

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 117 017 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
18.07.2001 Bulletin 2001/29

(51) Int Cl. 7: G04G 3/02

(21) Numéro de dépôt: 00100427.4

(22) Date de dépôt: 10.01.2000

(84) Etats contractants désignés:

AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE

Etats d'extension désignés:

AL LT LV MK RO SI

(71) Demandeur: Eta SA Fabriques d'Ebauches
2540 Grenchen (CH)

- Farine, Pierre-André
2003 Neuchâtel (CH)
- Bühler, Roger
2400 Le Locle (CH)
- Heck, Pascal
2000 Neuchâtel (CH)

(74) Mandataire: Surmely, Gérard et al

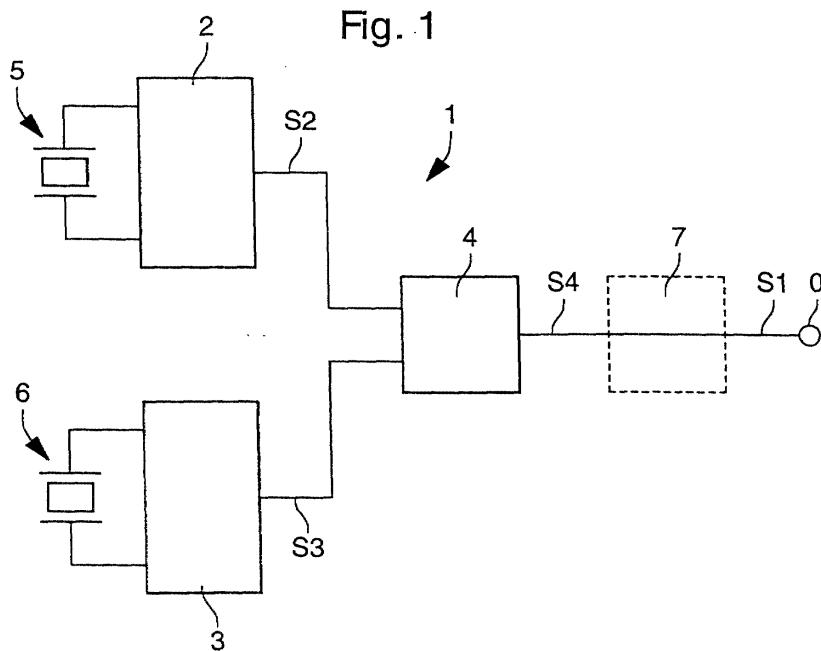
I C B
Ingénieurs Conseils en Brevets SA,
Rue des Sors 7
2074 Marin (CH)

(54) **Dispositif pour produire un signal ayant une fréquence sensiblement indépendante de la température**

(57) Le dispositif (1) comporte un mélangeur (4) qui produit un signal (S4) ayant une fréquence (F4) égale à la différence entre deux fréquences (F2, F3) qui sont celles de deux signaux (S2, S3) produits chacun par un générateur (2, 3) et qui varient paraboliquement en fonction de la température (T) avec des coefficients quadratiques (β_1, β_2) différents l'un de l'autre.

Pour que la fréquence (F4) du signal (S4) produit par le mélangeur (4) soit au moins sensiblement indépendante de la température (T), les générateurs (2, 3) sont agencés de manière que le rapport des coefficients quadratiques (β_1, β_2) soit égal à l'inverse du rapport des valeurs (F2_r, F3_r) que les fréquences correspondantes (F2, F3) ont à une température déterminée (T_r).

Fig. 1



Description

[0001] La présente invention a pour objet un dispositif pour produire un premier signal ayant une première fréquence, comportant :

- 5 - des premiers moyens générateurs pour produire un deuxième signal ayant une deuxième fréquence qui varie au moins sensiblement paraboliquement en fonction de la température avec un premier coefficient quadratique, qui a une première valeur maximale à une première température d'inversion, et qui a une première valeur déterminée à une température de référence;
- 10 - des deuxièmes moyens générateurs pour produire un troisième signal ayant une troisième fréquence qui varie également au moins sensiblement paraboliquement en fonction de la température avec un deuxième coefficient quadratique différent du premier coefficient parabolique, qui a une deuxième valeur maximale à une deuxième température d'inversion au moins sensiblement égale à ladite première température d'inversion, et qui a une deuxième valeur déterminée à ladite température de référence; et
- 15 - des moyens de mélange pour produire un quatrième signal ayant une quatrième fréquence égale à la différence entre ladite deuxième et ladite troisième fréquence.

[0002] Un tel dispositif est décrit, par exemple, dans les brevets CH 626 500 et CH 631 315.

[0003] Les deux dispositifs décrits dans ces documents comportent un circuit générateur qui répond au signal fourni par le circuit de mélange pour produire des impulsions de correction dont la fréquence dépend de celle de ce signal de mélange, et donc de la température. Le signal de sortie de ces deux dispositifs est obtenu en ajoutant ces impulsions de correction au signal fourni, après division de sa fréquence, par l'un des deux circuits oscillateurs.

[0004] Il résulte de cette disposition que la fréquence du signal de sortie fourni par ces dispositifs est bien sensiblement indépendante de la température lorsqu'elle est mesurée sur une période assez longue. Mais il résulte également de cette disposition que cette fréquence du signal de sortie présente des variations brusques à chaque apparition d'une impulsion de correction. En d'autres termes, le spectre de fréquences de ce signal de sortie présente un très grand nombre de raies de largeurs assez importantes, la position de ces raies variant en outre avec la température.

[0005] Les dispositifs décrits dans les documents mentionnés ci-dessus ne peuvent donc pas être utilisés dans les cas où il est nécessaire de disposer d'un signal ayant non seulement une fréquence indépendante de la température mais également un spectre de fréquences ne comportant qu'un nombre réduit de raies ayant des positions fixes, également indépendantes de la température. Un signal présentant ces propriétés est par exemple nécessaire lorsqu'il faut synchroniser, dans un appareil de télécommunication, un signal à haute fréquence capté par une antenne avec un signal à basse fréquence produit dans cet appareil.

[0006] Il est bien connu que des oscillateurs comportant un résonateur en quartz de coupe AT produisent des signaux dont la fréquence est très stable en fonction de la température. Mais, par nature, cette fréquence est assez élevée. Si l'on désire réaliser un dispositif fournissant un signal ayant une fréquence relativement basse à partir d'un tel oscillateur, il est donc nécessaire d'associer à ce dernier un circuit diviseur de fréquence, ce qui complique et renchérit ce dispositif. En outre, l'énergie électrique consommée par un tel circuit diviseur de fréquence est assez importante à cause de la fréquence élevée du signal qu'il reçoit, ce qui peut représenter un grave inconvénient lorsque cette énergie électrique doit être fournie par une source de faibles dimensions telle que la pile d'une montre-bracelet électronique.

[0007] Un but de la présente invention est donc de proposer un dispositif du même genre que ceux qui sont décrits dans les brevets mentionnés ci-dessus mais qui ne présente pas leurs inconvénients également mentionnés ci-dessus, c'est-à-dire un dispositif produisant un signal de sortie ayant une fréquence au moins sensiblement indépendante de la température mais ayant de plus un spectre de fréquences ne comportant qu'un nombre réduit de raies, la position de ces raies étant en outre aussi sensiblement indépendante de la température.

[0008] Un autre but de la présente invention est de proposer un dispositif fournissant un signal ayant une fréquence qui présente une variation en fonction de la température aussi faible que celle de la fréquence du signal fourni par un oscillateur comportant un résonateur de coupe AT mais qui peut être beaucoup plus basse que cette dernière.

[0009] Ces buts sont atteints par le dispositif selon la présente invention dont les caractéristiques sont énumérées dans la revendication 1 ci-jointe.

[0010] Comme cela sera rendu évident plus loin, il découle de ces caractéristiques que la fréquence du signal fourni par un dispositif selon la présente invention est au moins sensiblement indépendante de la température et ne présente aucun saut brusque lorsque cette température varie. Le spectre des fréquences de ce signal ne présente donc qu'un petit nombre de raies, et la position de ces raies est aussi sensiblement indépendante de la température.

[0011] De plus, il découle de ces caractéristiques que la fréquence du signal fourni par un dispositif selon la présente invention peut être beaucoup plus basse que celle du signal fourni par un oscillateur comprenant un résonateur en quartz de coupe AT. Il est donc possible, dans de nombreux cas, d'utiliser directement le signal fourni par un dispositif

selon la présente invention, sans avoir à abaisser sa fréquence à l'aide d'un circuit diviseur de fréquence, ce qui diminue le prix de revient et la consommation d'énergie électrique de ce dispositif. En outre, si un circuit diviseur de fréquence est malgré tout associé à un dispositif selon la présente invention, sa consommation d'énergie électrique sera faible puisque la fréquence du signal fourni par ce dispositif est basse.

[0012] D'autres buts et avantages de la présente invention seront rendus évidents par la description qui va suivre et qui sera faite à l'aide du dessin annexé dans lequel :

- la figure 1, unique, est un schéma d'une forme d'exécution du dispositif selon la présente invention et d'une variante de cette dernière.

[0013] Dans sa forme d'exécution représentée schématiquement et à titre d'exemple non limitatif à la figure 1, le dispositif selon la présente invention, qui est désigné dans son ensemble par la référence 1, est destiné à fournir, à une borne de sortie désignée par la référence O, un signal périodique S1 ayant une fréquence F1 dont ils sera montré plus loin qu'elle est au moins sensiblement indépendante de la température.

[0014] A cet effet, le dispositif 1 comporte un premier et un deuxième circuit générateur, respectivement désignés par les références 2 et 3, ainsi qu'un circuit mélangeur désigné par la référence 4.

[0015] Après avoir lu la suite de cette description, l'homme du métier n'aura aucune peine à réaliser les générateurs 2 et 3 de l'une ou de l'autre des diverses manières qu'il connaît bien. Ces générateurs 2 et 3 ne seront donc pas décrits en détail ici.

[0016] On mentionnera simplement que les générateurs 2 et 3 sont agencés de manière à fournir à leur sortie un signal S2 ayant une fréquence F2 et, respectivement, un signal S3 ayant une fréquence F3.

[0017] A cet effet, les générateurs 2 et 3 comportent chacun un circuit oscillateur formé, de manière classique, par un amplificateur, non représenté séparément, couplé à un résonateur piézo-électrique dont les caractéristiques seront précisées plus loin.

[0018] Selon les cas, les signaux S2 et/ou S3 peuvent être fournis directement par l'oscillateur faisant partie du générateur 2 ou 3 respectif, ou être fournis par des circuits diviseurs de fréquence recevant le signal produit par l'oscillateur respectif et fournissant ces signaux S2 ou S3.

[0019] Le résonateur qui fait partie du générateur 2 et dont les caractéristiques déterminent donc la fréquence F2 du signal S2 a été représenté avec la référence 5, et le résonateur qui fait partie du générateur 3 et dont les caractéristiques déterminent donc la fréquence F3 du signal S3 a été représenté avec la référence 6.

[0020] Dans le présent exemple, le résonateur 5 et le résonateur 6 ont tous deux la forme d'un diapason en quartz, mais le résonateur 5 est agencé de manière que ses branches vibrent dans un mode de flexion, alors que le résonateur 6 est agencé de manière que ses branches vibrent dans un mode de torsion.

[0021] En outre, dans le présent exemple, les résonateurs 5 et 6 sont agencés de manière que la fréquence F2 du signal S2 soit inférieure à la fréquence F3 du signal S3, et que ces fréquences F2 et F3 soient dans un rapport déterminé dont la valeur sera précisée plus loin, de même que d'autres caractéristiques de ces résonateurs 5 et 6.

[0022] Le circuit mélangeur 4 que comporte encore le dispositif 1 est aussi un circuit que l'homme du métier n'aura aucune peine à réaliser de l'une ou l'autre des diverses manières qu'il connaît bien. Ce circuit mélangeur 4 ne sera donc pas non plus décrit en détail ici.

[0023] On mentionnera simplement que le circuit mélangeur 4 comporte deux entrées dont l'une est reliée à la sortie du générateur 2 et reçoit donc le signal S2 et dont l'autre est reliée à la sortie du générateur 3 et reçoit donc le signal S3.

[0024] On mentionnera également que le circuit mélangeur 4 est agencé de manière que la fréquence F4 du signal S4 qu'il fournit à sa sortie soit égale à la différence des fréquences F3 et F2 des signaux S3 et, respectivement, S2.

[0025] Dans la forme d'exécution représentée en traits pleins à la figure 1, la sortie du circuit mélangeur 4 est reliée directement à la sortie O du dispositif 1, de sorte que le signal S1 est constitué par le signal S4 et que, bien entendu, la fréquence F1 est identique à la fréquence F4. Cette fréquence F1 du signal S1 est donc, dans ce cas, égale à la différence des fréquences F3 et F2.

[0026] L'homme du métier comprendra que, si nécessaire, le circuit mélangeur 4 peut comporter un filtre destiné à empêcher l'apparition, dans le signal S1, de composantes parasites ayant des fréquences différentes de la fréquence F1.

[0027] L'homme du métier sait bien que la constitution des résonateurs 5 et 6 mentionnée ci-dessus a comme conséquence que la variation des fréquences F2 et F3 en fonction de la température, qui sera désignée par T, est donnée par deux équations, bien connues des spécialistes, ayant des formes semblables.

[0028] Ainsi, la variation de la fréquence F2 en fonction de la température T est donnée par l'équation suivante :

$$F2(T) = F2_r (1 + \alpha_1(T-T_r) + \beta_1(T-T_r)^2 + \gamma_1(T-T_r)^3) \quad (1)$$

dans laquelle :

- T_r est une température de référence qui est souvent choisie égale à 25°C;
- $F2_r$ est la fréquence du signal S2 à la température T_r ; et
- α_1 , β_1 , et γ_1 sont des coefficients qui dépendent notamment des caractéristiques géométriques, mécaniques et électriques du résonateur 5 et de la valeur choisie pour la température de référence T_r .

[0029] De même, la variation de la fréquence $F3$ en fonction de la température T est donnée par l'équation suivante :

$$F3(T) = F3_r (1 + \alpha_2(T-T_r) + \beta_2(T-T_r)^2 + \gamma_2(T-T_r)^3) \quad (2)$$

dans laquelle :

- T_r est la même température de référence que dans l'équation (1);
- $F3_r$ est la fréquence du signal S3 à la température T_r ; et
- α_2 , β_2 , γ_2 sont des facteurs qui dépendent notamment des caractéristiques géométriques, mécaniques et électriques du résonateur 6 et de la valeur choisie pour la température de référence T_r .

[0030] Les deux coefficients α_1 et α_2 , les deux coefficients β_1 et β_2 , ainsi que les deux coefficients γ_1 et γ_2 sont généralement appelés, respectivement, coefficients linéaires, quadratiques et cubiques.

[0031] Pour simplifier les considérations qui vont suivre, on admettra dans un premier temps que les coefficients cubiques γ_1 et γ_2 ont des valeurs très faibles, ce qui est effectivement le cas, de sorte que les termes $\gamma_1(T-T_r)^3$ et $\gamma_2(T-T_r)^3$ qui apparaissent dans l'équation (1) et, respectivement, dans l'équation (2) ci-dessus peuvent être négligés.

[0032] Dans ces conditions, les équations (1) et (2) deviennent respectivement :

$$F2(T) = F2_r (1 + \alpha_1(T-T_r) + \beta_1(T-T_r)^2) \quad (3)$$

et

$$F3(T) = F3_r (1 + \alpha_2(T-T_r) + \beta_2(T-T_r)^2) \quad (4)$$

[0033] Ces équations (3) et (4) montrent que, toujours dans les conditions ci-dessus, les fréquences $F2$ et $F3$ varient de manière parabolique en fonction de la température T . En outre, ces équations (3) et (4) montrent que les fréquences $F2$ et $F3$ ont des valeurs maximales $F2_0$ et, respectivement, $F3_0$ lorsque la température T a des valeurs T_{01} et, respectivement, T_{02} données par les équations suivantes :

$$T_{01} = T_r - \alpha_1/2\beta_1 \quad (5)$$

et

$$T_{02} = T_r - \alpha_2/2\beta_2 \quad (6)$$

[0034] Ces températures T_{01} et T_{02} sont celles qui sont généralement appelées températures d'inversion des résonateurs 5 et, respectivement, 6.

[0035] Pour une raison qui sera rendue évidente plus loin, les caractéristiques des résonateurs 5 et 6 sont notamment déterminées de manière que, d'une part, la fréquence $F2(T)$ soit toujours inférieure à la fréquence $F3(T)$ et, d'autre part, que le coefficient quadratique β_1 soit supérieur au coefficient quadratique β_2 . L'homme du métier verra que ces conditions, ainsi que d'autres conditions qui seront définies plus loin, peuvent être facilement remplies du fait que le résonateur 5 vibre dans un mode de flexion et que le résonateur 6 vibre dans un mode de torsion.

[0036] On admettra également, pour une raison qui sera rendue évidente plus loin, que les caractéristiques des résonateurs 5 et 6 sont déterminées de manière que les températures d'inversion T_{01} et T_{02} soient égales. Les équations (5) et (6) montrent que, dans ces conditions, on a notamment :

$$\alpha_2 = \alpha_1 \beta_2 / \beta_1 \quad (7)$$

5 [0037] On admettra encore, toujours pour une raison qui sera rendue évidente plus loin, que les caractéristiques de résonateurs 5 et 6 sont également déterminées de manière que le rapport des coefficients quadratiques β_1 et β_2 soit égal à l'inverse du rapport des valeurs F_{2r} et F_{3r} que les fréquences $F_2(T)$ et $F_3(T)$ ont à la température de référence T_r ou, en d'autres termes, que l'on ait :

10 $\beta_1 / \beta_2 = F_{3r} / F_{2r}$

ou encore :

15 $F_{2r} = F_{3r} \beta_2 / \beta_1 \quad (8)$

[0038] Comme on l'a vu ci-dessus, la fréquence F_1 du signal S1 fourni par le circuit mélangeur 4 est égale à la différence des fréquences F_3 et F_2 des signaux S3 et, respectivement, S2. Selon les équations (3) et (4), on a donc :

20 $F_1(T) = (F_{3r} - F_{2r}) + (F_{3r} \alpha_2 - F_{2r} \alpha_1)(T - T_r) + (F_{3r} \beta_2 - F_{2r} \beta_1)(T - T_r)^2 \quad (9)$

25 [0039] En remplaçant α_2 et F_{2r} , dans les deuxième et troisième termes de l'équation (9), par leurs valeurs respectives données par les équations (7) et (8), on obtient :

$$F_1(T) = (F_{3r} - F_{2r}) + (F_{3r} \alpha_1 \beta_2 / \beta_1 - F_{3r} \alpha_1 \beta_2 / \beta_1)(T - T_r) + (F_{3r} \beta_2 - F_{3r} \beta_1 \beta_2 / \beta_1)(T - T_r)^2$$

30 [0040] On voit que, dans les conditions définies ci-dessus, les facteurs qui multiplient respectivement les termes $(T - T_r)$ et $(T - T_r)^2$ de l'équation (9) sont nuls. Il en découle que cette équation (9) se réduit à :

$$F_1(T) = F_{3r} - F_{2r} \quad (10)$$

35 [0041] Comme les fréquences F_{2r} et F_{3r} sont indépendantes de la température T , la fréquence F_1 du signal S1 l'est aussi.

40 [0042] Les considérations qui viennent d'être faites sont évidemment aussi valables si l'on tient compte, malgré leur faible valeur, des termes $\gamma_1(T - T_r)^3$ et $\gamma_2(T - T_r)^3$ qui font respectivement partie des équations (1) et (2) ci-dessus. L'homme du métier verra facilement que, dans un tel cas, la variation de la fréquence F_1 du signal S1 en fonction de la température T est donnée par l'équation suivante :

$$F_1(T) = (F_{3r} - F_{2r}) + (F_{3r} \gamma_2 - F_{2r} \gamma_1)(T - T_r)^3 \quad (11)$$

45 Cette équation (11) est celle d'une courbe cubique ayant un point d'inflexion situé à la température T_r .

[0043] L'homme du métier verra facilement que le dernier terme de l'équation (11) a des valeurs extrêmement faibles, de sorte que la fréquence F_1 du signal S1 est, malgré l'influence de ce terme, pratiquement indépendante de la température T .

50 [0044] Il est cependant évident que l'équation (11) ci-dessus ne représente la variation de la fréquence F_1 du signal S1 en fonction de la température T que lorsque les conditions mentionnées ci-dessus sont strictement remplies, c'est-à-dire lorsque les températures d'inversion T_{01} et T_{02} sont égales, et que le rapport des coefficients quadratiques β_1 et β_2 est égal à l'inverse du rapport des fréquences F_{2r} et F_{3r} .

55 [0045] L'homme du métier sait bien que ces conditions ne peuvent généralement pas être remplies facilement lorsque les résonateurs 5 et 6 sont fabriqués en grandes séries. Pour remplir ces conditions, il est évidemment possible de prendre des mesures spéciales lors de la fabrication de ces résonateurs telles que leur tri en fonction de leurs caractéristiques et leur appariement. Mais de telles mesures augmentent évidemment le prix de revient de ces résonateurs, et donc celui du dispositif qui les emploie.

[0046] La déposante a cependant déterminé analytiquement et vérifié par des essais que même si un dispositif tel que le dispositif 1 est fabriqué en utilisant des résonateurs non appariés, tels qu'il sortent de leurs chaînes de fabrication respectives, la variation de la fréquence F1 du signal S1 produit par ce dispositif en fonction de la température T est toujours nettement inférieure à celle du signal fourni par un oscillateur classique comportant un résonateur vibrant dans un mode de flexion ou de torsion.

[0047] Ainsi, par exemple, la déposante a réalisé des dispositifs selon la présente invention en utilisant des résonateurs tels que les températures d'inversion des signaux S2 et S3 diffèrent de 10°C et que le rapport des coefficients β_1 et β_2 n'était égal au rapport inverse des fréquences F_{2r} et F_{3r} qu'à +/- 10 % près.

[0048] La déposante a constaté que, même dans ces conditions extrêmes, la variation de la fréquence F1 dans un domaine de températures allant de - 40°C à +85°C est toujours inférieure à +/- 10 ppm.

[0049] A titre de comparaison, on sait que la fréquence d'un signal fourni par un oscillateur classique varie, dans le même domaine de température, entre 0 et -160 ppm environ lorsque le résonateur de cet oscillateur vibre dans un mode de flexion, et entre 0 et -56 ppm environ lorsque ce résonateur vibre dans un mode de torsion.

[0050] Il faut noter que, de toutes façons, la fréquence F1 du signal S1 suit une courbe sensiblement cubique lorsque la température T varie.

[0051] Il en résulte que les différences de la fréquence F1 du signal S1 ont des signes opposés selon que la température T est supérieure ou inférieure à la température de référence T_r , ce qui assure automatiquement une compensation presque parfaite de ces différences lorsque la température T varie de part et d'autre de cette température de référence T_r .

[0052] L'homme du métier verra que cette variation de la fréquence F1 en fonction de la température T est similaire à celle de la fréquence du signal fourni par un oscillateur comportant un résonateur du type dit AT. Mais l'homme du métier sait également que cette dernière fréquence est, par nature, assez élevée, et qu'il est très souvent nécessaire d'associer à un tel oscillateur un circuit diviseur de fréquence, avec les divers inconvénients, mentionnés ci-dessus, qui sont liés à la présence d'un tel circuit.

[0053] On voit par contre facilement que la fréquence du signal fourni par un dispositif selon la présente invention peut être relativement basse puisqu'elle est égale à la différence des fréquences de deux autres signaux, les signaux S2 et S3 dans l'exemple décrit ci-dessus. Il n'est donc souvent pas nécessaire d'associer un circuit diviseur de fréquence à ce dispositif, ce qui élimine les inconvénients liés à la présence d'un tel circuit. Et même si un circuit diviseur de fréquence doit, pour une raison ou une autre, être associé à un dispositif selon la présente invention, sa consommation d'énergie électrique est beaucoup plus faible que dans le cas d'un oscillateur comportant un résonateur de type AT puisque la fréquence du signal qu'il reçoit est beaucoup plus basse que dans ce dernier cas.

[0054] On voit donc que le dispositif selon la présente invention présente sensiblement le même avantage de stabilité de la fréquence du signal qu'il fournit en fonction de la température qu'un oscillateur comportant un résonateur de coupe AT, sans présenter les inconvénients de ce dernier.

[0055] On voit également que lorsque la température varie, la fréquence du signal fourni par un dispositif selon la présente invention varie de manière continue, sans aucun saut brusque, contrairement à la fréquence des signaux produits par les dispositifs décrits dans les brevets CH 626 500 et CH 631 315 mentionnés ci-dessus. Il en découle que le spectre des fréquences du signal fourni par un dispositif selon la présente invention ne présente qu'un faible nombre de raies et que la position de ces raies est sensiblement indépendante de la température.

[0056] En particulier, on notera que l'on choisira de préférence des coefficients quadratiques β_1 et β_2 et des valeurs de fréquences F_{2r} et F_{3r} dans un rapport entier permettant d'éliminer les composantes parasites du signal de sortie et d'obtenir une grande pureté spectrale. Ce résultat est par exemple avantageusement obtenu par l'utilisation d'un diapason quartz vibrant en flexion pour produire le signal S2 et dont le coefficient quadratique β_1 vaut par expérience sensiblement -0.038 ppm/ $^{\circ}$ C, et par l'utilisation d'un diapason quartz vibrant en torsion pour produire le signal S3 et dont le coefficient quadratique β_2 vaut par expérience sensiblement -0.0126 ppm/ $^{\circ}$ C. Dans ce cas le rapport β_1/β_2 vaut sensiblement 3.

[0057] Afin de satisfaire l'expression (8) ci-dessus, on choisit par ailleurs des valeurs de fréquences F_{2r} et F_{3r} dans un rapport équivalent, soit par exemple égales à 131.072 kHz et 393.216 kHz respectivement. On notera que la fréquence du signal 54 ainsi obtenu à la sortie du circuit mélangeur 4 de la figure 1 est dans un tel cas sensiblement égale à 262.144 kHz, soit avantageusement huit fois la fréquence de 32.768 kHz qui est typiquement désirée dans des applications horlogères. Un circuit diviseur par huit peut ainsi être avantageusement connecté à la sortie du circuit mélangeur 4 afin de dériver un signal à la fréquence de 32.768 kHz. Un tel circuit diviseur est par exemple représenté, en traits interrompus, à la figure 1 dans laquelle il est désigné par la référence 7.

[0058] Il faut encore noter que le dispositif selon la présente invention, contrairement aux dispositifs décrits dans les brevets CH 626 500 et CH 631 315 mentionnés ci-dessus, peut non seulement être agencé de manière que le signal qu'il produit soit formé d'impulsions, mais également de manière que ce signal soit sinusoïdal.

[0059] De nombreuses modifications peuvent évidemment être apportées au dispositif selon la présente invention sans pour autant sortir du cadre de celle-ci.

[0060] Ainsi, les résonateurs tels que les résonateurs 5 et/ou 6 du dispositif de la figure 1 peuvent avoir une forme différente de la forme de diapason qu'ils ont dans ce dispositif, par exemple la forme de barreaux, ou être réalisés dans un matériau piézo-électrique autre que le quartz. Ces résonateurs peuvent aussi être agencés de manière à vibrer dans un autre mode, par exemple un mode d'allongement. Il est cependant évident que quels que soient leur forme, leur matériau, et/ou leur mode de vibration, ces résonateurs doivent être tels que la variation en fonction de la température de la fréquence des signaux produits par les générateurs dont ils font partie soit au moins sensiblement parabolique.

[0061] De même, toujours par exemple, un dispositif selon la présente invention peut comporter, comme cela a déjà été mentionné, un circuit diviseur de fréquence 7 disposé entre la sortie du circuit mélangeur, le circuit 4 de l'exemple décrit ci-dessus, et la sortie du dispositif, la sortie O dans le même exemple.

[0062] Dans cette variante du dispositif selon la présente invention, les signaux S1 et S4 ne sont évidemment plus identiques. En outre, les divers composants du dispositif, notamment les circuits générateurs des signaux S2 et S3, doivent être agencés de manière que la fréquence F4 du signal S4 soit égale au produit de la fréquence F1 du signal S1 par le facteur de division du diviseur de fréquence 7, qui est bien sûr un nombre entier supérieur à 1. Ce résultat est par exemple obtenu selon l'exemple numérique mentionné plus haut dans lequel les valeurs de fréquences F_{2r} et F_{3r} sont choisies égales à 131.072 kHz et 393.216 kHz respectivement.

[0063] On rappellera que, dans la première forme d'exécution du dispositif selon la présente invention, qui a été décrite ci-dessus, le signal S4 constitue directement le signal S1. Dans ce cas, la fréquence F4 du signal S4 est donc égale au produit de la fréquence F1 par le nombre 1.

[0064] D'une manière générale, on peut donc dire que les divers composants d'un dispositif selon la présente invention doivent être agencés de manière que la fréquence du signal S4 produite par le circuit mélangeur soit égale au produit de la fréquence du signal de sortie S1 du dispositif par un nombre entier égal ou supérieur à 1.

[0065] Il faut encore noter que la présence éventuelle d'un diviseur de fréquence tel que le diviseur 7 de la figure 1 entre la sortie du circuit mélangeur, le circuit 4 de cette même figure 1, et la sortie d'un dispositif selon la présente invention ne modifie absolument pas la variation en fonction de la température de la fréquence du signal fourni par cette dernière sortie. Un dispositif selon la présente invention présente donc toujours les mêmes avantages par rapport aux dispositifs connus, qu'il comporte ou non un diviseur de fréquence entre son circuit mélangeur et sa sortie.

30 Revendications

1. Dispositif pour produire un premier signal (S1) ayant une première fréquence (F1), comportant :

- des premiers moyens générateurs (2) pour produire un deuxième signal (S2) ayant une deuxième fréquence (F2) qui varie au moins sensiblement paraboliquement en fonction de la température (T) avec un premier coefficient quadratique (β_1) qui a une première valeur maximale (F₂₀) à une première température d'inversion (T₀₁), et qui a une première valeur déterminée (F_{2r}) à une température de référence (T_r);
- des deuxièmes moyens générateurs (3) pour produire un troisième signal (S3) ayant une troisième fréquence (F3) qui varie également au moins sensiblement paraboliquement en fonction de la température (T) avec un deuxième coefficient quadratique (β_2) différent du premier coefficient quadratique (β_1) qui a une deuxième valeur maximale (F₃₀) à une deuxième température d'inversion (T₀₂) au moins sensiblement égale à ladite première température d'inversion (T₀₁), et qui a une deuxième valeur déterminée (F_{3r}) à ladite température de référence (T_r); et
- des moyens de mélange (4) pour produire un quatrième signal (S4) ayant une quatrième fréquence (F4) égale à la différence entre ladite troisième (F3) et ladite deuxième fréquence (F2);

caractérisé par le fait que lesdits premiers (2) et lesdits deuxièmes moyens générateurs (3) sont agencés de manière que le rapport entre ledit premier (β_1) et ledit deuxième coefficient quadratique (β_2) soit au moins sensiblement égal au rapport entre ladite deuxième (F_{3r}) et ladite première valeur déterminée (F_{2r}), et de manière que ladite quatrième fréquence (F4) soit égale au produit de ladite première fréquence (F1) par un nombre entier égal ou supérieur à 1.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le rapport entre ladite deuxième (F_{3r}) et ladite première valeur déterminée (F_{2r}) est sensiblement égal à un nombre entier.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que celui-ci comporte en outre un circuit diviseur de fréquence (7) connecté à la sortie dudit circuit mélangeur (4) et permettant de dériver ledit premier signal (S1) à partir dudit quatrième signal (S4).

EP 1 117 017 A1

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits premiers moyens générateurs (2) comportent un premier résonateur à quartz (5) agencé pour vibrer en flexion, et en ce que lesdits deuxièmes moyens générateurs (3) comportent un deuxième résonateur à quartz (6) agencé pour vibrer en torsion.

5

10

15

20

25

30

35

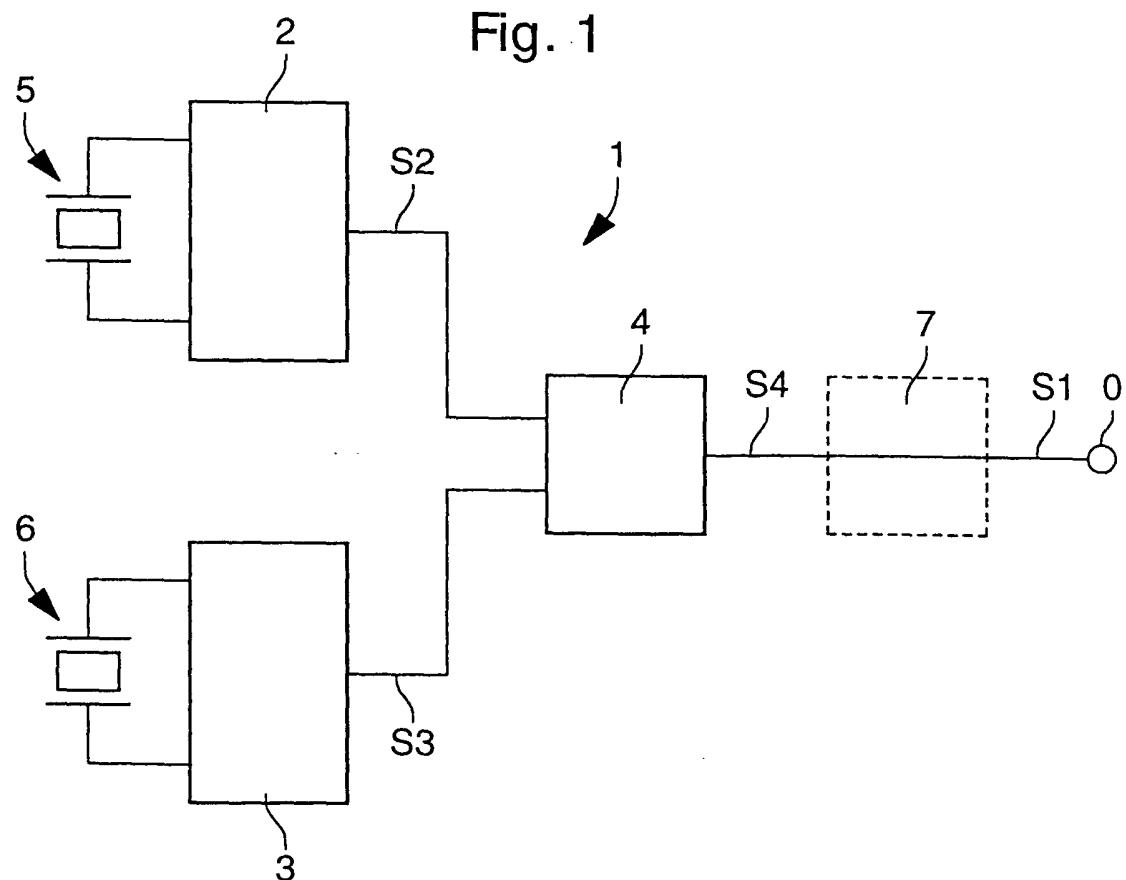
40

45

50

55

Fig. 1





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 10 0427

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
Y	US 4 345 221 A (ZUMSTEG ALPHONSE) 17 août 1982 (1982-08-17) * colonne 1, ligne 63 - colonne 2, ligne 63 *	1-4	G04G3/02
Y	DE 23 60 656 A (STANDARD ELEKTRIK LORENZ AG) 3 juillet 1975 (1975-07-03) * page 2, alinéa 3 - page 4, alinéa 1 *	1-3	
Y	GB 2 006 520 A (SUWA SEIKOSHA KK) 2 mai 1979 (1979-05-02) * page 1, ligne 21 - ligne 83 *	4	
A	FR 982 491 A (SOCIETE FRANCAISE RADIO-ELECTRIQUE) 11 juin 1951 (1951-06-11) * page 2, colonne de gauche, alinéa 3 - colonne de droite, alinéa 1 *	1-4	
A	CH 15 278/65 A4 (CENTRE ELECTRONIQUE HORLOGER S.A.) 30 novembre 1967 (1967-11-30) * page 1, alinéa 1 - alinéa 4 *	1-4	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) G04G G04F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE	Date d'achèvement de la recherche 3 juillet 2000	Examinateur Exelmans, U	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 00 10 0427

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du.
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

03-07-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4345221 A	17-08-1982	CH 621680 A DE 3061991 D EP 0019591 A JP 55154807 A	27-02-1981 24-03-1983 26-11-1980 02-12-1980
DE 2360656 A	03-07-1975	AUCUN	
GB 2006520 A	02-05-1979	JP 1450833 C JP 54118192 A JP 62052966 B JP 54040591 A	11-07-1988 13-09-1979 09-11-1987 30-03-1979
FR 982491 A	11-06-1951	AUCUN	
CH 1527865 D		AUCUN	