



CONFÉDÉRATION SUISSE
OFFICE FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(51) Int. Cl.³: G 04 G 3/02
G 04 F 5/06

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)

637 520 G

(21) Numéro de la demande: 1201/79

(22) Date de dépôt: 07.02.1979

(30) Priorité(s): 07.02.1978 JP 53-12647

(42) Demande publiée le: 15.08.1983

(44) Fascicule de la demande
publié le: 15.08.1983

(71) Requérent(s):
Kabushiki Kaisha Suwa Seikosha, Tokyo (JP)

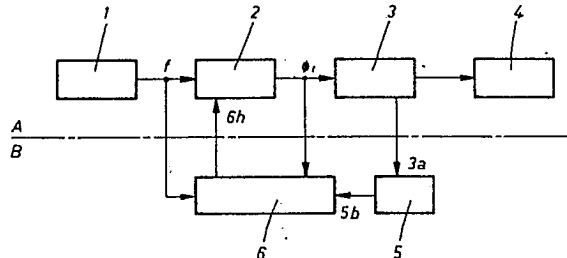
(72) Inventeur(s):
Tsuguo Gomi, Suwa-shi/Nagano-ken (JP)
Osamu Takeda, Suwa-shi/Nagano-ken (JP)

(74) Mandataire:
Bovard AG, Bern 25

(56) Rapport de recherche au verso

(54) Montre-bracelet à quartz.

(57) Dans le but d'assurer une haute stabilité de marche diurne malgré des variations de température, la montre-bracelet électronique comprend, outre un oscillateur (1), un diviseur de fréquence (2), un compteur de temps (3), et un dispositif d'affichage (4), des moyens de mémorisation (5) et un circuit de correction de fréquence (6). Les moyens de mémorisation (5) mémorisent différentes valeurs de correction de fréquence en fonction des différents mois de l'année et éventuellement, des différentes heures du jour, compte tenu de la température escomptée en ces périodes de temps. Le circuit de correction de fréquence (6) prélève des données voulues dans les moyens de mémorisation et agit sur le diviseur de fréquence pour affecter son comptage, lorsque règne une température différente de la température de référence et que de ce fait la fréquence de l'oscillateur est grevée d'une inexactitude.





RAPPORT DE RECHERCHE RECHERCHENBERICHT

Eidgenössisches Amt für geistiges Eigentum
Bureau fédéral de la propriété intellectuelle
Ufficio federale della proprietà intellettuale

Demande de brevet No.:
Patentgesuch Nr.:

CH 1201/79

HO 13 696

Documents considérés comme pertinents Einschlägige Dokumente		
Catégorie Kategorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes. Kennzeichnung des Dokuments, mit Angabe, soweit erforderlich, der massgeblichen Teile	Revendications con- cernées Betrifft Anspruch Nr.
A	<u>FR - A - 2 249 377</u> (CITIZEN WATCH CO., LTD)	1
A	<u>DE - A - 2 541 078</u> (CEH S.A.)	1
A	<u>DE - A - 2 539 225</u> (K.K. SUWA SEI-KOSHA)	1

Domaines techniques recherchés Recherchierte Sachgebiete (INT. CL.) G 04 G 3 G 04 F 5		
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 D: document cité dans la demande in der Anmeldung angeführtes Dokument L: document cité pour d'autres raisons aus andern Gründen angeführtes Dokument		
Rapport de recherche établi sur la base des dernières revendications transmises avant le commencement de la recherche. Der Recherchenbericht wurde mit Bezug auf die letzte, vor der Recherche übermittelte, Fassung der Patentansprüche erstellt.		
&: 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

29 avril 1982

Examineur OEB/EPA Prüfer

REVENDECATIONS

1. Montre-bracelet comprenant un oscillateur à cristal de quartz engendrant un signal de base de temps standard, un diviseur de fréquence agencé pour établir, sur la base du signal produit par l'oscillateur, un signal d'unité de temps de base, et des moyens d'affichage pour afficher le temps en dépendance dudit signal d'unité de temps de base, caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de mémorisation et des moyens de commande de fréquence, lesdits moyens de mémorisation contenant un programme de montants de correction de fréquence calculés en fonction de la température moyenne, prédéterminée, de la montre quand elle est portée, durant chaque mois, et de la caractéristique fréquence/température de l'oscillateur, lesdits moyens de commande de fréquence étant agencés pour compenser les écarts de la fréquence de l'oscillateur en fonction de la température, selon sa caractéristique fréquence/température, en correspondance avec les informations contenues dans lesdits moyens de mémorisation qui sont lues par un agencement de circuit connecté à la sortie dudit diviseur de fréquence.

2. Montre-bracelet selon la revendication 1, caractérisée en ce que lesdits moyens de mémorisation contiennent un programme de montants de correction de fréquence calculés de plus en fonction de la température moyenne de la montre au porter selon les heures.

3. Montre-bracelet selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que lesdits moyens de commande de fréquence sont agencés pour engendrer un signal de compensation qui est appliqué audit diviseur de fréquence à intervalles fixes et qui affecte le comptage de division de fréquence d'un montant correspondant à ce qui est programmé dans lesdits moyens de mémorisation, de façon que la fréquence moyenne du signal d'unité de temps de base, à la sortie du diviseur, ne présente pas lesdits écarts de la fréquence de l'oscillateur.

4. Montre-bracelet selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que lesdits moyens de mémorisation contiennent ledit programme sous forme de valeurs d'intervalles de temps au rythme desquels une correction de fréquence doit être appliquée, de façon qu'un signal de compensation se trouve appliqué audit diviseur de fréquence à des intervalles dépendant du programme contenu dans lesdits moyens de mémorisation, l'application du signal de compensation à intervalles plus rapprochés compensant des écarts plus importants de la fréquence de l'oscillateur, lesquels ainsi n'affectent pas la fréquence du signal d'unité de temps de base à la sortie du diviseur.

La présente invention concerne une montre-bracelet à cristal de quartz, comprenant un oscillateur à cristal de quartz engendrant un signal de base de temps standard, un diviseur de fréquence agencé pour établir, sur la base du signal produit par l'oscillateur, un signal d'unité de temps de base et des moyens d'affichage pour afficher le temps en dépendance dudit signal d'unité de temps de base.

L'invention vise en particulier l'obtention d'une compensation de l'écart de fréquence en fonction de la température par des moyens particulièrement adéquats et avantageux.

Jusqu'à présent, avec la méthode classique de compensation des variations de fréquence en fonction de la température dans une montre-bracelet à cristal de quartz, un signal de sortie à fréquence compensée en fonction de la température était obtenu de l'oscillateur par incorporation dans le circuit de celui-ci d'un élément sensible à la température. Par

exemple un condensateur ayant une certaine caractéristique de capacité en fonction de la température était utilisé en tant qu'élément sensible à la température. Une certaine précision de marche pouvait être obtenue avec cette méthode classique qui permettait d'obtenir une précision de mesure du temps se situant entre ± 10 et ± 20 secondes par mois. Il était par contre impossible d'améliorer encore la précision de la mesure du temps par cette méthode faisant appel à un condensateur sensible à la température. Ainsi il était nécessaire d'ajouter encore un autre condensateur pour commander le condensateur à capacité variable en fonction de la température, dans une certaine mesure. Dans un tel cas l'addition d'un autre condensateur limitait l'espace disponible pour les autres éléments destinés à effectuer les fonctions particulières de la montre et ceci rendait très compliquée la construction appliquée pour obtenir une bonne précision de mesure du temps. Par ailleurs le coût de fabrication s'en trouvait augmenté.

Il existe encore de nombreuses autres méthodes pour obtenir un signal de sortie d'oscillateur compensé en fréquence en fonction de la température, mais lorsqu'il s'agissait d'appliquer ces méthodes à une montre-bracelet, on rencontrait de très nombreux inconvénients du point de vue de la place, de la complexité, du coût de production et d'autres facteurs analogues.

Trois publications antérieures ont été citées, toutes à titre d'«arrière-plan technologique». Il convient, afin d'illustrer l'art antérieur, de considérer principalement l'exposé de demande de brevet FR 2 249 377. Les fig. 8 et 11 de cet exposé antérieur montrent des schémas de montres-bracelets dans lesquelles des moyens sensibles à la température modifient légèrement, d'une façon mémorisée, les conditions de production des signaux garde-temps, de façon que ces derniers restent autant que possible stables, malgré les variations de température. Cette divulgation antérieure, pas plus du reste que les autres publications antérieures citées, ne proposait pas, pour simplifier la détermination de la correction à apporter, de tenir compte du mois, selon un programme mémorisé dans la montre.

Ainsi les montres antérieurement connues, et en particulier celles qui sont proposées par l'art antérieur cité, étaient bien sujettes aux inconvénients de l'art antérieur tel qu'il a été précédemment exposé.

Le but de la présente invention est de fournir une montre électronique à cristal de quartz qui reste d'une grande précision malgré de notables variations de température, qui soit en même temps simple et peu coûteuse, et qui, en particulier, élimine les difficultés et insuffisances susmentionnées. Dans ce but, la montre-bracelet à cristal de quartz, du type générique précédemment défini, est caractérisée en ce qu'elle comprend des moyens de mémorisation et des moyens de commande de fréquence, lesdits moyens de mémorisation contenant un programme de montants de correction de fréquence calculés en fonction de la température moyenne prédéterminée de la montre quand elle est portée, durant chaque mois et de la caractéristique fréquence/température de l'oscillateur, lesdits moyens de commande de fréquence étant agencés pour compenser les écarts de la fréquence de l'oscillateur en fonction de la température, selon sa caractéristique fréquence/température, en correspondance avec les informations contenues dans lesdits moyens de mémorisation qui sont lues par un agencement de circuit connecté à la sortie dudit diviseur de fréquence.

Ainsi, dans l'objet de l'invention, prenant en considération les désavantages susmentionnés qui résultent de la présence des moyens de compensation qu'utilisait l'art antérieur, on utilise un oscillateur dont la fréquence de sortie n'est pas compensée, ou n'est que très peu compensée, en

fonction de la température à l'aide de circuits branchés en aval de l'oscillateur en faisant dépendre un signal de sortie délivré par ces circuits des conditions dans lesquelles la montre-bracelet est portée par l'utilisateur de façon à obtenir un signal de conservation du temps dont la fréquence est compensée en fonction de la température dans le cas où la montre-bracelet est considérée à des intervalles d'une certaine durée. Ainsi, dans l'objet de l'invention, il n'est pas important d'obtenir directement à la sortie de l'oscillateur une fréquence stable en fonction de la température, les circuits subséquents se chargeant de la nécessaire compensation.

En réalisant une telle montre-bracelet, on obtient de nombreux avantages: par exemple l'oscillateur à cristal de quartz est d'une construction des plus simples, la précision de mesure du temps étant malgré cela supérieure à celle que l'on peut espérer d'une montre-bracelet classique; d'autre part le dispositif compensateur de température peut être incorporé dans le circuit intégré; par ailleurs encore l'importance de la compensation de fréquence en fonction de la température peut être modifiée à volonté pour tenir compte de nécessités particulières, etc.

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

la fig. 1 est un schéma-bloc d'une montre-bracelet électronique selon une première forme d'exécution conforme à l'invention,

la fig. 2 est un schéma d'un circuit de mémorisation représenté à la fig. 1,

la fig. 3 est un schéma d'un circuit de commande de fréquence représenté à la fig. 1,

la fig. 4 est un diagramme d'évolution des niveaux logiques en fonction du temps, expliquant le fonctionnement du circuit selon la fig. 3,

la fig. 5 est un schéma montrant l'agencement particulier établi dans un diviseur de fréquence représenté à la fig. 1,

la fig. 6 est un diagramme de l'évolution du niveau logique en fonction du temps, expliquant le fonctionnement de l'agencement selon la fig. 5,

la fig. 7 représente des courbes de variation de marche diurne d'une montre électronique du fait de la variation de fréquence de l'oscillateur en fonction de la température,

la fig. 8 représente des courbes de température en fonction des mois de l'année, et

la fig. 9 est un schéma partiel d'une autre forme d'exécution de l'objet de l'invention.

Dans la fig. 1 on voit que la forme d'exécution de montre électronique à quartz en question comprend un oscillateur à cristal de quartz 1 qui engendre un signal de temps standard (signal original) f , lequel a usuellement la fréquence de 32 768 Hz. Cet oscillateur peut être soit non-compensé en fonction de la température, soit seulement légèrement compensé en fonction de la température, du fait de la présence d'un condensateur de compensation de fréquence en fonction de la température. Un diviseur de fréquence 2 est utilisé pour obtenir un signal d'unité de base de temps Φ_1 , à 1 Hz, destiné au comptage du temps et établi à partir du signal original f . Un circuit de comptage du temps 3 permet d'obtenir les signaux de temps nécessaires pour l'indication du temps et du calendrier, le circuit 3 fournit donc un signal à 1 min $\Phi_1 m$, un signal à une heure $\Phi_1 H$, un signal de jours $\Phi_1 D$, un signal de mois $\Phi_1 M$ et un signal d'année $\Phi_1 Y$, tout ceci sur la base du signal Φ_1 délivré par le diviseur de fréquence 2. Un dispositif d'affichage 4 affiche les informations horaires et les informations de calendrier établies par le circuit de comptage du temps 3. La montre comprend encore un circuit de mémorisation 5 dans lequel l'importance de la correction de fréquence nécessaire à la compensation de la marche en fonction de la température est mémorisée pour chaque

mois de l'année, cette donnée étant calculée en fonction de la température moyenne à laquelle la montre-bracelet se trouve durant chacun des mois dans les conditions de porter. Il est possible – et prévu pour certaines variantes d'exécution – d'établir dans le circuit de mémorisation également un programme permettant de prendre en considération la température moyenne au porter selon les heures, au cours de chaque mois. Les informations contenues dans le circuit de mémorisation 5 sont lues et traitées par un circuit 6 de commande de compensation de fréquence, qui lit le montant de correction de fréquence de compensation établi et mémorisé dans le circuit de mémorisation 5 et qui, en fonction de cette information, engendre un signal de compensation de fréquence. Sur la fig. 1, la partie supérieure A représente les circuits réalisant les fonctions classiques d'une montre électronique à quartz, et la partie inférieure B montre les circuits qui réalisent des fonctions particulières spécifiques à la présente invention.

On va décrire maintenant principalement les fonctions de chacun des circuits particuliers spécifiques à la montre selon l'invention.

La fig. 2 représente le circuit de mémorisation 5 de la fig. 1. Dans l'exemple que l'on va décrire ce circuit est établi pour appliquer le signal de compensation en fonction de chacun des mois, de janvier à décembre, en correspondance avec le montant de compensation qui a été calculé en dépendance de la température de porter moyenne, durant chaque mois, un montant de compensation étant mémorisé pour chaque mois. D'une façon que l'homme de métier pourra établir sans difficulté, on pourra si désiré, établir et mémoriser aussi des informations relatives aux changements de température selon les heures, durant chaque mois, ce qui permettra d'obtenir un signal de compensation encore plus précis. Dans le cas de la fig. 2, le signal représentatif des mois, de janvier à décembre, c'est-à-dire le signal $\Phi_1 M$ d'indication du mois provenant du circuit de comptage de temps 3 est utilisé en tant que signal d'entrée 3a, lequel est appliqué à un circuit 51 de sélection d'adresse qui engendre un signal de sélection d'adresse 5a pour déterminer l'adresse devant être lue dans un circuit de mémoire 52. Ce circuit de mémoire 52, auquel est appliqué le signal d'adresse établi sur la base du signal de mois 3a, est du type à douze mots et chaque montant de compensation, pour chacun des mois de janvier à décembre, s'y trouve programmé. Le contenu de l'adresse (c'est-à-dire du mois) désigné par le signal de sélection d'adresse 5a est lu et il en résulte la délivrance d'un signal de sortie 5b (fig. 1) qui est le signal d'indication de l'importance de la compensation de fréquence à établir. Sur la fig. 2, la cellule de mémorisation 53 est celle où est établi le montant de compensation de fréquence devant être pris en considération pour le mois de janvier, la cellule de mémorisation 54 est celle où est établi le montant de correction de fréquence à prendre en considération pour le mois de février, et la cellule de mémorisation 55 est celle où est établie l'information correspondante pour le mois de décembre. Les cellules de mémorisation pour les neuf autres mois ne sont pas représentées en détail. Le nombre de bits de chaque mot peut être établi à volonté selon le montant maximum possible que l'on peut avoir à compenser, et selon la définition avec laquelle on veut pouvoir établir ce montant.

Dans la fig. 3 on a admis une construction à 3 bits, bien qu'en réalité il pourra être indiqué de prévoir un nombre de bits plus grand. Les signaux α , β et γ représentent les bits respectifs qui composent le signal de sortie 5b, admis à 3 bits. Ainsi, chaque mois, on a un signal 5b, à 3 bits, spécifique à ce mois, et donnant l'importance de la correction de fréquence à établir durant ce mois, compte tenu de la température moyenne censée y régner.

La fig. 3 représente le schéma du circuit de commande qui a pour fonction d'engendrer le signal de compensation de température. Il comprend un compteur binaire 61 à n étages. Le nombre des étages peut être déterminé à volonté, en tenant compte de la cadence à laquelle le signal de compensation est appliqué. Si le signal d'entrée Φ_1 est un signal à une seconde, il est indiqué de donner au compteur 61 une construction à sept étages, étant donné qu'il est désirable de mener la compensation durant au moins 60 sec, c'est-à-dire durant la période avec laquelle les digits des secondes sont comptés pour établir, en report, le digit de minutes. Dans ce cas la compensation serait théoriquement conduite sur 64 secondes dans le compteur binaire. Toutefois il sera facile de tenir compte de cela pour établir adéquatement les montants à compenser au moment où ils seront calculés. Il serait également possible, par un bouclage simple, d'amener le compteur 61 à travailler sur un cycle de 60, mais cela n'est pas une nécessité. Le circuit de la fig. 3 comprend 3 portes ET 63, 64 et 65 qui établissent les produits logiques entre les signaux binaires divisés $\Phi_1/64$, $\Phi_1/32$ et $\Phi_1/16$, provenant du compteur binaire 61, et, respectivement, les bits α , β et γ du signal de compensation 5b. A l'aide ces portes ET sont sélectionnés les signaux qui effectueront la compensation, conformément au code délivré par le signal 5b. Le bit α assurera une impulsion de compensation toutes les 64 (ou les 60) secondes, le bit β en assurera 2, et le bit γ en assurera 4. Ainsi, selon la valeur du signal 5b, on pourra avoir 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 corrections qui interviendront sur une période de 64 (ou de 60) secondes. L'élément 62 est un circuit à retard qui délivre, sur la base du signal original f , avec un léger décalage temporel, le signal 6d d'impulsions d'horloge qui est appliqué à des circuits 66, 67 et 68 de génération du signal de compensation. Ces trois circuits délivrent, durant la première période où le signal 6d (voir figure 4) est au niveau «1» après que le signal respectif $\Phi_1/64$, $\Phi_1/32$, et $\Phi_1/16$ a passé au niveau haut, et pour autant que le signal de code respectivement α , β , ou γ , soit également au niveau haut, une impulsion de sortie, respectivement 6e, 6f, et 6g. Comme le saut de montée d'un étage binaire ne se donne jamais au moment du saut de l'étage suivant, les trois impulsions 6e, 6f et 6g se produisent toujours à des instants différents, dans le cas où les signaux α , β et γ commandent qu'elles se produisent. Une porte OU collecte ces trois signaux et délivre le signal de compensation de sortie 6h. Pour autant que le signal correspondant α , β ou γ en commande l'apparition, le signal 6e intervient une fois toutes les 64 secondes (ou les 60 secondes), le signal 6f intervient deux fois toutes les 64 secondes (ou 60 secondes) et le signal 6g intervient quatre fois durant 64 secondes (ou 60 secondes). Le signal 6h qui reproduit la totalité des impulsions 6e, 6f et 6g (dans la mesure où elles sont commandées) est appliqué au diviseur de fréquence 2 en tant que signal de compensation de fréquence. Les relations d'intervention dans le temps de ces signaux sont représentées à la figure 4, sur laquelle il faut remarquer que l'échelle du temps n'est pas la même pour les deux courbes supérieures (f , 6d) que pour les sept courbes inférieures, la durée de l'impulsion 6d, sur la seconde courbe, correspondant à la durée des impulsions (réduites à un trait) sur les quatre dernières courbes.

Revenant à la fig. 3 on remarque que les flipflops compris dans les trois circuits 66, 67 et 68 sont du type maître-esclave, la porte (E) comprise dans chacun de ces circuits recevant sur ses entrées le signal à l'entrée $\bar{D}$, le signal à la sortie Q et le signal à la sortie $\bar{M}$, laquelle est la sortie inverse de la première partie (maître) du flipflop. Cet agencement assure la relation de temps précédemment mentionnée, c'est-à-dire une impulsion durant une période de niveau haut sur l'entrée d'horloge CL, une seule fois après que l'entrée $\bar{D}$ a passé du niveau bas au niveau haut.

La fig. 5 représente l'agencement particulier du circuit diviseur de fréquence 5, par lequel les impulsions du signal de compensation de fréquence 6h sont appliquées au diviseur 2. L'étage 21 de celui-ci délivre une fréquence $f/2$. Classiquement ce signal $f/2$ est appliqué directement à l'entrée du flipflop (diviseur par 2) suivant. Toutefois avec l'agencement particulier ci-décrié, l'entrée de l'étage suivant reçoit la somme logique des impulsions du signal $f/2$ et du signal 6h. Du fait de la structure du circuit selon la fig. 3, les impulsions du signal 6h interviennent toujours alors que le signal $f/2$ est au niveau bas, et ceci permet d'établir la somme en question à l'aide d'une simple porte OU 22, compte tenu encore du fait que les impulsions du signal 6h sont retardées dans le temps par rapport aux basculements du diviseur de fréquence par l'intermédiaire du circuit à retard 62 (fig. 3). Ainsi il n'y aura aucun risque d'erreur dans l'adjonction des impulsions provenant des circuits 66, 67 et 68 du circuit de commande de compensation selon la fig. 3. Les relations de temps intervenant pour l'adjonction des impulsions de compensation à l'aide de l'agencement de la fig. 5 sont représentées par les courbes de la fig. 6.

On va expliquer maintenant la méthode proprement dite de compensation des écarts présentés par la caractéristique fréquence/température de l'oscillateur à cristal de quartz. On admet ici que l'oscillateur à cristal de quartz 1 est piloté par un vibreur à quartz travaillant à la flexion et dont la fréquence peut être définie par l'équation suivante

$$f = a (\Theta - \Theta_{\text{MAX}})^2 + b$$

dans laquelle: a est le coefficient de température quadratique, Θ_{MAX} est la température donnant la fréquence la plus haute, b est une constante, et Θ est la température arbitraire considérée.

A la fig. 7 les températures sont portées en abscisses, et, en ordonnées, on a indiqué directement les valeurs d'écart de marche diurne, en secondes/jour. Par ailleurs la température à laquelle la fréquence est maximum a été fixée à la température normale de 25 °C. L'écart de fréquence est donné par la courbe caractéristique fréquence/température 71 qui est établie de telle façon que l'écart de marche diurne soit de 0 à la température donnant la fréquence maximum, c'est-à-dire à 25 °C. Ainsi, si aucune compensation de fréquence n'est effectuée, l'écart de marche diurne sera de -0,3 secondes lorsque la température effective différera de la température de 25 °C de ± 10 °C, et sera de -1,2 secondes lorsque la température effective différera de la température de 25 °C de ± 20 °C.

Si l'on admet que des impulsions identiques à celles du signal 6h sont appliquées à la porte OU 22 (fig. 5) une fois par seconde, on aura à la sortie de cette porte ($f/2 + 1$) impulsion à chaque seconde, au lieu des $f/2$ impulsions que l'on aurait sans compensation. Ceci signifie que la valeur de l'écart diurne que l'on aura avec l'application de cette impulsion de correction chaque seconde résultera, à 25 °C, d'un décalage dans le sens positif d'une valeur de $86\,400/(f/2 + 1)$, par rapport à la marche diurne que l'on aurait avec la caractéristique fréquence/température sans aucune compensation. Si f vaut 32 768 Hz, la valeur susindiquée est égale à 5,2731156 secondes. Si maintenant on admet que l'impulsion du signal 6h est appliquée seulement une fois toutes les 64 secondes, le décalage de l'écart de marche diurne sera 64 fois plus petit, c'est-à-dire vaudra $5,27/64 \approx 0,082$ secondes, dans la direction positive. Cet écart ne se manifestera naturellement que si la marche de la montre est relevée par des observations qui se font à intervalles de 64 secondes au moins.

Lorsque la température n'est pas 25 °C, la fréquence f devient légèrement plus faible, ce qui rend également légèrement plus faible le décalage. Par exemple, avec une différence de température de 20 °C par rapport à la température de référence de 25 °C, le décalage dans le cas où l'on appliquerait une impulsion de correction chaque seconde serait de 5,2731890 secondes, la fréquence f étant devenue 32 767,544 Hz. Comme il n'y a lieu de considérer ici que les premières décimales, cet effet secondaire et totalement négligeable et l'on peut admettre que l'effet d'une impulsion de correction est pratiquement le même qu'à 25 °C dans toute la gamme allant de 0 à 50 °C.

La caractéristique écart de marche diurne/température dans le cas où une impulsion de correction est ajoutée à chaque seconde est représentée par la courbe 72 de la figure 7. Cette courbe est obtenue en décalant vers le haut la courbe caractéristique 71 d'une valeur égale à 5,27 secondes. Si, pour une température autre que la température de référence de 25 °C, on désire obtenir un écart de marche diurne très voisin de 0, on devra prendre en considération, pour l'application des impulsions de compensation, le rapport existant entre la différence, qui, pour cette valeur de température, existe entre le point situé sur la courbe fréquence/température 71 et le point situé sur l'axe des écarts de fréquence 0 (abscisse) et de la différence de 5,27 secondes existant en toute abscisses entre le point situé sur la courbe 71 et le point situé sur la courbe 72. Par exemple s'il existe une différence de température de 20 °C (par rapport à la température de référence de 25 °C), le rapport à considérer sera $1,2/5,27$. Si l'on veut savoir combien d'impulsions devront être appliquées durant une période de 64 secondes, il faut multiplier ce rapport par 64, et l'on obtient $(1,2/5,27) \times 64 \cong 15$. Dans ce cas il faudrait donc que le signal 6h présente quinze impulsions durant un cycle de 64 secondes. Dans un tel cas il faudra utiliser un circuit analogue à celui de la fig. 3, mais avec un signal 5d de 4 bits, et en utilisant le circuit diviseur de signal précédemment décrit (figs 3 et 4), on veillera à répartir le plus régulièrement possible les quinze impulsions du signal 6h durant la période de 64 secondes.

La fig. 8 est un diagramme qui représente, par une courbe 81, la température moyenne qui règne, dans une région tempérée, au cours des douze mois de l'année, et par une courbe 82, la température correspondante qu'il y a lieu d'admettre pour une montre-bracelet qui est portée. Le montant de la compensation est calculé en prenant en considération le diagramme de la fig. 8, pour avoir la donnée de température, et la caractéristique écart de marche diurne/température 71 de la fig. 7. Par exemple, on voit à la fig. 8 que la température moyenne durant le mois de février est de 5 °C (elle est plus proche de 25 °C pour une montre portée au poignet, on considère toutefois ici le cas extrême d'une montre exposée à la température extérieure). L'importance de la compensation doit être de 1,2 seconde par mois, comme le montre la courbe caractéristique 71 de la fig. 7. Ainsi donc, conformément à ce qui a été vu précédemment, quinze impulsions devraient être ajoutées toutes les 64 secondes. Dans ce cas ce nombre de quinze sera donc programmé dans la cellule de mémorisation 54 pour le mois de février, dans le circuit de mémorisation de la fig. 2.

Si l'on ajoute un étage au compteur binaire 61, un signal de compensation peut être établi sur un cycle de 128 secondes. Dans ce cas la compensation de température se trouvera effectuée approximativement toutes les deux minutes. Cependant il faut 0,041 secondes pour appliquer un signal de compensation et ainsi une compensation de température plus délicate sera effectuée. Dans le cas où l'oscillateur est du type comprenant déjà une compensation de température simple, la précision sera davantage améliorée si l'on établit le

cycle de temps pour le signal de compensation à 128 secondes, ou davantage. Ceci serait également avantageux dans le cas où le signal original f serait d'une fréquence plus élevée.

La température de porter de la montre varie selon les conditions de porter dans les différentes localités d'une contrée. Toutefois une valeur moyenne peut être établie. Il est d'autre part aussi possible de prévoir différentes spécifications de corrections mémorisées dans différentes localités. Par ailleurs, du fait que l'oscillateur s'avère des plus simples et que les circuits de compensation de température peuvent être intégrés sur la plaquette de circuit intégré, la valeur du circuit intégré se trouve augmentée et la consommation de puissance devient plus petite comparativement au cas où la compensation de température est effectuée directement sur l'oscillateur.

On peut obtenir le même effet de compensation de fréquence en fonction de la température en prévoyant une autre structure d'application des impulsions de compensation. Selon cette autre structure l'intervalle de temps au bout duquel se répète une même impulsion de compensation est rendue variable en correspondance avec le montant de correction de fréquence nécessaire à la compensation. Dans ce cas au lieu d'avoir par exemple un nombre variable d'impulsions au cours d'un cycle fixe de 64 secondes, on aura une impulsion toutes les 4 secondes, ou toutes les 6 secondes, ou toutes les 10 secondes, etc. Ce sera alors l'intervalle de répétition des impulsions de compensation qui sera mémorisé dans les moyens de mémorisation, pour chaque mois, en tant que donnée de compensation. Le signal de compensation sera adapté de façon à être appliqué avec une cadence de répétition adéquatement déterminée durant l'intervalle de temps (1 mois) où il doit intervenir.

Dans une autre forme d'exécution dont une partie, correspondant à la fig. 3 de la première forme d'exécution, est représentée à la fig. 9, le rapport de division d'un diviseur de fréquence programmable 91 est déterminé par les données α , β et γ qui sont appliquées à ce diviseur 91 et qui correspondent à l'intervalle au bout duquel la correction de fréquence doit se répéter pour établir une compensation correcte, cette information étant programmée dans les moyens de mémorisation 52. Ainsi le signal 6d présentera une impulsion de correction se répétant à intervalles de temps réguliers, correspondant à la cadence voulue pour que soit effectué le montant de correction de fréquence nécessaire à la compensation. A part cela le processus de compensation de température est mené, dans cette seconde forme d'exécution selon la fig. 9, de la même manière que dans la première forme d'exécution considérée, en liaison avec les figs 1 à 6.

Il faut remarquer que le circuit de mémorisation (fig. 2) pourrait fort bien être bidimensionnel et comprendre pour chacun des douze mois plusieurs données de montants de compensation, correspondant par exemple à douze périodes de 2 heures au long de 24 heures. La montre tiendrait compte alors à la fois des fluctuations de température journalière et des fluctuations de température saisonnière. Dans ce cas non seulement l'information des mois, mais également l'information des heures devrait être utilisée pour effectuer l'adressage de lecture dans les moyens de mémoire.

Il résulte de ce que l'on vient de considérer que, dans une montre-bracelet électronique selon la conception proposée, l'oscillateur peut être d'une structure très simple et la compensation de température peut être faite en incluant les moyens de compensation de température (élément thermosensitif) dans le circuit intégré, ce dont résulte que la montre-bracelet peut être subminiaturisée, que son coût de production est abaissé, et que son degré de précision peut être très élevé. Cette conception est donc des plus avantageuses pour des montres-bracelets.

FIG. 1

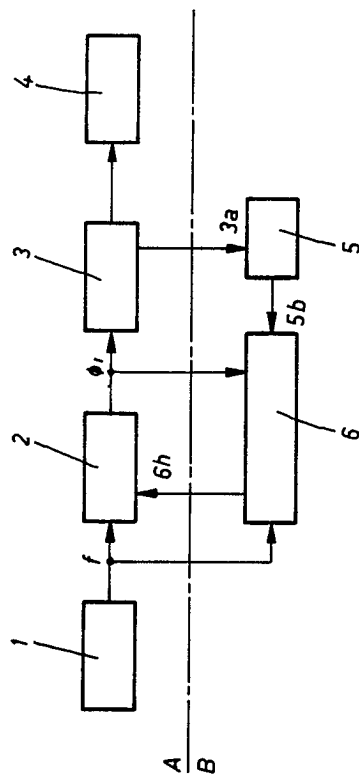


FIG. 2

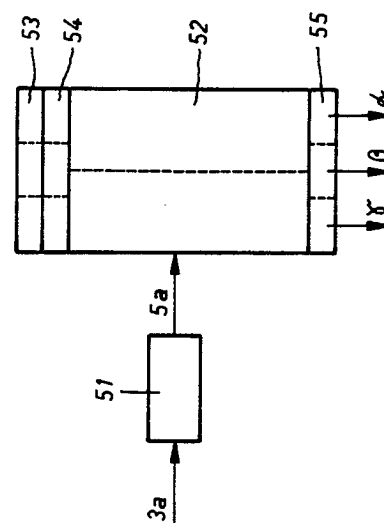


FIG. 3

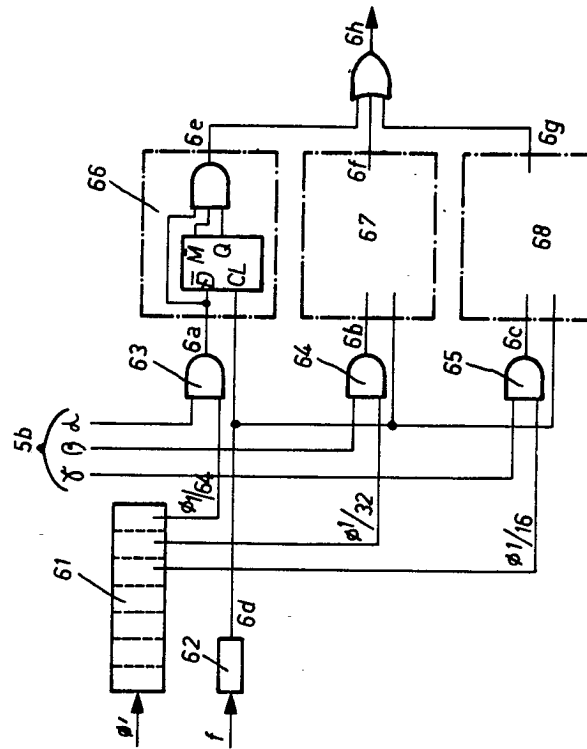


FIG. 4

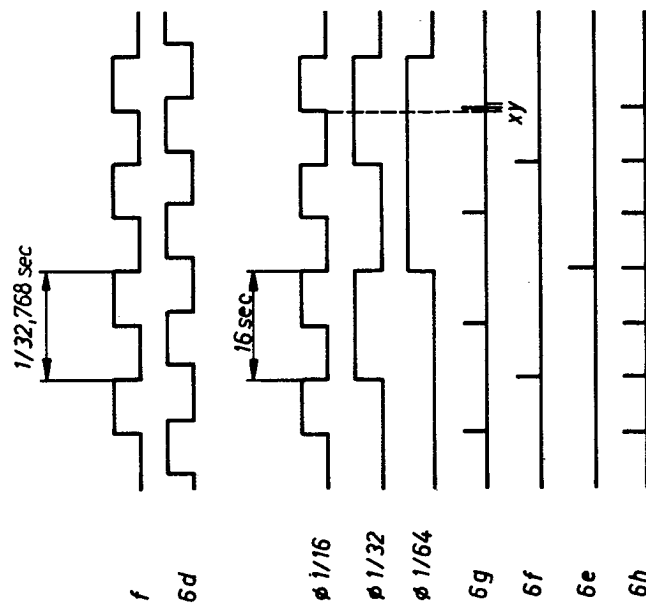


FIG. 5

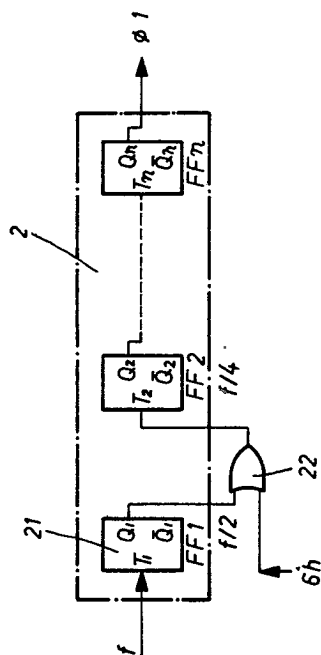


FIG. 6

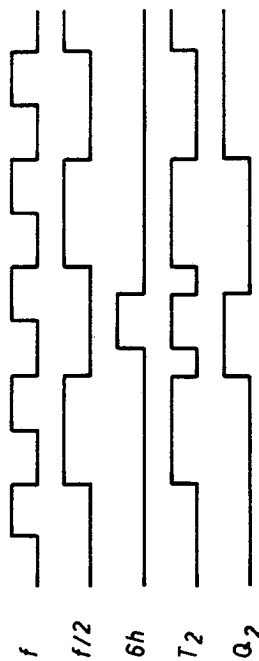


FIG. 7

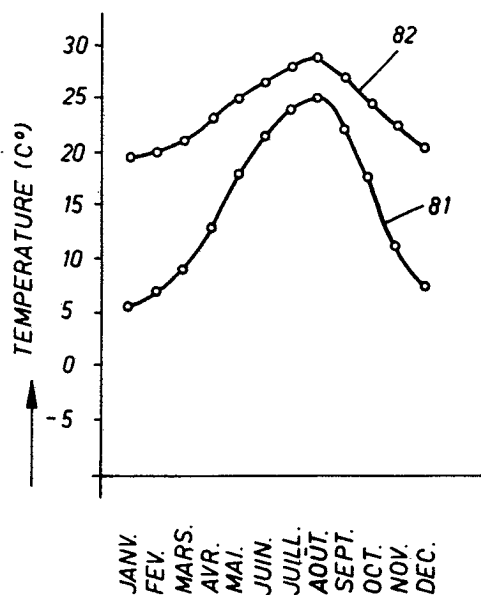
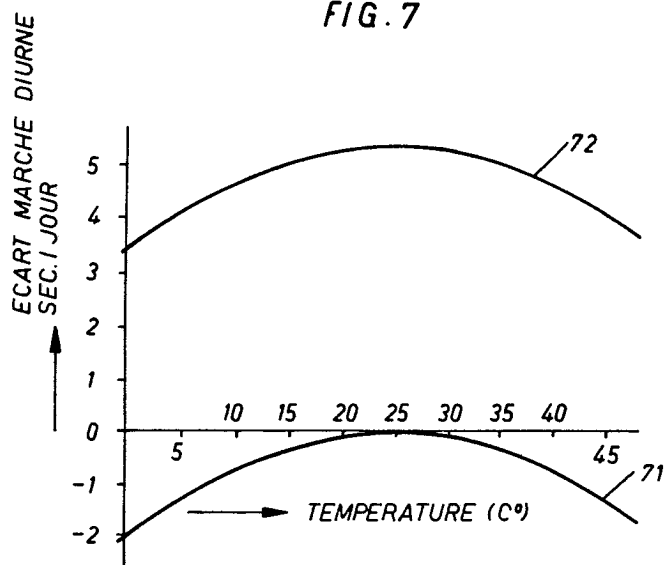


FIG. 8

FIG. 9

