

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **721 331 A1**

(51) Int. Cl.: **G04D** **7/12** (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 001325/2023

(22) Date de dépôt: 27.11.2023

(43) Demande publiée: 13.06.2025

(71) Requéant:
Richemont International SA, Route des Biches 10
1752 Villars-sur-Glâne (CH)

(72) Inventeur(s):
Frédéric Georges, 25500 Morteau (FR)
Vincent Chritin, 01170 Cessy (FR)
Benoit Rey, 1040 Echallens (CH)
Olivier Steiner, 2014 Bôle (CH)
Eric Van Lancker, 1290 Chavannes-des-Bois (CH)

(74) Mandataire:
Novagraaf International SA, Chemin de l'Echo 3
1213 Onex (CH)

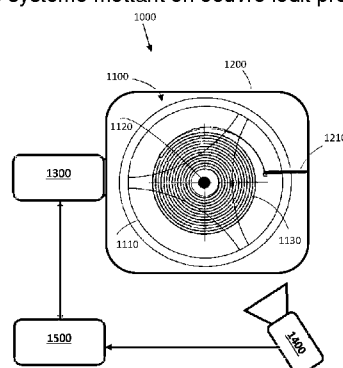
(54) **Procédé et système de mesure d'un paramètre de fonctionnement d'un oscillateur pour montre mécanique**

(57) L'invention concerne un procédé de mesure d'un paramètre de fonctionnement d'un oscillateur (1100) pour une montre mécanique.

L'oscillateur comprend au moins un élément d'inertie (1110) et un élément élastique de rappel (1130) ayant une extrémité solidaire de l'élément d'inertie et une extrémité libre. Le procédé comporte les étapes:

- monter l'oscillateur sur un posage (1200) en fixant l'extrémité libre de l'élément élastique de rappel à une portion d'ancrage (1210) au posage ;
- imposer un mouvement prédéfini à au moins une partie du posage de manière à générer et augmenter une oscillation de l'oscillateur ;
- lorsqu'une amplitude d'oscillation de l'oscillateur a atteint ou dépassé un seuil prédéterminé, interrompre ledit mouvement prédéfini imposé au posage ;
- faire au moins une mesure du paramètre de fonctionnement de l'oscillateur en mode d'oscillation libre après interruption du mouvement prédéfini.

L'invention porte aussi sur un système de mesure d'un paramètre de fonctionnement d'un oscillateur pour une montre mécanique, ce système mettant en oeuvre ledit procédé.



Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine des mesures d'un organe de régulation pour montre mécanique. L'invention concerne plus particulièrement un procédé de mesure d'un facteur de qualité d'un oscillateur pour une montre mécanique.

Etat de la technique

[0002] Un mouvement de montre mécanique comporte un organe pour assurer une fonction de régulation. Cet organe de régulation est un système oscillant ou oscillateur mécanique comprenant un élément d'inertie et un élément élastique de rappel. La fréquence propre du système oscillant permet de réguler la marche de la montre.

[0003] Dans de nombreuses montres mécaniques, l'organe de régulation est un système à balancier-spiral composé d'un volant d'inertie appelé balancier, pourvu d'un axe, et d'un ressort en spirale appelé spiral. L'une des extrémités du ressort en spirale est fixée à l'axe du balancier par une virole, et son autre extrémité est fixée à un pont par l'intermédiaire d'un piton.

[0004] Si on laisse osciller librement un système oscillant tel qu'un balancier-spiral après avoir déplacé le balancier d'un angle ou amplitude ou élongation, d'au moins 300° depuis une position de repos, son amplitude diminue et l'oscillation est amortie du fait d'une perte d'énergie due à la résistance de l'air sur le balancier, aux frottements de pivots de l'axe du balancier et aux frottements internes de la matière du spiral.

[0005] Le facteur de qualité Q de l'oscillateur est une valeur sans unité qui caractérise l'amortissement de l'oscillateur libre. Cette valeur n'est pas une constante et change avec l'amplitude des oscillations. Le facteur de qualité Q est donné par la formule:

[équation 1]

$$Q = \frac{\pi}{\log\left(\frac{\theta}{\theta - \Delta\theta}\right)} \approx \frac{\pi\theta}{\Delta\theta}$$

où:

θ représente l'amplitude ou élongation de l'oscillateur ;

$\Delta\theta$ représente la perte d'amplitude à l'oscillation.

[0006] Le facteur de qualité d'un balancier-spiral est typiquement compris entre 150 et 300.

[0007] Pour mesurer le facteur de qualité d'un oscillateur, par exemple un balancier-spiral, il est nécessaire d'armer le spiral et ainsi déplacer le balancier d'un angle suffisant, typiquement supérieur à 350°, par exemple 600°, puis de le laisser osciller librement tout en mesurant la perte ou décroissance d'amplitude de l'oscillateur.

[0008] On connaît différentes méthodes pour mettre en mouvement l'oscillateur.

[0009] Une première méthode consiste à mettre en oscillation l'oscillateur avec un flux d'air correctement orienté, qui est produit par une soufflette. En mode manuel, le flux d'air est produit par une soufflette manipulée par un opérateur. L'opérateur doit généralement s'y prendre à plusieurs fois pour mettre en oscillation l'oscillateur, ce qui s'avère fastidieux. En outre, le flux d'air met potentiellement l'oscillateur dans un mode de fonctionnement non naturel, ce qui peut impacter la qualité et la reproductibilité de la mesure. Il risque aussi de contaminer le système par des poussières ou particules présentes dans le flux d'air. En mode automatique, le flux d'air est amené par un tuyau depuis un générateur de flux d'air. La reproductibilité des mesures est ainsi potentiellement améliorée. Toutefois, le tuyau d'amenée d'air s'avère encombrant lors des mesures, notamment lorsqu'il faut faire plusieurs mesures en plusieurs positions et/ou orientations de l'oscillateur.

[0010] Une deuxième méthode consiste à déplacer et mettre en mouvement l'oscillateur avec une paire de brucelles manipulée par un opérateur. Cette méthode s'avère délicate, fastidieuse et est peu reproductible. En outre, elle peut potentiellement endommager l'oscillateur du fait de sa fragilité.

[0011] La présente invention a pour but de proposer une approche exempte des inconvénients ci-dessus, qui permette de mettre un oscillateur horloger en oscillation libre de façon simple, reproductible et sans risque d'endommagement, en vue notamment de mesurer le facteur de qualité de l'oscillateur.

Divulguation de l'invention

[0012] De façon plus précise, un premier aspect de l'invention concerne un procédé de mesure d'un paramètre de fonctionnement d'un oscillateur pour une montre mécanique, l'oscillateur comprenant au moins un élément d'inertie et un

élément élastique de rappel ayant une extrémité solidaire de l'élément d'inertie et une extrémité libre et, le procédé de mesure comportant les étapes suivantes:

- monter l'oscillateur sur un posage en fixant l'extrémité libre de l'élément élastique de rappel à une portion d'ancrage du posage;
- imposer un mouvement prédéfini à au moins une partie du posage de manière à générer et augmenter une oscillation de l'oscillateur ;
- lorsqu'une amplitude d'oscillation de l'oscillateur a atteint ou dépassé un seuil prédéterminé, interrompre ledit mouvement prédéfini imposé au posage ;
- faire au moins une mesure du paramètre de fonctionnement de l'oscillateur en mode d'oscillation libre après interruption du mouvement prédéfini.

[0013] La présente invention permet de réguler l'énergie transmise à l'oscillateur, de façon contrôlée, grâce au mouvement prédéfini imposé au posage ou à une partie du posage de sorte à générer une oscillation de l'oscillateur et augmenter l'amplitude d'oscillation. Le posage, ou la partie du posage, sollicité par le mouvement prédéfini M, peut être couplé ou assemblé ou fixé à une partie de l'oscillateur, telle que l'extrémité libre de l'élément élastique de rappel, de sorte à transmettre le mouvement prédéfini imposé, et ainsi de l'énergie régulée et contrôlée, à l'oscillateur et en particulier à sa pièce mobile, le balancier. Grâce à cela, le procédé de mesure de l'invention est simple à mettre en œuvre, sans risque d'endommagement de l'oscillateur, fiable et reproductible.

[0014] Dans un mode de réalisation, lors de l'étape b., on impose le mouvement prédéfini à au moins ladite portion d'ancrage du posage.

[0015] Avantageusement, dans l'étape b., le mouvement prédéfini comporte des déplacements à des instants prédéterminés qui ont pour effet de faire entrer l'oscillateur en résonance.

[0016] Dans l'étape b., les déplacements peuvent être exécutés sur la base d'une fréquence égale à (ou sensiblement égale à) une fréquence de résonance de l'oscillateur, ou à un sous-multiple de la fréquence de résonance de l'oscillateur, ou à une fraction de la fréquence de résonance.

[0017] Les déplacements peuvent être exécutés de façon régulière à des instants prédéterminés sur la base de la fréquence f.

[0018] Alternativement, les déplacements peuvent être exécutés de façon irrégulière à des instants prédéterminés sur la base de la fréquence f. Le mouvement prédéfini imposé au posage, ou à une partie du posage, est composé de déplacements ou sollicitations répétés de façon régulière ou irrégulière, sur la base d'un rythme prédéterminé. L'oscillateur sollicité ou excité par l'intermédiaire du posage ou d'une partie du posage accroche à la cadence imposée puis entre en résonance. Une fois mis en résonance, et sous l'effet des déplacements ou sollicitations répétés, l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur augmente jusqu'à une amplitude maximale souhaitée. Lorsque celle-ci est atteinte, les sollicitations sont interrompues, autrement dit on arrête d'imposer le mouvement prédéfini au posage ou à une partie du posage, et l'oscillateur peut alors osciller librement.

[0019] Dans un mode réalisation particulier, dans l'étape b. ou au moins pendant une partie de l'étape b., les déplacements peuvent avoir une amplitude de valeur fixe prédéterminée. L'amplitude de chacun des déplacements imposés au posage ou à une partie du posage est déterminée de manière à transmettre suffisamment d'énergie à l'oscillateur pour atteindre au moins l'amplitude maximale souhaitée.

[0020] Avantageusement, l'étape b. peut comprendre une phase initiale lors de laquelle l'amplitude des déplacements augmente progressivement dans le temps jusqu'à ladite valeur d'amplitude fixe prédéterminée. Cela permet de solliciter doucement l'oscillateur en début d'excitation.

[0021] Avantageusement, dans l'étape b., les déplacements ont une durée inférieure ou égale à la durée d'une alternance de l'oscillateur, de préférence inférieure à la moitié de la durée d'une alternance de l'oscillateur, de préférence encore inférieure au cinquième de la durée d'une alternance de l'oscillateur.

[0022] Dans un mode de réalisation particulier, l'oscillateur comportant un couple balancier-spiral, lors de l'étape b., les déplacements sont des rotations autour d'un axe de rotation.

[0023] Les rotations peuvent être effectuées alternativement dans un sens puis dans l'autre, ou bien toutes dans le même sens.

[0024] Avantageusement, lors de l'étape a., l'oscillateur est monté en liaison pivot sur le posage, l'axe de pivotement de l'oscillateur étant positionné parallèlement, ou sensiblement parallèlement, à l'axe de rotation des déplacements lors de l'étape b.

[0025] Dans un mode de réalisation particulier, lors de l'étape a., l'oscillateur peut être monté entre un pont et une platine.

[0026] Ledit mouvement prédéfini est avantageusement appliqué par un dispositif d'entraînement en mouvement.

[0027] Dans un mode de réalisation particulier, l'étape b. comporte une étape de mesure, à l'aide d'un dispositif de mesure, de l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur et une étape de détection pour détecter lorsque l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur atteint ou dépasse le seuil prédéterminé.

[0028] L'invention concerne aussi un système de mesure d'un paramètre de fonctionnement d'un oscillateur pour une montre mécanique, l'oscillateur comprenant au moins un élément d'inertie et un élément élastique de rappel ayant une extrémité solidaire de l'élément d'inertie et une extrémité libre, comportant:

- un posage agencé pour recevoir l'oscillateur, ledit posage étant pourvu d'une portion d'ancrage de l'extrémité libre de l'oscillateur;
- un dispositif d'entraînement en mouvement d'au moins une partie du posage ;
- un dispositif de mesure configuré pour mesurer une amplitude d'oscillation de l'oscillateur ;
- et des moyens adaptés pour exécuter les étapes de la méthode précédemment définie.

[0029] L'invention concerne aussi un programme d'ordinateur comprenant des instructions qui conduisent le système défini ci-dessus à exécuter les étapes de la méthode précédemment définie.

Brève description des dessins

[0030] D'autres détails de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- la figure 1 montre, de façon schématique et simplifiée, un système de mesure d'un facteur de qualité d'un oscillateur pour montre mécanique, par exemple un système à balancier-spiral, selon une forme de réalisation particulière ;
- les figures 2A à 2C montrent, de façon schématique et simplifiée, un ensemble comportant un posage sur lequel est monté un oscillateur et un dispositif d'entraînement, selon différentes formes de réalisation ;
- la figure 3 représente un organigramme d'un procédé de mesure d'un paramètre de fonctionnement d'un oscillateur, selon un mode de réalisation particulier ;
- la figure 4 représente des résultats de mesure d'un facteur de qualité de l'oscillateur.

Mode de réalisation de l'invention

[0031] La figure 1 est une représentation schématique, simplifiée, d'un système de mesure 1000 d'un paramètre de fonctionnement d'un oscillateur mécanique 1100 pour montre ou pièce d'horlogerie en mode d'oscillation libre. Le paramètre de fonctionnement de l'oscillateur 1100 peut être un facteur de qualité Q, un paramètre d'isochronisme, ou tout autre paramètre de fonctionnement ou de marche de l'oscillateur 1100 mesurable en mode d'oscillation libre.

[0032] L'oscillateur mécanique 1100 comprend deux éléments fonctionnels appariés l'un à l'autre: un élément d'inertie 1110 et un élément élastique de rappel 1130 ayant une première extrémité appariée à, ou jointe à, ou solidaire de l'élément d'inertie 1110 et une deuxième extrémité libre (non appariée à l'élément d'inertie 1110). La première extrémité de l'élément élastique de rappel 1130 peut être fixée, préférentiellement rigidement fixée, à l'élément d'inertie. En variante, l'élément d'inertie 1110 et l'élément élastique 1130 peuvent former une pièce monobloc.

[0033] L'oscillateur mécanique 1100 peut être un système à balancier-spiral comportant un volant d'inertie appelé balancier 1110, et un ressort en spirale appelé spiral 1130. Le balancier 1110 est pourvu d'un axe 1120 ayant deux extrémités munies de pivots. L'une des extrémités du spiral 1130 est par exemple fixée à l'axe 1120 du balancier 1110 par l'intermédiaire d'une virole. Dans certaines formes de réalisation, l'extrémité libre du spiral 1130 peut être fixée, par exemple goupillée ou collée, dans un piton servant à fixer le spiral 1130 à un pont de balancier dans lequel pivote l'une des extrémités de l'axe 1120 du balancier 1110, l'autre extrémité de l'axe du balancier 1110 pivotant dans une platine, notamment lorsque le balancier-spiral 1100 est monté dans un mouvement horloger.

[0034] Toutefois, on pourrait envisager d'appliquer la présente méthode de mesure à un autre type d'organe de régulation pour montre mécanique, par exemple à celui décrit dans le brevet EP3210082B1.

[0035] L'appareil de mesure 1000 permet de mesurer un paramètre de fonctionnement de l'oscillateur 1100, par exemple un facteur de qualité Q de l'oscillateur 1100.

[0036] Un facteur de qualité Q d'un oscillateur est donné par la formule:

[équation 1]

$$Q = \frac{\pi}{\log\left(\frac{\theta}{\theta - \Delta\theta}\right)} \approx \frac{\pi\theta}{\Delta\theta}$$

où:

. θ représente l'amplitude ou élongation de l'oscillateur,

. $\Delta\theta$ représente la perte d'amplitude à l'oscillation.

[0037] Une opération de mesure du facteur de qualité Q d'un oscillateur mécanique pour montre horlogère nécessite de déplacer l'oscillateur d'une certaine amplitude ou élongation (angle entre la position de repos et une position quelconque du balancier), par exemple d'un angle supérieur à 300° dans le cas d'un balancier-spiral, puis de le laisser osciller librement (i.e., en mode d'oscillation libre, non entretenu) tout en mesurant la décroissance d'amplitude d'oscillation résultant de la perte d'énergie due aux frottements.

[0038] Le système de mesure 1000 peut comprendre un posage 1200 agencé pour supporter et/ou tenir l'oscillateur 1100, un dispositif d'entraînement en mouvement 1300, un dispositif de mesure 1400, et des moyens de contrôle 1500, ou un système de contrôle, adaptés pour contrôler le fonctionnement du système de mesure 1000.

Le posage

[0039] Le posage 1200 est un dispositif support permettant de tenir l'oscillateur 1100 pour permettre ici une opération de mesure. Il comprend des moyens permettant de monter l'oscillateur 1100 sur le posage 1200. Le posage 1200 comprend notamment une portion d'ancrage 1210 dans laquelle on peut ancrer ou fixer ou solidariser l'extrémité libre de l'élément élastique de rappel 1130 de l'oscillateur 1100, ici l'extrémité libre du spiral 1130.

[0040] Au moins une partie du posage 1200 est couplée ou reliée au dispositif d'entraînement 1300 de manière à ce que le dispositif d'entraînement 1300 impose ou applique un mouvement prédéterminé M à au moins une partie du posage 1200. Le posage, ou la partie du posage, à qui le mouvement prédéterminé M est imposé est agencé pour transmettre ce mouvement M à au moins une partie de l'oscillateur 1100 (par exemple, l'extrémité libre du spiral ou l'axe de balancier), comme cela sera explicité plus en détail par la suite.

[0041] L'ensemble comportant le posage 1200 et le dispositif d'entraînement 1300 peut être réalisé selon différentes formes de réalisation.

[0042] Selon une première forme de réalisation, représentée schématiquement sur la figure 2A, les moyens permettant de monter l'oscillateur 1100 sur le posage 1200 peuvent comprendre deux paliers ou pièces support 1220A, 1220B entre lesquels l'oscillateur 1100 peut être monté en liaison pivot autour d'un axe AX0. Les deux paliers 1220A, 1220B sont agencés pour recevoir les deux extrémités de l'axe 1120 du balancier 1110. Chaque palier 1220A, 1220B peut comporter un trou pour recevoir le pivot de l'une des extrémités de l'axe de balancier 1120. La portion d'ancrage 1210 de l'extrémité libre du spiral 1130 est ici portée, couplée à l'un des deux paliers 1220A, par exemple fixée au palier 1220A. Les deux paliers 1220A, 1220B peuvent être solidaires en mouvement l'un à l'autre, l'un au moins des deux paliers étant couplé ou relié au dispositif d'entraînement 1300. Les deux paliers 1220A, 1220B peuvent ainsi être entraînés en mouvement, ici en rotation autour d'un axe de rotation AX1, par le dispositif d'entraînement 1300, comme cela sera décrit plus en détail ultérieurement. Le dispositif d'entraînement 1300 est agencé pour appliquer le mouvement prédéfini M aux paliers 1220A, 1220B.

[0043] D'une manière générale, l'axe de rotation AX1 du dispositif d'entraînement 1300 est parallèle ou sensiblement parallèle à l'axe de pivotement AX0 de l'oscillateur 1100. Les deux axes AX0, AX1 peuvent être coaxiaux ou alignés. Toutefois, la coaxialité entre les deux axes AX0, AX1 est optionnelle. En variante, ces deux axes AX0, AX1 peuvent être parallèles mais décalés ou excentrés l'un par rapport à l'autre. Dans ce cas, en fonctionnement, il existe un effet de levier ou d'amplification dû à cette excentricité formant en quelque sorte un bras de levier.

[0044] Selon une deuxième forme de réalisation représentée sur la figure 2B, basée sur la première forme de réalisation, les deux paliers 1220A, 1220B ne sont pas solidaires en mouvement l'un à l'autre. Seul le palier 1220A portant la portion d'ancrage 1210 est couplé au dispositif d'entraînement 1300 et peut être entraîné en rotation autour de l'axe AX1 par celui-ci, l'autre palier 1220B restant statique. Le dispositif d'entraînement 1300 est agencé pour appliquer le mouvement M seulement au palier 1220A. Dans ce cas, l'axe AX1 doit être parallèle, préférentiellement coaxial ou sensiblement coaxial, avec l'axe AX0.

[0045] Selon une troisième forme de réalisation, représentée sur la figure 2C, le posage 1200 peut être adapté pour tenir une platine 1140 sur laquelle est fixé un pont de balancier 1150. Le posage 1200 peut comprendre une portion de soutien 1230 adaptée pour supporter et/ou tenir la platine 1140 sur laquelle est monté le pont de balancier 1150. Des moyens,

par exemple des moyens de serrage, peuvent être prévus pour tenir, fixer la platine 1140 sur la portion de soutien 1230. Dans ce cas, la platine 1140 et le pont de balancier 1150 font partie du posage 1200 permettant de tenir l'oscillateur 1100. Le balancier-spiral 1100 est monté en liaison pivot entre la platine 1140 et le pont 1150, par les extrémités de l'axe du balancier 1120, et se trouve ainsi monté en liaison pivot sur le posage 1200. L'extrémité libre du spiral 1130 est pitonnée ou fixée à une portion d'ancrage 1210 portée ici par le pont de balancier 1150. Le dispositif d'entraînement 1300 est ici couplé, relié à la portion de soutien 1230 de manière à entraîner celle-ci en rotation autour de l'axe AX1. Le dispositif d'entraînement 1300 est agencé pour appliquer le mouvement prédéfini M à la portion de soutien 1230.

[0046] Une quatrième forme de réalisation est basée sur l'une quelconque des première et troisième formes de réalisation. Selon cette quatrième forme de réalisation, le dispositif d'entraînement 1300 est couplé seulement à la portion d'ancrage 1210 et ainsi agencé pour imposer le mouvement prédéterminé M uniquement à la portion d'ancrage 1210 montée pivotante ou plus généralement mobile, le reste du posage 1200 (paliers 1220A, 1220B, ou portion de soutien 1230, platine 1140 et pont de balancier 1150) restant statique.

[0047] Une cinquième forme de réalisation est basée sur l'une quelconque des première ou troisième formes de réalisation. Selon cette cinquième forme de réalisation, le posage 1200 comprend une portion d'attache à l'axe 1120 du balancier 1110 ou à la virole du spiral 1130. Le dispositif d'entraînement 1300 est couplé à cette portion d'attache (mobile par rapport au reste du posage) et ainsi agencé pour imposer le mouvement prédéterminé M uniquement à cette portion d'attache de manière à transmettre le mouvement M à l'axe de balancier 1120 ou à la virole, le reste du posage restant statique (paliers 1220A, 1220B, ou portion de soutien 1230, platine 1140 et pont de balancier 1150) .

Le dispositif d'entraînement

[0048] Comme précédemment indiqué, le dispositif d'entraînement 1300 est agencé pour appliquer ou imposer un mouvement prédéfini M à au moins une partie du posage 1200, elle-même agencée pour transmettre ce mouvement M à au moins une partie de l'oscillateur 1100, de manière à générer et augmenter une oscillation de l'oscillateur 1100. Le mouvement M peut être imposé à tout le posage 1200, ou bien seulement à une partie du posage 1200. D'une manière générale, tout mouvement M qui permet de générer une oscillation de l'oscillateur 1100 à l'état libre, et d'augmenter l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 1100 peut être implémenté. Le mouvement M sera décrit plus en détail dans la description du procédé.

[0049] Le dispositif d'entraînement 1300 peut comprendre un moteur agencé pour entraîner en rotation un arbre moteur autour de l'axe de rotation ou d'entraînement AX1, l'arbre moteur étant couplé ou assemblé à au moins une partie du posage 1200, comme précédemment décrit.

Le dispositif de mesure

[0050] Le dispositif de mesure 1400 est agencé pour mesurer de manière générale le mouvement du balancier 1110 et plus particulièrement l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 1100. Il peut comprendre un capteur optique, par exemple un capteur laser. Celui-ci peut être agencé pour émettre un faisceau laser en direction du balancier-spiral 110 et détecter un changement d'état du faisceau laser à chaque interception du faisceau laser par un bras du balancier 1110 oscillant. Toutefois, tout autre type de capteur de mesure permettant de mesurer le mouvement du balancier 1110 et plus particulièrement l'amplitude de l'oscillateur 1100 peut être utilisé (par exemple, capteur de mesure doppler sur la serge du balancier, caméra observant le mouvement latéral des spires du spiral ou un point du balancier, ...).

Moyens de contrôle (ou système de contrôle)

[0051] Les moyens de contrôle (ou le système de contrôle) 1500 sont agencés pour contrôler le fonctionnement du système de mesure 1000. Ils sont adaptés pour mettre en œuvre les étapes du procédé de mesure, décrit ci-après, selon un mode particulier de réalisation.

[0052] Les moyens de contrôle comprennent des éléments hardware et des éléments software. Ils peuvent comprendre au moins un processeur et au moins une mémoire stockant des instructions qui, lorsqu'elles sont exécutées par le ou les processeurs, conduise le système de mesure 1000 à exécuter les étapes de la méthode de mesure décrite ci-après.

[0053] Dans une forme de réalisation particulière, le système de mesure 1000 peut comprendre un appareil de mesure intégrant le posage 1200, le dispositif d'entraînement 1300 et le dispositif de mesure 1400, et un dispositif ou contrôleur externe à l'appareil de mesure et connecté à celui-ci, par exemple un ordinateur. Les moyens de contrôle 1500 peuvent être intégrés en tout ou partie dans le dispositif externe. En variante, les moyens de contrôle pourraient être internes à l'appareil de mesure.

[0054] En référence à la figure 3, on va maintenant décrire une méthode de mesure d'un paramètre de fonctionnement, par exemple le facteur de qualité Q, de l'oscillateur, ou organe de régulation, 1100 pour montre mécanique, selon un mode de réalisation particulier. Ce procédé correspond au fonctionnement du dispositif de mesure 1000. L'oscillateur 1100 est ici un système à balancier-spiral. Toutefois, la méthode de mesure pourrait s'appliquer à un autre type d'oscillateur mécanique.

[0055] L'oscillateur 1100 peut être initialement intégré dans un mouvement de montre mécanique. Dans ce cas, lors d'une étape préalable E0, l'oscillateur 1100 est extrait ou séparé du mouvement de la montre. Il peut être extrait du mouvement

seul ou avec la platine et le pont de balancier du mouvement. Alternativement, il peut rester intégré mais déconnecté de l'échappement, en n'assemblant pas ou en retirant l'ancre par exemple.

[0056] Lors d'une étape E1, on monte l'oscillateur 1100 en liaison pivot sur le posage 1200 en ancrant ou fixant ou pitonnant l'extrémité libre de l'élément élastique de rappel, ici du spiral 1130, à la portion d'ancrage 1210 du posage 1200.

[0057] L'oscillateur 1100 monté sur le posage 1200 est à l'état libre. A cet effet, l'oscillateur 1100 peut être monté sans échappement. L'oscillateur 1100 à l'état libre n'a pas d'autre interaction mécanique extérieure que celles liées aux contacts des deux extrémités de l'axe de balancier dans des pierres de pivotement et à la liaison entre le spiral et la portion d'ancrage au travers du piton par exemple. Le posage 1200 est adapté pour permettre à l'oscillateur 1100 d'osciller librement, s'il a été préalablement mis en mouvement et lorsque le posage 1200 est statique, autrement dit qu'aucun mouvement n'est imposé au posage ou à une partie du posage par le dispositif d'entraînement 1300. L'oscillateur à l'état libre est réduit à ses composants de base incluant essentiellement ici le balancier 1110 muni de son axe 1120 et le spiral 1130. Il peut également inclure un piton et une virole, comme précédemment décrit.

[0058] Dans l'exemple de la figure 2A, lors de l'étape E1, les deux pivots de l'axe de balancier 1120 sont introduits dans les trous ou paliers de réception respectifs ménagés dans les deux paliers 1220A, 1220B du posage 1200. Ensuite, l'extrémité libre du spiral 1130 est fixée à la portion d'ancrage 1210 du posage 1200, par exemple par un piton.

[0059] Dans l'exemple de la figure 2B, lors de l'étape E1, on fixe sur la portion de soutien 1230 l'ensemble de la platine 1140 et du pont de balancier 1150 sur lequel le balancier-spiral 1100 est monté en liaison pivot. L'extrémité libre du spiral 1130 est fixée à la portion d'ancrage 1210 qui est couplée ou fixée au pont 1150, ou bien intégrée au pont 1150, par exemple par l'intermédiaire d'un piton. Comme précédemment indiqué, dans ce cas, la platine 1140 et le pont de balancier 1150 font partie du posage 1200 permettant de tenir l'oscillateur 1100 pendant l'opération de mesure.

[0060] L'étape E1 peut être effectuée par un opérateur. Elle pourrait être réalisée par un robot, de préférence automatiquement.

[0061] A l'issue de l'étape de montage E1, le balancier-spiral 1100 est monté en liaison pivot sur le posage 1200 statique et l'extrémité libre du spiral 1130 est couplée ou ancrée ou fixée à la portion d'ancrage 1210 du posage 1200. L'oscillateur 1100 est à l'état libre.

[0062] Lors d'une étape suivante E2, le dispositif d'entraînement 1300 impose, c'est-à-dire applique, un mouvement prédéfini M à au moins une partie du posage 1200 pour générer et augmenter une oscillation de l'oscillateur 1100.

[0063] Le mouvement M peut être appliqué à l'ensemble du posage 1200, ou seulement à une partie du posage 1200, par exemple à:

- une partie du posage sur laquelle est fixée (ou portant) la portion d'ancrage 1210 de l'extrémité libre de l'élément élastique de rappel 1130, ou
- la portion d'ancrage 1210 de l'extrémité libre de l'élément élastique de rappel 1130, ou
- la portion d'attache à l'axe de balancier 1130 précédemment décrite, ou
- toute autre partie du posage 1200 accouplée à une partie de l'oscillateur 110.

[0064] Le mouvement prédéfini M va maintenant être décrit de façon plus détaillée.

[0065] Le mouvement M comporte des déplacements ou sollicitations à des instants prédéterminés qui ont pour effet de faire entrer l'oscillateur 1100 en résonance. Dans le cas du balancier-spiral 1100, les déplacements ou sollicitations sont des rotations autour de l'axe d'entraînement AX1 qui est parallèle ou sensiblement parallèle à l'axe AX0 de pivotement de l'axe du balancier 1130. Plus précisément, les sollicitations sont des rotations courtes, ou impulsions de rotation.

[0066] Les déplacements constituant le mouvement M peuvent être répétitifs, ou cycliques, et/ou cadencés, exécutés avec une fréquence f qui peut être égale à, ou sensiblement égale à:

- une fréquence de résonance f_0 de l'oscillateur 1100, ou
- un sous-multiple de la fréquence de résonance f_0 de l'oscillateur 1100, autrement dit f_0/N avec N entier supérieur à 1, ou
- une fraction de la fréquence de résonance f_0 de l'oscillateur 1100, autrement dit $\frac{p}{q} * f_0$ avec $p < q$ et p, q entiers.

[0067] D'une manière plus générale, les déplacements constituant le mouvement M peuvent être exécutés selon ou sur la base de la fréquence f telle que décrite ci-dessus, de façon régulière ou irrégulière. En d'autres termes, les déplacements composant le mouvement M peuvent être exécutés en respectant le timing (i.e., des instants prédéterminés) imposé par la fréquence f mais de façon régulière ou irrégulière. En effet, la fréquence f fixe une cadence ou un tempo qui définit une répétition ou succession d'instants prédéterminés t1, t2, ... qui se succèdent de façon régulière. Les déplacements ou sollicitations composant le mouvement M peuvent être exécutés (ou déclenchés) de façon régulière à chacun de ces instants prédéterminés t1, t2, ..., autrement dit à la fréquence f, ou bien à une partie de ces instants prédéterminés t1, t2, ..., de façon régulière ou irrégulière (par exemple, aléatoirement à certains des instants prédéterminés). A titre d'exemple purement illustratif et non limitatif, le mouvement M peut être basé sur un motif de type 10011010100111 où chaque bit

correspond ici à un instant prédéterminé t_1 , t_2 , selon la fréquence ou cadence f : la valeur 1 correspond à un déplacement et la valeur 0 correspond à l'absence de déplacement. D'une manière générale, il suffit en effet de transférer de l'énergie à l'oscillateur 1100 au bon moment et assez souvent pour augmenter les oscillations.

[0068] La fréquence de résonance f_0 correspond ici à la fréquence propre d'oscillation autour de l'axe du balancier 1130 de l'oscillateur 1100.

[0069] Selon la fréquence f d'exécution des déplacements, les rotations ou impulsions de rotation peuvent être effectuées dans un sens ou dans l'autre sens, par exemple alternativement dans un sens puis dans l'autre, ou toutes dans le même sens. Par exemple, si la fréquence f est égale, ou sensiblement égale, à f_0 ou f_0/N , les rotations sont toutes dans le même sens. En revanche, si la fréquence f est égale à, ou sensiblement égale à, une fraction non entière de la fréquence f_0 , par exemple $\frac{1}{2} \cdot f_0$, les rotations peuvent être exécutées dans un sens puis dans l'autre ici toutes les trois alternances.

[0070] En outre, les déplacements du mouvement M ont une amplitude, en l'espèce un angle δ , prédéfinie. Lors d'une première phase transitoire ou initiale, l'amplitude (angle δ) de chaque déplacement peut être initialement faible, par exemple de l'ordre de 1° , et être augmentée progressivement jusqu'à une valeur d'excitation prédéterminée δ_{exc} de plusieurs degrés. Ensuite, lors d'une deuxième phase, l'amplitude des déplacements peut être fixe, égale à la valeur d'excitation prédéterminée δ_{exc} . Typiquement, l'angle d'excitation δ_{exc} peut être compris entre 1° et 20° , préférentiellement entre 2° et 8° . Pour un oscillateur tel que celui décrit dans EP3210082B1, l'angle d'excitation δ_{exc} peut être compris entre $0,01^\circ$ et $0,1^\circ$.

[0071] Lors de l'étape E2, la phase initiale d'augmentation de l'amplitude des déplacements permet de mettre l'oscillateur 1100 dans un état qui est proche de son fonctionnement nominal dans la montre, en augmentant doucement les sollicitations. Toutefois, cette phase initiale est optionnelle. De façon alternative, on peut dès le début du mouvement M appliquer des déplacements d'amplitude (angle δ) fixe égale à la valeur d'excitation prédéterminée δ_{exc} .

[0072] La valeur d'excitation δ_{exc} de l'amplitude des déplacements peut être une valeur fixe d'amplitude (angle δ) qui est déterminée de manière à compenser la perte d'amplitude de l'oscillateur 1100 à chaque alternance au moins jusqu'à ce que l'amplitude de l'oscillateur atteigne ou dépasse une amplitude cible θ_{cible} . Cette amplitude cible de l'oscillateur 1100 peut être égale ou supérieure à l'amplitude à partir de laquelle on souhaite réaliser l'opération de mesure d'un paramètre de fonctionnement de l'oscillateur 1100 en oscillation libre. Cette amplitude cible θ_{cible} de l'oscillateur 1100 peut être supérieure à 300° , de préférence supérieure à 400° , par exemple égale à 600° .

[0073] La valeur d'amplitude d'excitation δ_{exc} peut être déterminée expérimentalement par des tests réalisés par exemple avec l'oscillateur 1100 en testant une succession de valeurs d'angle d'excitation δ_{exc} , par exemple de plus en plus grandes.

[0074] En variante, la valeur d'amplitude d'excitation δ_{exc} peut être déterminée, pour une fréquence f d'exécution des déplacements égale à la fréquence de résonance f_0 , de manière à être égale ou supérieure, de préférence légèrement supérieure, à $\Delta\theta_{min}$ calculé par la formule ci-dessous, dérivée de l'équation 1:

[Equation 2]

$$\Delta\theta_{min} \approx \frac{\pi \theta_{cible}}{Q_{min}}$$

où

Q_{min} est une valeur connue du facteur de qualité de l'oscillateur, par exemple la valeur la plus faible ;

θ_{cible} est l'amplitude cible de l'oscillateur, par exemple 600° .

[0075] On notera que, si la fréquence f d'exécution des déplacements est égale à f_0/N ou à $\frac{1}{N} \cdot f_0$, l'angle $\Delta\theta_{min}$ doit être multiplié par N ou par $\frac{1}{N}$, respectivement pour obtenir l'angle d'excitation δ_{exc} .

[0076] On pourrait également envisager que la valeur d'amplitude d'excitation δ_{exc} varie selon un profil déterminé. Par exemple, elle pourrait être initialement faible, puis augmenter jusqu'à une valeur cible, lors de la phase d'excitation de l'oscillateur 1100. Elle pourrait aussi diminuer en fin de phase d'excitation. Le profil de la valeur d'amplitude d'excitation δ_{exc} durant la phase d'excitation pourrait être de type S-shape, par exemple en forme de sinus.

[0077] La durée de chacun des déplacements composant le mouvement M est égale ou inférieure à la durée d'une alternance de l'oscillateur 1100, de préférence inférieure à la moitié de la durée d'une alternance de l'oscillateur 1100, de préférence encore inférieure au cinquième de la durée d'une alternance de l'oscillateur 1100. Le départ et l'arrêt de chaque déplacement est de préférence rapide.

[0078] En outre, un contrôle des paramètres de vitesse et/ou d'accélération lors des déplacements ou sollicitations composant le mouvement M peut être mis en œuvre. Cela peut permettre de réduire les vibrations mécaniques et/ou réduire ou éviter tout mouvement brusque. Dans un mode de réalisation, une modification du paramètre d'accélération est mise en œuvre lors de chaque déplacement ou sollicitation. Le paramètre de vitesse peut ainsi avoir un profil de type „S-shape“, avec une phase initiale d'accélération et une phase finale de décélération, lors de chaque déplacement ou sollicitation. Par exemple, le profil de la vitesse pourrait avoir la forme d'une courbe en sinus. Entre les deux phases d'accélération et de décélération, la vitesse pourrait être temporairement constante.

[0079] Le mouvement M comportant une succession de déplacements à des instants prédéterminés sur la base de la fréquence f précédemment décrite (fréquence de résonance, ou sous-multiple de la fréquence de résonance, ou fraction de la fréquence de résonance), imposés ici au posage 1200 ou à une partie du posage 1200, permet d'exciter l'oscillateur 1200 et de le faire entrer en résonance. Après une période transitoire, l'oscillateur 1100 „accroche“, se cale sur le mouvement imposé et se met à osciller à la cadence imposée. Lorsque l'oscillateur 1100 est ainsi excité, il entre en résonance et son amplitude d'oscillation augmente. L'amplitude d'oscillation peut ainsi augmenter jusqu'à ce que l'énergie dissipée ou consommée par l'oscillateur 1200 à chaque oscillation corresponde à l'énergie injectée.

[0080] Ainsi, lors de l'étape E2, le dispositif d'entraînement 1300 impose le mouvement prédéfini M au posage 1200 supportant l'oscillateur 1100, ou à une partie du posage 1200, de manière à générer une oscillation de l'oscillateur 1100 et à augmenter l'amplitude d'oscillation. Le posage 1200, ou ladite partie du posage 1200, sollicité par le mouvement M est accouplé ou appairé à au moins une partie de l'oscillateur 1100, telle que l'extrémité libre de l'élément élastique de rappel 1130 ou l'axe de balancier 1120, de manière à transmettre de façon contrôlée et reproductible de l'énergie à l'oscillateur 1100. Le mouvement M comprend des déplacements répétés, de façon régulière ou irrégulière, entretenus qui font entrer l'oscillateur 1100 en résonance. Grâce à cela, l'amplitude des oscillations de l'oscillateur 1100 augmente. Lors d'une étape E3, concomitante à l'étape E2, le dispositif de mesure 1400 mesure l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 1100.

[0081] Lors d'une étape E4, les moyens de contrôle 1500 détectent si l'amplitude d'oscillation a atteint ou dépassé la valeur cible θ_{cible} , par exemple 600° , à partir de données de mesure de l'amplitude transmises par le dispositif de mesure 1400.

[0082] Lors d'une étape E5, sur détection positive de la valeur d'amplitude cible θ_{cible} atteinte ou dépassée par l'oscillateur 1100, le mouvement M est interrompu sur commande des moyens de contrôle 1500 transmise au dispositif d'entraînement 1300. Autrement dit, dès que la valeur cible d'amplitude θ_{cible} est atteinte par l'oscillateur 1100, on arrête les sollicitations imposées au posage 1200 ou à une partie du posage 1200 par le dispositif d'entraînement 1300.

[0083] La durée de l'excitation de l'oscillateur 1100 peut être entre 1 seconde et 1 minute, préférentiellement entre 5 secondes et 30 secondes. La présente invention permet d'augmenter l'amplitude des oscillations de façon contrôlée, reproductible et extrêmement rapide.

[0084] Dès l'interruption du mouvement M, l'oscillateur 1100 oscille librement, en mode d'oscillation libre, le posage 1200 étant statique.

[0085] Lors d'une étape E6, après interruption du mouvement M, avantageusement dès l'interruption du mouvement M, lorsque l'oscillateur 1100 est en mode d'oscillation libre, le système de mesure 1000 effectue une opération de mesure d'un paramètre de fonctionnement de l'oscillateur 1100. Dans un mode de réalisation, le système de mesure 1000 mesure un facteur de qualité Q de l'oscillateur 1100, par exemple sur la base de données (par exemple, des données d'amplitude) mesurées par le dispositif de mesure 1400, pendant la décroissance d'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 1100 jusqu'à atteindre une amplitude faible, quasi-nulle ou nulle.

[0086] La figure 4 représente des résultats d'une opération de mesure du facteur de qualité Q. Un nuage de points de mesure représente les données de mesure du facteur Q. La courbe Q représente l'équation de l'oscillateur libre selon la formule ci-dessous avec les coefficients η_b , κ , f_b déterminés à partir des points de mesure, permettant de minimiser l'écart par exemple au sens des moindres carrés:

[Equation 3]

$$\ddot{\theta} + \omega_0^2 \theta + 2\eta_b \omega_0 \dot{\theta} + \kappa \frac{\dot{\theta}^3}{|\dot{\theta}|} + \omega_0^2 f_b \frac{\dot{\theta}}{|\dot{\theta}|} = 0$$

où

θ représente l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur libre ;

η_b , κ , f_b représentent des coefficients de frottement de l'oscillateur (frottement visqueux, frottement quadratique lié aux turbulences aériennes autour de la serge, frottement sec).

[0087] Toute méthode adaptée autre que la méthode des moindres carrés pourrait être utilisée pour déterminer la courbe Q du facteur de qualité définie par l'équation 3 à partir des données de mesure.

[0088] Lors de l'étape E6, les moyens de contrôle 1500 peuvent déterminer la courbe Q satisfaisant l'équation 3, sur la base des points de mesure et à l'aide d'une fonction d'optimisation, puis déterminer les coefficients η_b , κ , f_b de l'oscillateur 1100 à partir de la courbe déterminée.

[0089] Lors de l'étape E6, le système de mesure 1000 pourrait mesurer un autre paramètre de fonctionnement, par exemple un paramètre d'isochronisme, de l'oscillateur 1100.

[0090] On notera qu'après interruption du mouvement M, on peut revenir à l'étape d'excitation E2 de l'oscillateur 1100 à tout moment, selon le besoin. Toutefois, l'opération de mesure en mode d'oscillation libre E6 est exécutée après l'excitation, c'est-à-dire après interruption du mouvement M imposé.

[0091] L'exécution des étapes E2 à E6 est contrôlée par les moyens de contrôle 1500.

[0092] La présente invention permet de transférer de l'énergie à l'oscillateur monté sur le posage 1200, par l'intermédiaire du posage, ou d'une partie du posage, auquel on impose un mouvement prédéfini M. L'énergie transmise à l'oscillateur 1100 est régulée et sous contrôle. On fait un pilotage en énergie de l'oscillateur 1100. On injecte à l'oscillateur 1100 une énergie que l'on contrôle.

[0093] On impose des sollicitations à l'oscillateur 1100 à des instants prédéterminés sur la base d'une fréquence f qui est égale à (ou sensiblement égale à) ou fonction de la fréquence de résonance de l'oscillateur 1100 (sous-multiple de la fréquence de résonance, ou fraction de celle-ci). L'oscillateur 1100 est excité à ces instants prédéterminés, de façon régulière ou irrégulière, se met à osciller à la cadence imposée et entre en résonance. Grâce à cela, l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur augmente. Le système de mesure 1000 simule le mouvement de l'oscillateur 1100 et, par mimétisme, l'oscillateur 1100 vient s'y caler. Les sollicitations sont effectuées sur la base d'une fréquence adaptée pour que l'oscillateur accroche. Par exemple, si l'oscillateur a une fréquence propre à 4 Hz, le système de mesure peut le solliciter sur la base d'une fréquence de 4 Hz. La mise en résonance se fait de façon certaine. Une fois que la mise en résonance a été faite, les sollicitations ou déplacements sont entretenus, et l'amplitude de l'oscillateur 1100 augmente, possiblement jusqu'à ce que l'énergie dissipée ou consommée par l'oscillateur à chaque alternance corresponde à l'énergie injectée. Un réglage de l'amplitude (angle) d'excitation des sollicitations imposées au posage 1200 ou à une partie du posage 1200 permet d'augmenter l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur 1100 jusqu'à une valeur cible, maximale, souhaitée θ_{cible} , par exemple 600°. Ensuite, une fois cette valeur maximale ou cible atteinte, on arrête d'exciter l'oscillateur en interrompant le mouvement M. Le posage est alors statique et l'oscillateur oscille en mode d'oscillation libre. On suit la décroissance d'amplitude des oscillations de l'oscillateur 1100 en mode d'oscillation libre par exemple jusqu'à quelques dizaines de degrés. Le fait d'avoir des points de mesure dans toute cette plage de valeurs, entre θ_{cible} (par ex., 600°) et quelques degrés, permet de déterminer une courbe de facteur de qualité Q en fonction de l'amplitude de l'oscillateur 1100 et trois coefficients de frottement liés à trois pentes de droites qui englobent cette courbe du facteur de qualité Q .

[0094] Le dispositif d'entraînement 1300 peut être agencé pour déplacer le posage 1200 dans plusieurs positions de mesure correspondant à différentes orientations de l'oscillateur 1100. Dans ce cas, les étapes E1 à E6 peuvent être exécutées pour chacune des différentes orientations de l'oscillateur 1100.

[0095] D'une manière plus générale, le dispositif d'entraînement 1300 permet d'exécuter les étapes E1 à E6 d'excitation de l'oscillateur 1100 et de mesure en mode d'oscillation libre et de les répéter facilement sous différentes conditions (positions, température, humidité, pression, accélérations et/ou chocs, magnétisme...).

[0096] La présente invention permet ainsi de réaliser de façon contrôlée et rapide un asservissement en amplitude d'un oscillateur libre afin de caractériser des paramètres de performance de l'oscillateur (facteur de qualité, courbe d'isochronisme, balourd, ...), sous différentes conditions (positions, température, humidité, pression, accélérations et/ou chocs, magnétisme...).

Revendications

1. Procédé de mesure d'un paramètre de fonctionnement d'un oscillateur (1100) pour une montre mécanique, l'oscillateur (1100) comprenant au moins un élément d'inertie (1110) et un élément élastique de rappel (1130) ayant une extrémité solidaire de l'élément d'inertie (1110) et une extrémité libre, le procédé de mesure comportant les étapes suivantes:
 - a. monter (E1) l'oscillateur (1100) sur un posage (1200) en fixant l'extrémité libre de l'élément élastique de rappel (1130) à une portion d'ancrage (1210) du posage (1200);
 - b. imposer (E2) un mouvement prédéfini (M) à au moins une partie du posage (1200) de manière à générer et augmenter une oscillation de l'oscillateur (1100);
 - c. lorsqu'une amplitude d'oscillation de l'oscillateur (1100) a atteint ou dépassé un seuil prédéterminé, interrompre (E5) ledit mouvement prédéfini (M) imposé au posage (1200);
 - d. faire au moins une mesure (E6) du paramètre de fonctionnement de l'oscillateur (1100) en mode d'oscillation libre après interruption du mouvement prédéfini (M).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel, lors de l'étape b., on impose le mouvement prédéfini (M) à au moins ladite portion d'ancrage (1210) du posage (1200).
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel, dans l'étape b., le mouvement prédéfini (M) comporte des déplacements à des instants prédéterminés qui ont pour effet de faire entrer l'oscillateur (1100) en résonance.

4. Procédé selon la revendication 3, dans lequel, dans l'étape b., lesdits déplacements sont exécutés sur la base d'une fréquence f égale à une fréquence de résonance de l'oscillateur, ou à un sous-multiple de la fréquence de résonance de l'oscillateur, ou à une fraction de la fréquence de résonance.
5. Procédé selon la revendication 4, dans lequel les déplacements sont exécutés de façon régulière à des instants prédéterminés sur la base de la fréquence f .
6. Procédé selon la revendication 4, dans lequel les déplacements sont exécutés de façon irrégulière à des instants prédéterminés sur la base de la fréquence f .
7. Procédé selon l'une des revendications 3 à 6, dans lequel, dans l'étape b., lesdits déplacements ont une amplitude de valeur fixe prédéterminée.
8. Procédé selon la revendication 7, dans lequel l'étape b. comprend une phase initiale lors de laquelle l'amplitude des déplacements augmente progressivement dans le temps jusqu'à ladite valeur d'amplitude fixe prédéterminée.
9. Procédé selon l'une des revendications 3 à 8, dans lequel, dans l'étape b., les déplacements ont une durée inférieure ou égale à la durée d'une alternance de l'oscillateur, de préférence inférieure à la moitié de la durée d'une alternance de l'oscillateur, de préférence encore inférieure au cinquième de la durée d'une alternance de l'oscillateur.
10. Procédé selon l'une des revendications 3 à 9, dans lequel, l'oscillateur (1100) comportant un couple balancier-spiral, lors de l'étape b. les déplacements sont des rotations autour d'un axe de rotation (AX1).
11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel les rotations sont effectuées dans un sens et dans l'autre, ou bien toutes dans le même sens.
12. Procédé selon l'une des revendications 10 et 11, dans lequel, lors de l'étape a., l'oscillateur (1100) est monté en liaison pivot sur le posage, l'axe de pivotement (AX0) de l'oscillateur (1100) étant positionné parallèlement, ou sensiblement parallèlement, à l'axe de rotation (AX1) des déplacements lors de l'étape b.
13. Procédé selon l'une des revendications 10 à 12, dans lequel, lors de l'étape a., l'oscillateur (1100) est monté entre un pont (1150) et une platine (1140).
14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, dans lequel, dans l'étape b., ledit mouvement prédéfini est appliqué par un dispositif d'entraînement en mouvement (1300).
15. Procédé selon l'une des revendications 1 à 14, dans lequel l'étape b. comporte une étape de mesure, à l'aide d'un dispositif de mesure, de l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur et une étape de détection pour détecter lorsque l'amplitude d'oscillation de l'oscillateur atteint ou dépasse un seuil prédéterminé.
16. Système de mesure d'un paramètre de fonctionnement d'un oscillateur pour une montre mécanique, l'oscillateur comprenant au moins un élément d'inertie et un élément élastique de rappel ayant une extrémité solidaire de l'élément d'inertie et une extrémité libre, comportant:
 - un posage (1200) agencé pour recevoir l'oscillateur, ledit posage (1200) étant pourvu d'une portion (1210) d'ancrage de l'extrémité libre de l'oscillateur (1100);
 - un dispositif (1300) d'entraînement en mouvement d'au moins une partie du posage (1200) ;
 - un dispositif de mesure (1400) configuré pour mesurer une amplitude d'oscillation de l'oscillateur (1100);
 - et des moyens adaptés pour exécuter les étapes de la méthode selon l'une des revendications 1 à 15.
17. Programme d'ordinateur comprenant des instructions qui conduisent le système selon la revendication 16 à exécuter les étapes de la méthode selon l'une des revendications 1 à 15.

FIG. 1

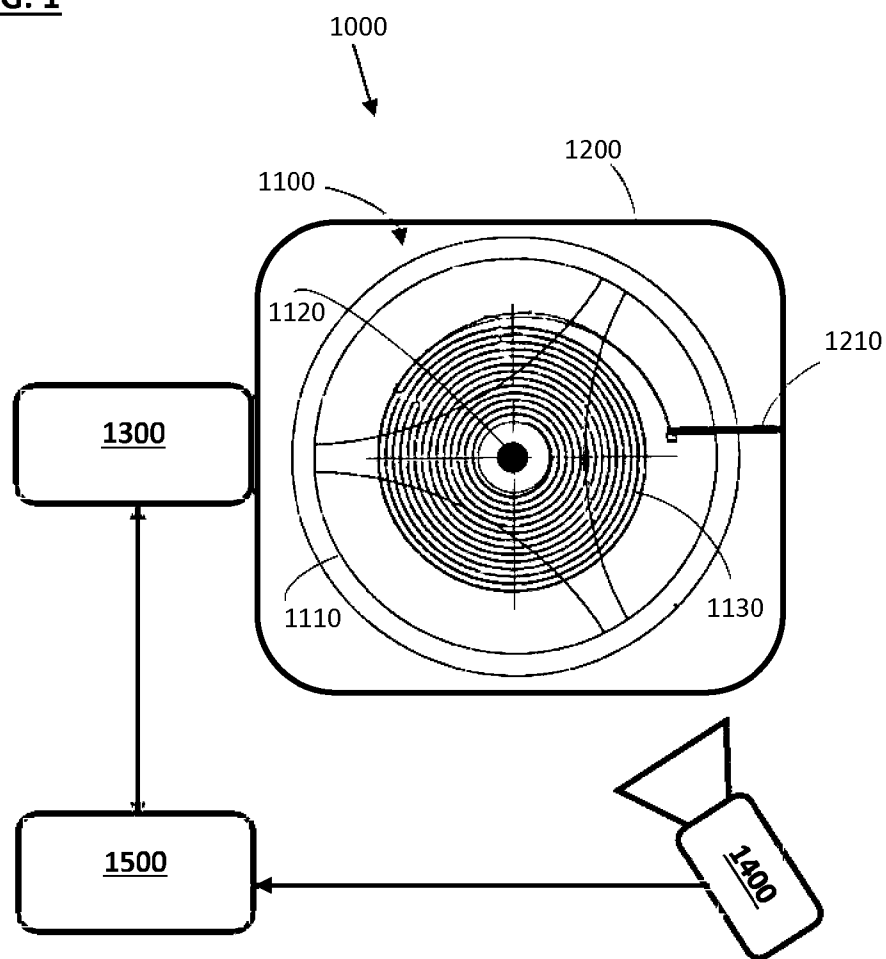


FIG. 2A

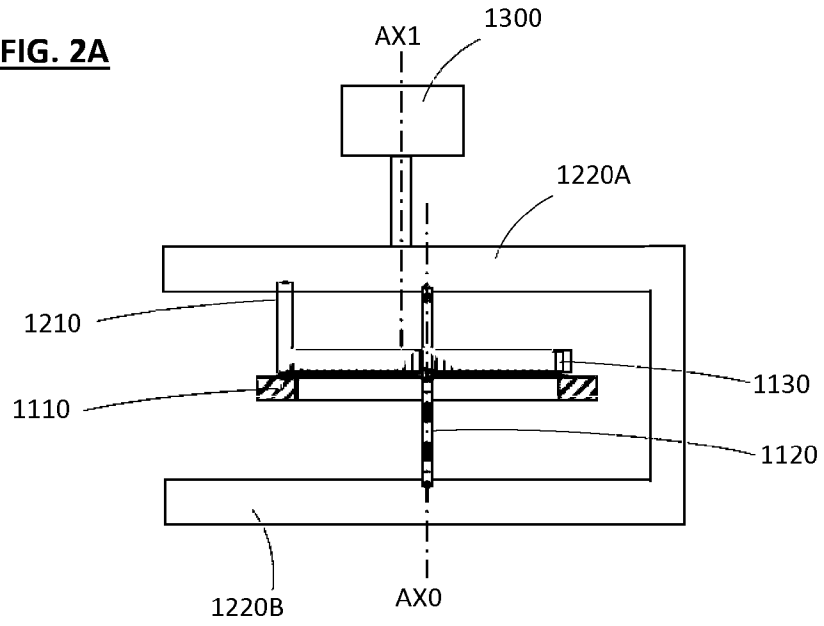


FIG. 2B

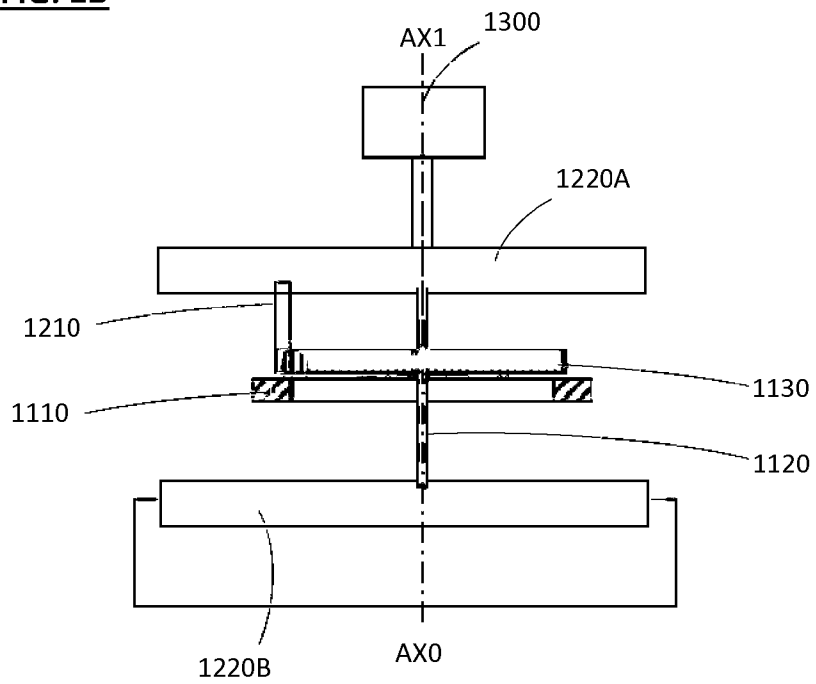


FIG. 2C

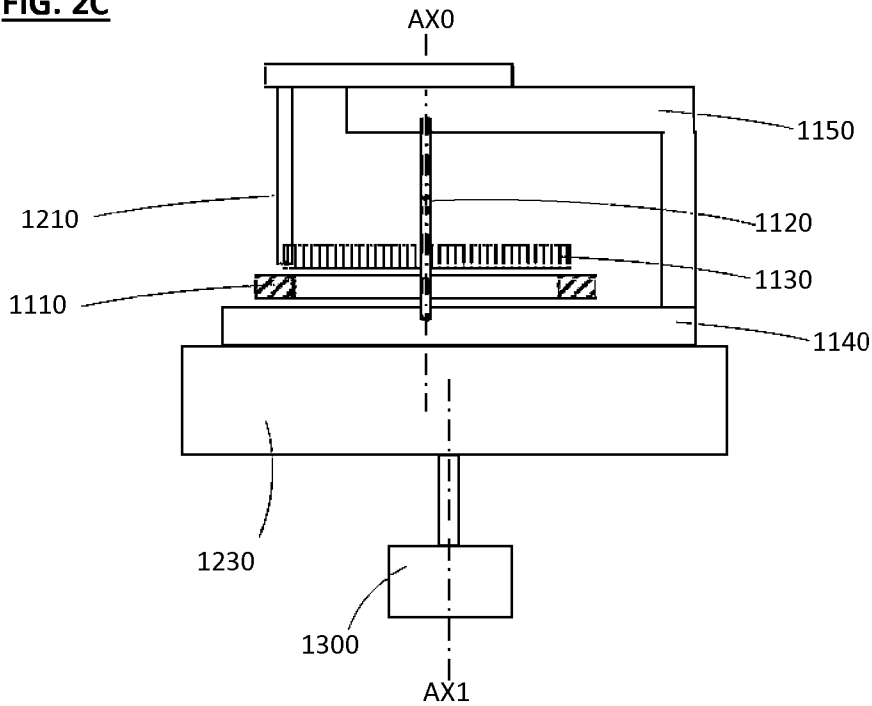


FIG. 4

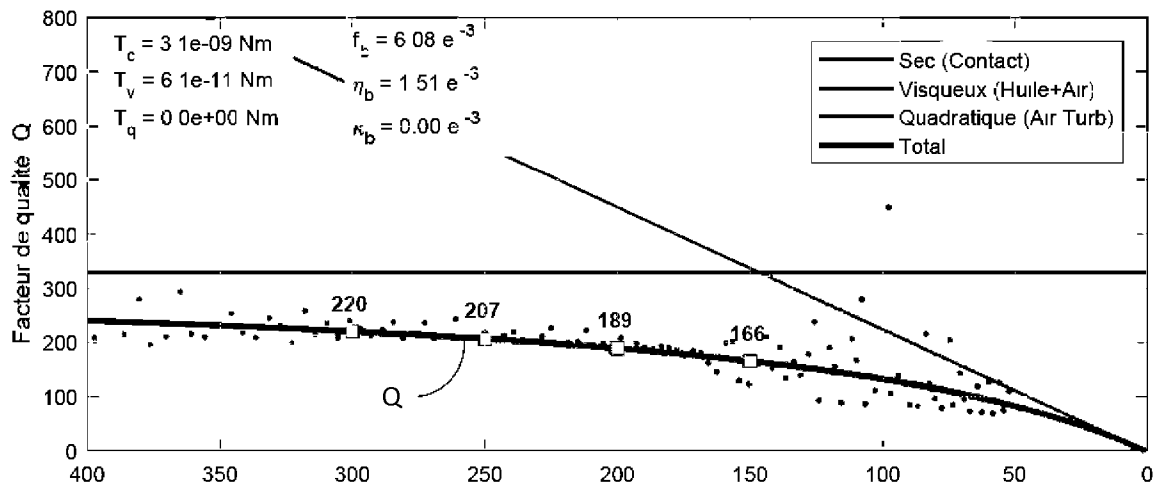
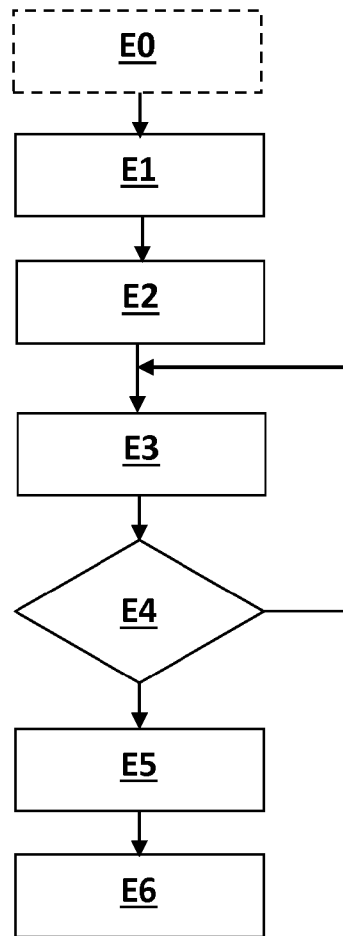


FIG. 3



TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE		COTE DU DOSSIER DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE BBS229775CH	
Demande nationale n° 13252023		Date du dépôt 27-11-2023	
Pays du dépôt CH		Date de priorité revendiquée	
Déposant (Nom) Richemont International SA			
Date de la requête d'une recherche de type international 15-12-2023		Numéro donné par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international SN85312	
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)			
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB Voir rapport de recherche			
II. DOMAINES RECHERCHES			
Documentation minimale consultée			
Système de classification		Symboles de la classification	
IPC		Voir rapport de recherche	
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés			
III. ☐ IL A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDEICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)			
IV. ☐ ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION (Observations sur la feuille supplémentaire)			

Form PCT/ISA 201 A (11/2000)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

CH 13252023

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G04D7/00 G04D7/10 G04D7/08 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) G04D		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 1 502 464 A (STRAUMANN INST AG) 18 novembre 1967 (1967-11-18) * pages 1-4; figure 1 *	1-17
A	EP 4 273 632 A1 (SIGATEC SA [CH]; RICHEMONT INT SA [CH]) 8 novembre 2023 (2023-11-08) * alinéas [0051], [0053] - [0057], [0135], [0136] * & EP 2 423 764 A1 (ROLEX SA [CH]) 29 février 2012 (2012-02-29) * alinéas [0024] - [0036] *	1-17
A	EP 3 410 236 A1 (SWATCH GROUP RES & DEV LTD [CH]) 5 décembre 2018 (2018-12-05) * alinéas [0030] - [0104] *	1-17
	-/--	
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "C" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche de type international a été effectivement achevée		Date d'expédition du rapport de recherche de type international
20 février 2024		05-03-2024
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Cavallin, Alberto

1

Formulaire PCT/ISA/201 (deuxième feuille) (Janvier 2004)

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No

CH 13252023

C.(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 3 537 233 A1 (IAV ENG SARL [CH]) 11 septembre 2019 (2019-09-11) * alinéas [0023] - [0078] * -----	1-17

1

Formulaire PCT/ISA/201 (suite de la deuxième feuille) (Janvier 2004)

page 2 de 2

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n

CH 13252023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 1502464	A	18-11-1967	CH 483050 A 29-08-1969
			CH 1342866 A4 29-08-1969
			DE 1962877 U 22-06-1967
			FR 1502464 A 18-11-1967

EP 4273632	A1	08-11-2023	AUCUN

EP 3410236	A1	05-12-2018	CH 713822 A2 30-11-2018
			CN 108931914 A 04-12-2018
			EP 3410236 A1 05-12-2018
			JP 6514394 B2 15-05-2019
			JP 2018200309 A 20-12-2018
			KR 20180130453 A 07-12-2018
US 2018341225 A1 29-11-2018			

EP 3537233	A1	11-09-2019	EP 3537233 A1 11-09-2019
			EP 3537234 A1 11-09-2019
