre-chronographe représentée en fig. 1, le moteur 15 commande également un mécanisme d'affichage de garde-temps 19 avec son aiguille de petite seconde 5. A noter que le moteur 15 est précédé par un circuit de mise en forme qui reçoit les signaux du diviseur 16, circuit qui n'est pas représenté au dessin.

Par rapport à l'art antérieur cité plus haut, l'invention se distingue par le fait que le diviseur de fréquence 16 est arrangé pour fournir au moteur 15 au moins deux impulsions motrices par seconde, ce qui aura pour résultat de faire progresser l'aiguille des secondes 7 d'au moins deux pas par seconde. Ceci apparaît dans la division devant laquelle se déplace l'aiguille des secondes 7 de la fig. 1 où, entre deux index 20 indiquant les secondes est disposé un index supplémentaire 21 indiquant la demi-seconde. Si la base de temps 17 est un oscillateur à quartz délivrant 32 768 alternances par seconde, le diviseur 16 comprendra 14 étages-diviseurs par deux pour délivrer à sa sortie une fréquence de 2 Hz. De même un diviseur 16 comprenant 13 étages-diviseurs délivrera à sa sortie une fréquence de 4 Hz.

Cette façon de procéder inédite jusqu'à aujourd'hui présente au moins deux avantages:

Par rapport à une aiguille de chronographe battant la seconde, l'invention permet au moins d'améliorer de deux fois la précision de lecture, l'erreur pour une progression de deux pas par seconde étant au maximum de $\pm 0,5$ seconde. On comprendra que cette erreur va encore diminuer si le nombre de pas par seconde augmente.

A 5 Hz, elle ne sera plus que de $\pm 0,2$ seconde. Voilà pour le premier avantage.

Le second avantage réside dans le fait qu'en augmentant le nombre d'impulsions par unité de temps, le moteur peut entraîner des charges plus importantes si le rapport de démultiplication entre l'axe du rotor et l'axe de l'aiguille augmente dans les mêmes proportions. Ainsi un moteur pas à pas calculé pour entraîner un simple mécanisme d'affichage de garde-temps pourra être utilisé pour entraîner un mécanisme de chronographe exigeant plus de puissance et même un mécanisme de chronographe monté en dérivation sur un mécanisme de garde-temps, ceci sans augmenter l'encombrement dudit moteur.

On prendra un exemple pour fixer les idées. Le moteur pas à pas choisi est celui calculé pour entraîner un mouvement de garde-temps avec aiguille de grande seconde. Le moteur progresse à raison de deux pas par tour et l'aiguille de seconde avance par bonds de 6° chaque seconde. Dans ces conditions, le rapport de démultiplication est de 30 et le couple mesuré sur l'axe de l'aiguille des secondes est de $6 \mu\text{Nm}$. Si maintenant on alimente le même moteur de façon à ce que l'aiguille avance par bond de 3° chaque demi-seconde, le rapport de démultiplication sera augmenté à 60 et le couple à disposition sur l'aiguille des secondes passera à $12 \mu\text{Nm}$. On comprend donc que l'artifice proposé permet d'entraîner un mouvement demandant un couple plus élevé avec un moteur dont l'encombrement ne varie pas. Ceci a son importance, surtout pour des calibres dont on désire qu'ils conservent une faible épaisseur.

Ce raisonnement pourrait être étendu à un simple mouvement de garde-temps prévu à l'origine avec aiguille de secondes progressant d'un pas par seconde. Théoriquement, selon ce qui a été dit plus haut, il serait possible de diminuer l'encombrement du moteur si l'on entraînait ce même mécanisme à fréquence double, puisque le couple à fournir par le moteur est deux fois plus faible. Il ne faut cependant pas perdre de vue le fait que la plupart du temps, le moteur n'est pas chargé et fonctionne presque à vide. Cependant pour progresser avec sécurité, il faut assurer au rotor un couple de positionnement entre pas bien défini ce qui exige qu'on confine au moteur un couple mutuel aimant-bobine suffisant pour vaincre le couple de positionnement. De plus le couple mutuel doit être suffisamment élevé pour vaincre les frottements internes au moteur lui-même. Enfin la construction du moteur doit être telle qu'il résiste aux champs parasites extérieurs. Les exigences qui viennent d'être énumérées font que généralement la taille du moteur est déjà réduite au minimum du raisonnable et qu'il n'est guère pensable de la réduire encore sans prendre des risques qui porteraient atteinte à la bonne marche du mouvement de la montre.

Reste à voir ce qu'il advient de la consommation de courant quand on augmente la fréquence d'alimentation selon l'invention. On sait que dans un mouvement de montre la consommation moyenne en ampères est donnée par:

$$C_m = C_{ci} + C_{mot} \cdot \frac{n}{60}$$

où C_m = consommation moyenne (A),
 C_{ci} = consommation du circuit intégré (A)

C_{mot} = consommation du moteur à 1 Hz

n = nombre d'impulsions par minute.

Si la consommation du circuit intégré peut être généralement considérée comme une constante, la formule ci-dessus montre que la consommation moyenne augmente avec le nombre n d'impulsions par minute. En posant $C_{ci} = 0,3 \mu A$, $C_{mot} = 1 \mu A$, on trouve une consommation moyenne C_m de $1,3 \mu A$ pour $n = 60$ (aiguille de secondes avançant par pas de $1 \text{ sec} = 6^\circ$) et de $2,3 \mu A$ pour $n = 120$ (aiguille de secondes avançant par pas de $0,5 \text{ sec} = 3^\circ$). La consommation à 1 Hz de $1 \mu A$ correspond à celle d'un simple mouvement de montre connue. On s'aperçoit que la consommation moyenne passe de $1,3$ à $2,3 \mu A$ quand on double la fréquence. Cette augmentation passerait de $1,3$ à $5,3 \mu A$ si l'on voulait faire progresser l'aiguille de secondes de cinq pas à la seconde, ce qui est encore admissible du point de vue de la durée de vie de la pile qui alimente le moteur.

Il faut aussi remarquer qu'une telle consommation peut être fortement réduite si l'on alimente le moteur par des impulsions dont la largeur est asservie à la charge qu'il est appelé à entraîner. Si l'on a affaire à une montre-chronographe, on comprendra que des impulsions larges ne seront nécessaires qu'au moment où le chronographe est enclenché, alors qu'en fonctionnement normal, la montre se contente d'une énergie réduite. Il ressort de cela que les valeurs de $2,3 \mu A$ et de $5,3 \mu A$ avancés plus haut pourraient être réduits dans des proportions appréciables si un système asservi était envisagé.

Faire progresser l'aiguille de secondes au-delà de cinq pas par secondes ne semble pas judicieux car d'une part on augmente la consommation de la pièce d'horlogerie et d'autre part on fait progresser l'aiguille par pas qui ne sont plus visibles, en tout cas pour un cadran dont le diamètre est inférieur à 30 mm.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

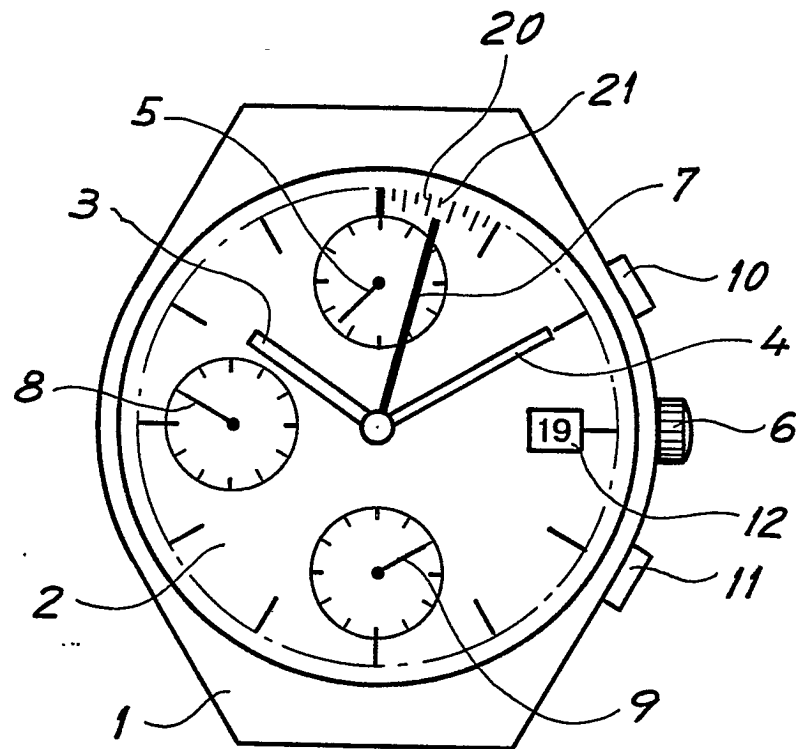


Fig. 1

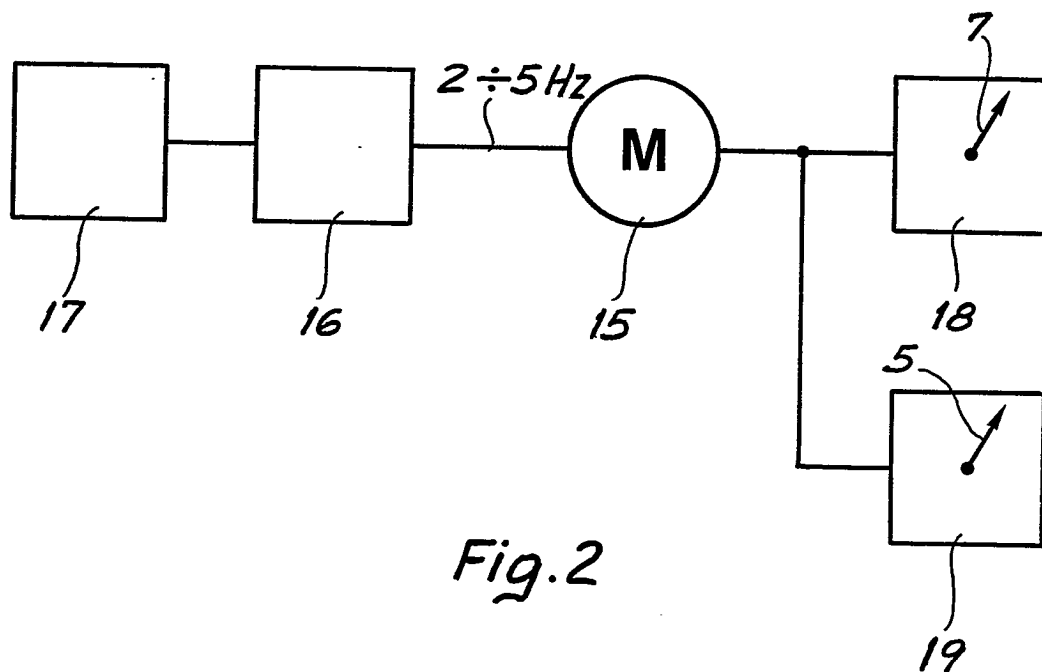


Fig. 2