

(19)



(11)

**EP 3 136 189 B1**

(12)

**FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention  
de la délivrance du brevet:

**02.04.2025 Bulletin 2025/14**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):  
**G04D 7/00 (2006.01)**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):  
**G04D 7/00; G04D 7/006**

(21) Numéro de dépôt: **15182210.3**

(22) Date de dépôt: **24.08.2015**

(54) **PROCÉDÉ DE CONTRÔLE CHRONOMÉTRIQUE D'UNE PIÈCE D'HORLOGERIE**

CHRONOMETRISCHES ÜBERPRÜFUNGSVERFAHREN EINER UHR

METHOD FOR TIMER CONTROL OF A TIMEPIECE

(84) Etats contractants désignés:

**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB  
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO  
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(43) Date de publication de la demande:

**01.03.2017 Bulletin 2017/09**

(73) Titulaire: **ROLEX SA**

**1211 Genève 26 (CH)**

(72) Inventeur: **DEPRAZ, Raphaël**

**CH - 1305 Penthalaz (CH)**

(74) Mandataire: **Moinas & Savoye SARL**

**27, rue de la Croix-d'Or  
1204 Genève (CH)**

(56) Documents cités:

**EP-A1- 2 458 458 FR-A- 320 220  
US-A- 2 841 978**

- **CONTRÔLE OFFICIEL SUISSE DES CHRONOMÈTRES: "Chronomètre mécanique", 1976, XP002755564, Retrieved from the Internet <URL:http://www.cosc.ch/chronometre2.php?lang=fr>**
- **MEISSNER IVAN ET AL: "Horlogerie et Automobile Label mécanique Un nouvel équipement de mesures de l'organe réglant pour la montre mécanique", 26 September 2007 (2007-09-26), pages 45 - 51, XP055780224, Retrieved from the Internet <URL:https://www.qmt-group.com/pdf/Publications/Congres\_SSC\_2007\_(texte).pdf> [retrieved on 20210226]**

**EP 3 136 189 B1**

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

## Description

**[0001]** L'invention concerne un procédé de contrôle chronométrique et/ou de mesure chronométrique et/ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie ou d'un mouvement horloger. Elle concerne aussi une procédure de contrôle chronométrique et/ou de mesure chronométrique et/ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie ou d'un mouvement horloger mettant en œuvre un tel procédé. Elle concerne encore un procédé de production ou de fabrication ou de réglage d'une pièce d'horlogerie ou d'un mouvement horloger. Elle concerne enfin un mouvement horloger ou une pièce d'horlogerie, notamment une montre-bracelet, obtenu par un tel procédé de production ou de fabrication ou de réglage. L'invention concerne aussi un dispositif de contrôle chronométrique et/ou de mesure chronométrique et/ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie ou d'un mouvement horloger.

**[0002]** La précision de marche est un critère essentiel pour une montre-bracelet. Elle peut varier grandement en fonction de la conception de la montre, de la qualité des composants, du soin apporté à l'assemblage et au réglage, mais également des conditions de porter.

**[0003]** Plusieurs labels et certificats, indépendants ou propriétaires, sont prévus pour certifier, entre autres, la précision de marche des mouvements d'horlogerie ou des produits finis. Ceux-ci peuvent résulter de tests basés sur des normes ou reposer sur une autre méthode. En fonction de ces tests, la précision du mouvement ou de la montre peut être mesurée en mode statique selon cinq, voire six, positions prédéfinies, dites « positions horlogères », ou en mode dynamique sur une installation apte à reproduire les mouvements particuliers d'un porteur spécifique.

**[0004]** Parmi les certifications contemporaines, les certifications officielles suisse (certificat COSC) et allemande (certificat LMET/SLME), basées sur des normes, sont explicitement détaillées. Celles-ci prévoient des relevés d'état uniquement dans cinq positions horlogères selon différentes conditions de températures.

**[0005]** La certification officielle suisse est garantie par le COSC (Contrôle Officiel Suisse des Chronomètres) qui est un organisme officiel et indépendant dont la mission est de contrôler la précision des mouvements horlogers. Celui-ci applique strictement la norme ISO 3159 qui stipule la définition du « chronomètre » à oscillateur balancier-spiral, et les mouvements qui satisfont aux critères édictés par cette norme reçoivent un « certificat officiel de chronomètre ». Les mouvements sont observés durant quinze jours consécutifs, et sont soumis à un programme comprenant des stockages statiques dans les différentes positions horlogères de référence. Il est clairement mentionné que ces épreuves n'ont pas pour but de simuler le comportement du mouvement lors du porter de la montre-bracelet. Sept critères doivent tous être atteints pour qu'un mouvement obtienne le certificat.

**[0006]** La certification allemande se distingue par le fait que celle-ci concerne les montres emboîtées, et non les mouvements. Celle-ci est assurée par les offices des poids et mesures de Thuringe (LMET) et de Saxe (SLME), qui appliquent strictement la norme DIN 8319 dans le but de délivrer un certificat de « chronomètre ». Le programme de test est similaire à celui du COSC, à savoir que les montres sont observées pendant quinze jours, selon cinq positions horlogères et selon trois températures distinctes. Sept critères doivent tous être atteints pour qu'une montre obtienne le certificat. Ils sont similaires à ceux du COSC.

**[0007]** Des demandes de brevet concernent également des procédés de mesure chronométrique ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie ou d'un mouvement horloger.

**[0008]** La demande de brevet EP2458458A1 concerne un procédé de mesure de précision d'une montre mécanique mettant en œuvre au moins un affichage visuel. Celui-ci est prévu pour repérer et enregistrer la configuration de l'aiguillage d'une pièce d'horlogerie à au moins deux instants donnés pour ainsi en déduire une première et une deuxième valeurs temporelles affichées par la pièce d'horlogerie. L'écart de marche de la pièce d'horlogerie qui est affiché par le dispositif associé au procédé est alors donné par la différence temporelle entre ces deux valeurs d'affichage qui est mise en comparaison avec la différence temporelle donnée par une base de temps tierce.

**[0009]** La demande de brevet CH704688 se rapporte spécifiquement à un procédé de certification d'une montre-chronographe. Un tel test a pour vocation de vérifier notamment la chronométrie de la partie chronographe de la montre, et ce indépendamment du fonctionnement du mouvement de base (préférentiellement certifié chronomètre au préalable).

**[0010]** La demande de brevet CH707013 divulgue également un protocole de qualification chronométrique d'un compteur de temps. Il est précisé que deux mesures de marche peuvent être réalisées : l'une en position « CH » et l'autre en position « 6H » selon la norme ISO 3158.

**[0011]** Un certain nombre d'études ont par ailleurs été réalisées en vue d'appréhender au mieux les conditions de porter des montres bracelets, ainsi que leur chronométrie.

**[0012]** J.-C. Beuchat, A. Botta et R. Grandjean, dans « Mesure de certaines conditions du porter de la montre-bracelet : température, champs magnétiques, accélérations dues aux chocs, positions » (Bulletin annuel de la SSC et du LSRH, Vol. V ; 1969), visent notamment à appréhender expérimentalement le temps de fonctionnement d'une montre-bracelet dans une position donnée lors du porter. Pour ce faire, un détecteur de position d'un format similaire à celui d'une montre-bracelet a été créé, et a été porté au poignet par quatre expérimentateurs au cours de neuf journées. Seuls les temps passés par le détecteur dans les six positions horlogères sont déterminés. Ainsi, le temps d'acquisition ne reflète pas le temps réel de porter, et ne permet pas de déterminer si une position de porter privilégiée se distingue des positions

horlogères fondamentales. Les auteurs ne formulent pas de conclusion, et indiquent uniquement que les positions « HH » et « VG » (respectivement « Cadran Haut » et « 6H » selon la dénomination de la norme ISO 3158) devraient prédominer.

**[0013]** D. Jacquet, dans « Incidences chronométriques du porter de la montre-bracelet sur un oscillateur à balancier spiral - Applications au calcul de la marche diurne probable » (Acte n°20 du 52ème congrès de la SSC ; 1977), décrit une expression de la marche probable de la montre basée sur les différentes marches instantanées relevées dans les six positions horlogères, et pondérées par des coefficients représentant les probabilités d'existence de ces configurations lors du porter.

**[0014]** J.-P. Bernet, A. Hoffmann, dans « Simulation statique du porter moyen de la montre-bracelet - Effet sur la marche diurne » (Acte de la conférence n°B2.4 du CIC ; 1979), divulgue une campagne expérimentale dans le but de mettre en application le modèle décrit dans le document précité. Dans une première approche, les coefficients de pondération sont issus de la théorie probabiliste de D. Jacquet, ce qui mène à certaines valeurs de pondération négatives. Il est donc délicat d'établir une corrélation entre la réalité du porter et la théorie du modèle. Dans une seconde approche, les coefficients de pondération sont extraits du dispositif expérimental de J.-C. Beuchat, A. Botta et R. Grandjean, dans « Mesure de certaines conditions du porter de la montre-bracelet : température, champs magnétiques, accélérations dues aux chocs, positions » (Bulletin annuel de la SSC et du LSRH, Vol. V ; 1969), qui sont peu représentatifs de la réalité du porter.

**[0015]** L'extrait du Congrès International de la Chronométrie (Horlogerie et Automobile, Label mécanique) intitulé "Un nouvel équipement de mesures de l'organe réglant pour la montre mécanique" (Meissner Ivan et al, 26 septembre 2007) divulgue un dispositif pour effectuer des contrôles de marche sur des mouvements de montre positionnés dans plusieurs positions différentes.

**[0016]** Le but de l'invention est de fournir un procédé de contrôle chronométrique améliorant les procédés de contrôle connus de l'art antérieur. En particulier, l'invention propose un procédé de contrôle tenant mieux compte des conditions de porter des montres bracelets.

**[0017]** Un procédé de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie selon l'invention est défini par la revendication 1.

**[0018]** Différents modes d'exécution du procédé sont définis par les revendications dépendantes 2 à 11.

**[0019]** Les dessins annexés illustrent, à titre d'exemples, des modes de réalisation de procédés et de dispositifs selon l'invention.

La figure 1 est une illustration d'une pièce d'horlogerie en position horlogère 12H, soit  $\lambda = 0^\circ$  et  $\vartheta = 0^\circ$  selon la norme ISO 3158.

La figure 2 est une illustration de la pièce d'horlogerie en position  $\lambda$  non nul et  $\vartheta = 0^\circ$  selon la norme ISO 3158.

La figure 3 est une illustration de la pièce d'horlogerie en position  $\vartheta$  non nul selon la norme ISO 3158.

La figure 4 est un graphique représentant les variations de la marche d'une pièce d'horlogerie en fonction de l'amplitude des oscillations de l'organe réglant de la pièce d'horlogerie.

La figure 5 est un graphique représentant un exemple d'association réalisée entre des positions quelconques d'une pièce d'horlogerie et six positions horlogères conventionnelles, ainsi qu'une position inclinée intermédiaire.

La figure 6 est un schéma d'un mode de réalisation spécifique d'un dispositif de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie selon l'invention.

**[0020]** La précision de marche d'une pièce d'horlogerie étant notamment dépendante des conditions de porter, il convient de proposer un test visant à être le plus représentatif du porter « réel » de la montre-bracelet.

**[0021]** A cet effet, les travaux de la demanderesse ont combiné une première étude de compréhension du comportement de la montre dans le champ de gravité et une seconde étude de compréhension du comportement statistique de la montre au porter. Ces études ont mis en évidence qu'il était possible d'optimiser la représentativité d'un tel test en optimisant le stockage statique de la pièce d'horlogerie qui inclut une ou plusieurs phases de positionnement de la pièce d'horlogerie.

**[0022]** Plus particulièrement, ces études ont permis d'aboutir à la mise en œuvre d'un procédé de contrôle ou de certification d'une pièce d'horlogerie qui se distingue par le fait qu'il comporte, outre des phases de positionnement de la pièce d'horlogerie dans des positions horlogères conventionnelles, une phase de positionnement de la pièce d'horlogerie dans une autre position, appelée « position intermédiaire » ou « position  $\gamma$  » ou « position inclinée ». Les temps de stockage de la pièce d'horlogerie dans chacune des positions peuvent aussi être optimisés pour s'approcher au plus près des positions dans lesquelles la pièce d'horlogerie se trouve lors d'un porter réel par un porteur.

**[0023]** Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé de contrôle ou de certification inclut au moins deux relevés d'état de la pièce d'horlogerie avant et après au moins un cycle de stockage statique. Par « cycle de stockage statique », nous entendons une ou plusieurs phases de positionnement de la pièce d'horlogerie dans une position prédéfinie.

**[0024]** La position de la pièce d'horlogerie dans l'espace est définie, comme dans la norme ISO 3158, par deux rotations à partir d'une position d'origine déterminée. On considère à cet effet deux repères orthogonaux R1 et R2 tels qu'illustrés

par les figures 1 à 3. On considère également que la pièce d'horlogerie 1 présente un cadran plan 2 classique (même si ce n'est pas le cas, comme il sera vu plus bas et comme c'est également décrit dans la norme ISO 3158).

**[0025]** Le premier repère orthogonal R1 (O, i, j, k) est un repère fixe et direct, avec O comme origine au centre du cadran 2 de la pièce d'horlogerie 1. Les vecteurs i et j sont horizontaux. Le vecteur k est vertical et opposé au vecteur g du champ de gravitation terrestre. Les vecteurs i et j définissent donc un plan perpendiculaire au vecteur k.

**[0026]** Le deuxième repère orthogonal R2 (O, u, v, w) est un repère tournant qui est lié à la pièce d'horlogerie 1. Le repère orthogonal R2 (O, u, v, w) est un repère direct. Le vecteur u est un vecteur parallèle au plan du cadran tel qu'une ligne passant par l'origine O et orientée selon ce vecteur passe par le repère 209 correspondant à l'indication 9 heures du cadran 2. Le vecteur v est un vecteur perpendiculaire au plan du cadran 2 et orienté du plan du cadran 2 vers la glace 3 de la pièce d'horlogerie 1. Le vecteur w est un vecteur parallèle au plan du cadran tel qu'une ligne passant par l'origine O et orientée selon ce vecteur passe par le repère 212 correspondant à l'indication 12 heures du cadran 2.

**[0027]** Dans une position initiale de la pièce d'horlogerie correspondant à la dénomination 12H selon la norme ISO 3158, telle que représentée sur la figure 1, les vecteurs u, v, w sont respectivement confondus avec les vecteurs i, j, k, autrement dit, le cadran de la pièce d'horlogerie est parallèle au champ de gravitation, les demi-axes orientés Oi (dénommé « Oi » car passant par l'origine O et orienté selon le vecteur i) et Ok (dénommé « Ok » car passant par l'origine O et orienté selon le vecteur k) passent respectivement par les repères 209 et 212 du cadran 2 et le vecteur w est opposé au vecteur g du champ de gravitation terrestre.

**[0028]** Une position quelconque de la pièce d'horlogerie est définie par :

- Un premier angle orienté  $\lambda$  (appelé longitude) entre les vecteurs k et w sous l'effet d'une rotation de la pièce d'horlogerie autour du demi-axe orienté Oj, tel que représenté sur la figure 2.
- Un deuxième angle orienté  $\vartheta$  (appelé latitude) entre les vecteurs j et v sous l'effet d'une rotation de la pièce d'horlogerie autour du demi-axe orienté Oi, tel que représenté sur la figure 3.

à partir de la position initiale de la pièce d'horlogerie en position 12H et illustrée par la figure 1, dans laquelle  $\lambda = 0^\circ$  et  $\vartheta = 0^\circ$ .

**[0029]** Autrement dit, les angles  $\lambda$  et  $\vartheta$  peuvent être définis comme suit :

$0^\circ \leq \lambda < 360^\circ$ , avec  $\lambda$  : l'angle positif formé lors d'une rotation de la pièce d'horlogerie autour du demi-axe orienté Oj perpendiculaire au plan du cadran entre le vecteur k opposé au champ de gravitation et le vecteur w défini tel qu'une ligne passant par l'origine O du cadran et orientée selon ce vecteur passe par le repère correspondant à l'indication 12 heures du cadran, la pièce d'horlogerie étant observée côté cadran, ledit cadran étant parallèle au champ de gravitation.

$-90^\circ \leq \vartheta \leq 90^\circ$ , avec  $\vartheta$  : l'angle formé lors d'une rotation de la pièce d'horlogerie autour du demi-axe orienté Oi entre le vecteur j et le vecteur v perpendiculaire au plan du cadran et orienté du cadran vers la glace de la pièce d'horlogerie. Par convention,  $\vartheta = 90^\circ$  lorsque la pièce d'horlogerie est disposée en position CH (Cadran Haut), et  $\vartheta = -90^\circ$  lorsque la pièce d'horlogerie est disposée en position FH (Fond Haut).

**[0030]** Les angles  $\lambda$  et  $\vartheta$  ainsi définis coïncident avec ceux de la norme ISO 3158.

**[0031]** Toutes les positions obtenues par une symétrie de rotation autour de l'axe k peuvent être considérées comme équivalentes.

**[0032]** Le procédé décrit ci-après a été élaboré dans le but de déterminer la précision de marche, notamment la précision de marche diurne, d'une pièce d'horlogerie. Un écart de marche de la pièce d'horlogerie est mesuré et donné par la différence temporelle entre :

- la différence temporelle entre les première et deuxième valeurs d'affichage de la pièce d'horlogerie lors respectivement des premier et deuxième relevés d'état, et
- la différence temporelle donnée par une base de temps de référence tierce entre les instants des premier et deuxième relevés d'état.

**[0033]** Ainsi, le procédé comprend au moins deux relevés d'état de la pièce d'horlogerie avant et après au moins un premier cycle de stockage dans au moins une position prédéfinie de la pièce d'horlogerie, l'au moins une position prédéfinie étant une première position inclinée  $\gamma$  de la pièce d'horlogerie. Autrement dit, lorsque le premier cycle de stockage statique présente une seule position prédéfinie de la pièce d'horlogerie, la position prédéfinie est la première position inclinée  $\gamma$  de la pièce d'horlogerie et, lorsque le premier cycle de stockage statique présente plusieurs positions prédéfinies de la pièce d'horlogerie, les positions prédéfinies comprennent au moins la première position inclinée  $\gamma$  de la pièce d'horlogerie. Autrement dit encore, le premier cycle de stockage statique présente au moins une première position inclinée  $\gamma$  de la pièce d'horlogerie.

**[0034]** Une position inclinée est telle que le plan du cadran de la pièce d'horlogerie n'est ni parallèle au champ de gravitation terrestre, ni perpendiculaire au champ de gravitation terrestre.

**[0035]** La première position inclinée  $\gamma$  est par exemple telle que la normale au cadran (le vecteur  $v$ ) forme, avec le vecteur  $g$ , un angle (non-orienté) compris entre  $110^\circ$  et  $175^\circ$ , en particulier compris entre  $110^\circ$  et  $160^\circ$ , en particulier sensiblement égal à  $135^\circ$ .

**[0036]** La première position inclinée est par exemple telle que  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  et  $\vartheta \in [20^\circ, 85^\circ]$ , en particulier dans laquelle  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  et  $\vartheta \in [20^\circ, 70^\circ]$ , notamment dans laquelle  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  et  $\vartheta = 45^\circ$ , avec :

- $\lambda$ : la longitude,
- $\vartheta$ : la latitude.

**[0037]** De préférence, la première position  $\gamma$  est telle que l'angle  $\lambda$  est égal ou sensiblement égal à  $180^\circ$ .

**[0038]** Autrement dit, le cycle de stockage comporte de préférence au moins une phase de stockage dans la position inclinée  $\gamma$  qui peut notamment être comprise entre la position horlogère CH (telle que  $\lambda = 180^\circ$  et  $\vartheta = 90^\circ$ ) et une position horlogère verticale, notamment la position 6H (telle que  $\lambda = 180^\circ$  et  $\vartheta = 0^\circ$ ), avec  $\lambda = 180^\circ$  et invariant.

**[0039]** Avantageusement, le cycle de stockage peut comprendre en outre au moins une phase de stockage dans une des positions horlogères conventionnelles, notamment dans une deuxième position 3H (telle que  $\lambda = 90^\circ$  et  $\vartheta = 0^\circ$ ) et/ou une troisième position 6H (telle que  $\lambda = 180^\circ$  et  $\vartheta = 0^\circ$ ) et/ou une quatrième position 9H (telle que  $\lambda = 270^\circ$  et  $\vartheta = 0^\circ$ ) et/ou une cinquième position 12H (telle que  $\lambda = 0^\circ$  et  $\vartheta = 0^\circ$ ) et/ou une sixième position CH (telle que  $\vartheta = 90^\circ$ ) et/ou une septième position FH (telle que  $\vartheta = -90^\circ$ ). Le cycle de stockage peut également comprendre au moins une deuxième position inclinée  $\gamma'$ , différente de la position  $\gamma$ , dans laquelle  $\lambda$  et  $\vartheta$  sont prédéterminés. Avantageusement, la deuxième position inclinée est telle que  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  et  $\vartheta \in [20^\circ, 85^\circ]$ , en particulier telle que  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  et  $\vartheta \in [20^\circ, 70^\circ]$ , notamment telle que  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  et  $\vartheta = 45^\circ$ .

**[0040]** Pour un cycle de stockage statique selon différentes positions, d'une durée  $t$ , les études de la demanderesse ont montré par ailleurs que les temps de stockage dans les positions pouvaient préférentiellement être décrits de la manière suivante :

$$\sum t_k = t \text{ avec } k \in \{\gamma, 3H, 6H, 9H, 12H, FH, CH\}$$

avec :

$$\begin{cases} t_\gamma = a \cdot t \text{ avec } 0.05 \leq a \leq 0.85 \\ t_{3H} = b \cdot t \text{ avec } 0 \leq b \leq 1 \\ t_{6H} = c \cdot t \text{ avec } 0 \leq c \leq 1 \\ t_{9H} = d \cdot t \text{ avec } 0 \leq d \leq 1 \\ t_{12H} = e \cdot t \text{ avec } 0 \leq e \leq 1 \\ t_{FH} = f \cdot t \text{ avec } 0 \leq f \leq 1 \\ t_{CH} = g \cdot t \text{ avec } 0 \leq g \leq 1 \end{cases}$$

en particulier :

$$t_\gamma = a \cdot t \text{ avec } 0.1 \leq a \leq 0.4$$

notamment :

$$t_\gamma = a \cdot t \text{ avec } 0.15 \leq a \leq 0.35$$

préférentiellement :

$$\begin{cases} 0.3 \leq b + c + d + e \leq 0.85 \\ 0.1 \leq f + g \leq 0.4 \end{cases}$$

**[0041]** De préférence, le cycle de stockage est un cycle de stockage statique, c'est-à-dire un cycle de stockage où la

pièce d'horlogerie est maintenue immobile dans une position dans chaque phase de stockage.

**[0042]** Les temps de stockage dans chaque phase peuvent être égaux. Toutefois, de préférence, les temps de stockage dans chaque phase de positionnement de la pièce d'horlogerie ne sont pas égaux de façon à obtenir une image la plus fidèle possible du porter typique de la pièce d'horlogerie.

**[0043]** Avantageusement, les conditions de température et/ou de pression peuvent évoluer au fil de la durée  $t$  de l'au moins un premier cycle de stockage, notamment en fonction des phases de stockage ou positions de stockage de la pièce d'horlogerie.

**[0044]** Une fonction horlogère auxiliaire, notamment une fonction de chronographe ou une fonction de calendrier, peut être activée pendant tout ou partie de la durée  $t$  du cycle de stockage.

**[0045]** Le procédé peut comprendre un deuxième cycle de stockage de la pièce d'horlogerie, ledit deuxième cycle de stockage étant prévu pour faire balayer à la pièce d'horlogerie un continuum de positions dans l'espace.

**[0046]** Dans un premier mode de réalisation, le cycle de stockage d'une durée  $t$  se réduit à un cycle de stockage statique dans une ou plusieurs positions prédéfinies de la pièce d'horlogerie.

**[0047]** Dans un deuxième mode de réalisation préféré, le cycle de stockage peut inclure, outre un cycle de stockage statique dans une ou plusieurs positions prédéfinies de la pièce d'horlogerie, un cycle de stockage dynamique de la pièce d'horlogerie. Par « stockage dynamique », nous entendons un mode de stockage de la pièce d'horlogerie lui permettant de balayer un continuum de positions dans l'espace, par exemple par le biais d'un dispositif adapté doté d'au moins un axe de rotation. La vitesse linéaire de la pièce d'horlogerie peut être constante ou non.

**[0048]** Dans ce deuxième mode de réalisation, pour un cycle de stockage d'une durée  $t$  composé d'un cycle de stockage statique d'une durée  $t'$  et d'un cycle de stockage dynamique d'une durée  $t''$ , les temps de stockage dans les différentes positions peuvent être définis de la manière suivante :

$$\begin{cases} t_{\gamma} = t'_{\gamma} + t''_{\gamma} \\ t_{3H} = t'_{3H} + t''_{3H} \\ t_{6H} = t'_{6H} + t''_{6H} \\ t_{9H} = t'_{9H} + t''_{9H} \\ t_{12H} = t'_{12H} + t''_{12H} \\ t_{FH} = t'_{FH} + t''_{FH} \\ t_{CH} = t'_{CH} + t''_{CH} \end{cases}$$

avec :

$$\sum t'_k = t' \text{ avec } k \in \{\gamma, 3H, 6H, 9H, 12H, FH, CH\}$$

$$\sum t''_k = t'' \text{ avec } k \in \{\gamma, 3H, 6H, 9H, 12H, FH, CH\}$$

et :

$$\begin{cases} t_{\gamma} = a.t \\ t_{3H} = b.t \\ t_{6H} = c.t \\ t_{9H} = d.t \\ t_{12H} = e.t \\ t_{FH} = f.t \\ t_{CH} = g.t \end{cases}$$

$$\begin{cases} t'_{\gamma} = a'.t' \\ t'_{3H} = b'.t' \\ t'_{6H} = c'.t' \\ t'_{9H} = d'.t' \\ t'_{12H} = e'.t' \\ t'_{FH} = f'.t' \\ t'_{CH} = g'.t' \end{cases}$$

$$\begin{cases} t''_{\gamma} = a''.t'' \\ t''_{3H} = b''.t'' \\ t''_{6H} = c''.t'' \\ t''_{9H} = d''.t'' \\ t''_{12H} = e''.t'' \\ t''_{FH} = f''.t'' \\ t''_{CH} = g''.t'' \end{cases}$$

**[0049]** Les valeurs des coefficients a" à g" résultent de la programmation du dispositif de stockage dynamique qui définit la trajectoire de la pièce d'horlogerie dans l'espace. Plus particulièrement, les valeurs des coefficients a" à g" sont issues du calcul de la proportion de temps passé par la pièce d'horlogerie dans chacune des positions y, 3H, 6H, 9H, 12H, FH, CH, lors de son stockage dynamique.

**[0050]** Le procédé de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie selon l'invention est issu des première et deuxième études de la demanderesse.

**[0051]** La première étude permet d'appréhender le comportement du mouvement dans le champ de gravité afin de définir l'étendue de l'ensemble des positions qui peuvent être associées à chacune des positions horlogères utilisées dans chacune des phases de stockage. Cette étude permet donc notamment de définir les transitions entre les différentes positions horlogères. Grâce aux résultats de cette étude, il est possible d'établir, notamment sur la base d'un critère de comportement chronométrique, une table de correspondance entre chaque position quelconque de la pièce d'horlogerie et une position horlogère utilisée lors de la phase de stockage de la pièce d'horlogerie. Autrement dit, il est possible d'associer à chaque position dans laquelle la pièce d'horlogerie peut se trouver lors du porter, une position horlogère. En termes mathématiques, il est donc possible de réaliser une surjection de l'ensemble des positions que peut occuper la pièce d'horlogerie sur un ensemble de quelques positions de référence comprenant de préférence tout ou partie des six positions horlogères de référence.

**[0052]** Pour ce faire, la marche et l'amplitude de plusieurs mouvements ont été mesurées pour un grand nombre d'orientations dans l'espace. Un travail de mise au point a consisté à positionner les mouvements dans de multiples positions aussi bien en latitude qu'en longitude, et à permettre les mesures de marche et d'amplitude dans chacune de ces positions pour un couple d'armage constant du barillet.

**[0053]** Au cours d'une mesure, les longitudes  $\lambda_i$  sont balayées sur 360° selon un pas angulaire prédéfini, avant que la latitude  $\vartheta_j$  ne soit incrémentée à son tour selon un pas angulaire prédéfini, et ainsi de suite jusqu'à la réalisation d'un « aller-retour » complet en latitude du mouvement (position CH - position FH - position CH). Des courbes de marche  $M(\lambda_i, \vartheta_j)$  et d'amplitude  $A(\lambda_i, \vartheta_j)$  pour chacune des références de pièce d'horlogerie testées ont ainsi pu être établies.

**[0054]** Suite à un traitement statistique, ces mesures ont permis d'identifier les changements de régime dans le comportement chronométrique de la pièce d'horlogerie dans le but de définir la limite de transition entre le comportement horizontal et vertical de la pièce d'horlogerie. Pour ce faire, après avoir préalablement soustrait l'effet théorique du balourd dans les différentes positions, une représentation de la marche en fonction de l'amplitude  $M=f(A)$  a été établie comme représenté sur la figure 4 par exemple, les variations des paramètres étant liées aux variations de positions et non aux variations de charge du barillet.

**[0055]** Plus particulièrement, la caractéristique  $M=f(A)$  a été établie en fonction de la latitude  $\vartheta_j$  de la pièce d'horlogerie en considérant une marche moyenne, ainsi qu'une amplitude moyenne pour l'ensemble des longitudes balayées.

**[0056]** Autrement dit :

$$\left. \begin{array}{l} M = f(\vartheta_j) \\ A = f(\vartheta_j) \end{array} \right\} \rightarrow M = f(A)$$

**[0057]** La figure 4 illustre plus particulièrement une courbe d'isochronisme représentative d'une pièce d'horlogerie caractéristique. La limite de transition entre le comportement horizontal et vertical de la pièce d'horlogerie est ici donnée lorsque la différence de marche est significative par rapport à une valeur de marche de référence. Autrement dit, on distingue notamment un comportement « horizontal » d'un comportement « vertical » par un changement de pente de la courbe d'isochronisme.

**[0058]** En répétant cette méthode pour l'ensemble des pièces d'horlogerie traitées, une limite de transition peut être définie. Le changement de régime observé se produit à une orientation d'un angle  $\delta$  d'inclinaison, avec  $45^\circ < \delta < 85^\circ$ , en partant de la position  $\vartheta = 0^\circ$ , et ce quelle que soit l'orientation préalable de la pièce d'horlogerie.

**[0059]** Pour ce qui concerne les différentes positions verticales, aucun changement de régime significatif n'a été constaté.

**[0060]** Connaissant la limite de transition entre le comportement horizontal et vertical de la pièce d'horlogerie, et considérant qu'aucun effet systématique ne modifie la chronométrie de la pièce d'horlogerie quelle que soit sa position verticale, il est possible de réaliser une carte des régimes de fonctionnement « type », comme illustré sur la figure 5, qui établit une correspondance entre une orientation quelconque  $(\lambda_i, \vartheta_j)$  de la pièce d'horlogerie et les positions horlogères de référence. La transition entre les positions horizontale et verticale est donnée par l'angle  $\delta$ . Les quatre positions verticales correspondent, quant à elles, par exemple au découpage de la surface restante en quatre portions égales, sans compter une région qui est associée à la position inclinée  $\gamma$ .

**[0061]** La deuxième étude permet, quant à elle, d'appréhender l'orientation de la pièce d'horlogerie lors du porter, notamment d'appréhender son orientation ou sa position lorsqu'elle est au poignet d'un porteur. L'étude a donc porté sur l'acquisition et le traitement de mesures de positions lors de porters. Elle a notamment permis d'identifier, par le biais d'une campagne de mesures expérimentales, un continuum de positions balayées dans l'espace par un panel de porteurs et les probabilités ou les temps associés à chaque position de ce continuum.

**[0062]** A l'issue de cette étude, il est possible d'établir une cartographie représentant la densité de probabilité des positions au porter de la pièce d'horlogerie d'un « porteur moyen ». La probabilité pour chaque domaine d'orientation peut notamment être représentée en fonction de la longitude  $\lambda_i$  et de la latitude  $\vartheta_j$  de la pièce d'horlogerie. La probabilité par domaine d'orientation  $(\lambda_i, \vartheta_j)$  dépend de la finesse choisie pour le maillage, mais la somme des probabilités est toujours équivalente à 1. La somme des probabilités  $p_{\lambda_i, \vartheta_j}$  pour une orientation  $(\lambda_i, \vartheta_j)$  donnée peut ainsi être définie de la manière suivante :

$$\sum_{\lambda_i, \vartheta_j} p_{\lambda_i, \vartheta_j} = 1, \quad \begin{cases} 0^\circ \leq \lambda_i < 360^\circ \\ -90^\circ \leq \vartheta_j \leq 90^\circ \end{cases}$$

**[0063]** Une analyse fine des résultats de cette seconde étude a permis de déterminer la position inclinée ( $\gamma$ ). En effet, la carte des densités de probabilité des positions indique de manière totalement inattendue une densité de probabilité importante dans une zone d'orientation particulière. Celle-ci représente de l'ordre de 30% du temps de porter mesuré. Cette zone est centrée sur une position inclinée obtenue en inclinant la pièce d'horlogerie typiquement de  $45^\circ$  entre les positions horlogères 6H et CH. Celle-ci peut s'étendre selon l'analyse des inventeurs de la manière suivante :

$$20^\circ \leq \vartheta_j \leq \delta'$$

**[0064]** Préférentiellement :

$$\delta' = \delta$$

et:

$$\lambda = 180^\circ$$

**[0065]** Pour valider la pertinence de la position  $\gamma$ , la description des données mesurées a été analysée et comparée avec et sans l'utilisation de la position  $\gamma$ . L'analyse montre que la description du comportement d'un « porteur moyen » avec la position  $\gamma$  est plus représentative du porteur que celle ne comportant pas la position  $\gamma$ . Ainsi, dans la perspective d'obtenir un procédé de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie le plus représentatif



du porter de la pièce d'horlogerie et du « porteur moyen », il est avantageux d'introduire la position inclinée  $\gamma$ .

**[0066]** En combinant la carte des régimes de fonctionnement de la figure 5 et celle des densités de probabilité des positions, il est possible de définir des durées des différentes phases de stockage pour représenter au mieux un porter réel lors d'un procédé de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie selon l'invention. Autrement dit, en traitant, notamment en sommant, les probabilités associées à l'ensemble des positions définissant une région, notamment une position horlogère (par exemple 9H), on peut déterminer une probabilité de fonctionnement de la pièce d'horlogerie dans un régime proche du régime obtenu lorsque la pièce d'horlogerie est dans une telle position, notamment dans une telle position horlogère. De cette probabilité, on peut déduire un temps de stockage de la pièce d'horlogerie dans une telle position, notamment dans une telle position horlogère, lors de la mise en œuvre du procédé selon l'invention. Par exemple, les durées de stockage dans chaque phase peuvent être proportionnelles aux probabilités associées à chaque zone de la figure 5. Bien évidemment, lorsqu'on met en œuvre le procédé avec un stockage de la pièce d'horlogerie en position inclinée, on peut définir une région définissant un ensemble de positions de la pièce d'horlogerie associée à la position inclinée (région  $\gamma$  représentée sur la figure 5).

**[0067]** La somme des probabilités par région définie par les angles  $(\lambda_i, \vartheta_j)$  étant égale à 1, il est ainsi possible d'exprimer les coefficients  $a$  à  $g$  de la manière suivante :

$$a = \sum_{\lambda_i, \vartheta_j} p_{\lambda_i, \vartheta_j} \begin{cases} \text{borne inf position } \gamma < \lambda_i < \text{borne sup position } \gamma \\ \text{borne inf position } \gamma < \vartheta_j < \text{borne sup position } \gamma \end{cases}$$

$$b = \sum_{\lambda_i, \vartheta_j} p_{\lambda_i, \vartheta_j} \begin{cases} \text{borne inf position } 3H < \lambda_i < \text{borne sup position } 3H \\ \text{borne inf position } 3H < \vartheta_j < \text{borne sup position } 3H \end{cases}$$

$$c = \sum_{\lambda_i, \vartheta_j} p_{\lambda_i, \vartheta_j} \begin{cases} \text{borne inf position } 6H < \lambda_i < \text{borne sup position } 6H \\ \text{borne inf position } 6H < \vartheta_j < \text{borne sup position } 6H \end{cases}$$

$$d = \sum_{\lambda_i, \vartheta_j} p_{\lambda_i, \vartheta_j} \begin{cases} \text{borne inf position } 9H < \lambda_i < \text{borne sup position } 9H \\ \text{borne inf position } 9H < \vartheta_j < \text{borne sup position } 9H \end{cases}$$

$$e = \sum_{\lambda_i, \vartheta_j} p_{\lambda_i, \vartheta_j} \begin{cases} \text{borne inf position } 12H < \lambda_i < \text{borne sup position } 12H \\ \text{borne inf position } 12H < \vartheta_j < \text{borne sup position } 12H \end{cases}$$

$$f = \sum_{\lambda_i, \vartheta_j} p_{\lambda_i, \vartheta_j} \begin{cases} \text{borne inf position } FH < \lambda_i < \text{borne sup position } FH \\ \text{borne inf position } FH < \vartheta_j < \text{borne sup position } FH \end{cases}$$

$$g = \sum_{\lambda_i, \vartheta_j} p_{\lambda_i, \vartheta_j} \begin{cases} \text{borne inf position } CH < \lambda_i < \text{borne sup position } CH \\ \text{borne inf position } CH < \vartheta_j < \text{borne sup position } CH \end{cases}$$

et :

$$\sum_{\lambda_i, \vartheta_j} p_{\lambda_i, \vartheta_j} = a + b + c + d + e + f + g = 1, \quad \begin{cases} 0^\circ \leq \lambda_i < 360^\circ \\ -90^\circ \leq \vartheta_j \leq 90^\circ \end{cases}$$

**[0068]** Dans tout ce document, par « pièce d'horlogerie », on entend notamment un mouvement horloger ou une montre.

**[0069]** Comme dans la norme ISO 3158, lorsqu'une pièce d'horlogerie ne comprend pas de cadran, on considère par hypothèse qu'elle comprend un cadran fictif, en particulier un cadran conventionnel fictif ou un cadran de travail. Un cadran de travail est un cadran différent du cadran que présentera la pièce d'horlogerie finie, mais qui permet tout de même de lire à tout instant une indication dérivée du temps afin de pouvoir réaliser une opération de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique.

**[0070]** Un dispositif de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique selon l'invention peut comprendre des éléments de stockage statique d'au moins une pièce d'horlogerie dans au moins la première position  $\gamma$ . Préférentiellement, le dispositif de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique comprend en outre des éléments de stockage statique d'au moins une pièce d'horlogerie dans au moins une position horlogère conventionnelle définie selon la norme ISO 3158. Préférentiellement, les éléments de stockage comprennent un logement de grand volume pour permettre le logement simultané de plusieurs pièces d'horlogerie préalablement disposées ou non dans des conditionnements dédiés à cet effet.

**[0071]** Au moins un élément d'acquisition de données d'état permet de réaliser des relevés d'état d'au moins une pièce d'horlogerie entre deux cycles ou deux phases de stockage de la pièce d'horlogerie. Les relevés d'état sont opérés ou non lorsque les pièces d'horlogerie sont disposées sur les éléments de stockage. Préférentiellement, les relevés d'état permettent de préférence d'établir des relevés d'état simultanés de plusieurs pièces d'horlogerie. En variante, ces relevés d'état sont quasi simultanés, permettant ainsi d'établir des relevés successifs à grande vitesse, par exemple par un balayage automatique permettant d'obtenir des prises d'image des différentes pièces d'horlogerie.

**[0072]** Un dispositif de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique selon l'invention peut également comprendre des éléments de mise en mouvement d'au moins une pièce d'horlogerie qui sont prévus pour faire balayer à la pièce d'horlogerie un continuum de positions dans l'espace. Préférentiellement, ils comprennent des logements de grands volumes pour permettre le logement simultané de plusieurs pièces d'horlogeries préalablement disposées ou non dans des conditionnements dédiés à cet effet.

**[0073]** Les relevés d'état sont opérés ou non lorsque les pièces d'horlogerie sont disposées sur les éléments de mise en mouvement des pièces d'horlogerie.

**[0074]** Un mode de réalisation spécifique d'un dispositif de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie 1 est décrit ci-après en référence à la figure 6. Il permet de mettre en œuvre le procédé de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique objet de l'invention.

**[0075]** Pour ce faire, le dispositif comprend des éléments matériels et/ou logiciels configurés de sorte à mettre en œuvre le procédé objet de l'invention, en particulier le mode d'exécution du procédé décrit plus haut.

**[0076]** Les éléments matériels comprennent notamment :

- Un bâti 16,
- Un support 12,
- Un élément de liaison mécanique 13, reliant mécaniquement le support au bâti,
- Un élément d'actionnement 14, 15, notamment un premier actionneur 14 et un deuxième actionneur 15,
- Un élément 11 d'acquisition de données d'état, notamment une caméra ou un appareil photographique ou un capteur optique,
- Une base de temps de référence 19,
- Une unité logique de traitement 18, notamment un microcontrôleur ou un microprocesseur,
- Une interface homme-machine 30.

**[0077]** Le support est apte à recevoir au moins une pièce d'horlogerie. La pièce d'horlogerie est fixée, de manière amovible, sur le support pendant la durée de mise en œuvre du procédé de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique. Ainsi, le support peut comprendre des éléments de fixation de la pièce d'horlogerie. En alternative, le support peut comprendre des éléments de fixation d'un conditionnement prévu pour comporter plusieurs pièces d'horlogerie.

**[0078]** Le support est pivoté autour d'un axe 20 sur l'élément de liaison mécanique 13. Une liaison pivot 22 est par exemple réalisée entre le support et l'élément de liaison mécanique. De même, l'élément de liaison mécanique est pivoté autour d'un axe 21 relativement au bâti 16. Une liaison pivot 23 est par exemple réalisée entre l'élément de liaison mécanique et le bâti. Les axes 20 et 21 sont de préférence perpendiculaires.

**[0079]** L'élément d'actionnement 14, 15 permet de déplacer l'élément de liaison mécanique relativement au bâti 16 et de déplacer le support 12 relativement à l'élément de liaison mécanique 13. En particulier, le premier actionneur 14 permet de déplacer l'élément de liaison mécanique relativement au support 12 et le deuxième actionneur 15 permet de déplacer l'élément de liaison mécanique relativement au bâti 16. Les actionneurs sont de préférence des actionneurs électromécaniques, comme des motoréducteurs et/ou des moteurs pas à pas pilotés par l'unité logique de traitement.

**[0080]** De manière simple, l'angle de rotation du support par rapport à l'élément de liaison mécanique autour de l'axe 20 définit la longitude et l'angle de rotation du bâti par rapport à l'élément de liaison mécanique autour de l'axe 21 définit la

latitude. Les axes peuvent toutefois être agencés autrement dans l'espace de sorte qu'une modification d'un angle donné de la longitude ou de la latitude doit être exécutée par une composition d'une rotation autour de l'axe 20 et d'une rotation autour de l'axe 21.

**[0081]** L'élément 11 d'acquisition de données d'état permet de réaliser les relevés d'état. L'élément d'acquisition peut être monté fixe sur le support. L'élément d'acquisition est piloté par l'unité logique de traitement 18. L'unité logique de traitement déclenche de préférence l'acquisition des relevés d'état. Les relevés d'état sont transmis à l'unité logique de traitement 18 qui comprend un module 181 de traitement des données d'état, notamment un module de traitement d'image qui permet de déterminer une donnée horaire à partir de la position des aiguilles de la pièce d'horlogerie à un instant donné. Le module de traitement peut comprendre des éléments logiciels.

**[0082]** L'unité logique de traitement 18 est aussi reliée à la base de temps de référence 19 qui permet de déterminer de manière précise le temps écoulé entre deux relevés d'état de la pièce d'horlogerie.

**[0083]** L'unité logique de traitement 18 est encore reliée à une interface homme-machine 30. L'interface permet de commander le dispositif, notamment de commander ou déclencher l'exécution du procédé selon l'invention. L'interface permet également d'obtenir des résultats déterminés par l'exécution du procédé, notamment d'obtenir une information de marche de la pièce d'horlogerie, en particulier une information d'écart de marche de la pièce d'horlogerie.

**[0084]** L'unité logique de traitement est par exemple programmée pour piloter l'élément d'actionnement de sorte à mettre en mouvement la pièce d'horlogerie de manière à ce qu'elle balaie ou non un continuum de positions dans l'espace.

**[0085]** Un mode d'exécution d'un procédé de production ou de réglage d'une pièce d'horlogerie selon l'invention est encore décrit ci-après.

**[0086]** Le procédé comprend une étape de mise en œuvre du procédé de contrôle chronométrique selon l'invention, en particulier un mode d'exécution du procédé de contrôle chronométrique décrit plus haut.

**[0087]** De manière optionnelle, le procédé comprend en complément à l'étape de contrôle chronométrique au moins une étape de réglage de la pièce d'horlogerie. Notamment cette étape de réglage est dépendante d'une information fournie par le procédé de contrôle chronométrique, comme l'écart de marche fourni par le procédé de contrôle chronométrique.

**[0088]** L'invention porte encore sur la pièce d'horlogerie 1, notamment une montre-bracelet, obtenue par la mise en œuvre du procédé de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique selon l'invention, en particulier selon l'un des modes d'exécution du procédé de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique décrits précédemment, ou obtenue par la mise en œuvre du procédé de production ou de réglage selon l'invention, en particulier selon le mode d'exécution du procédé de production ou de réglage décrit précédemment.

**[0089]** Dans tout ce document, par « cycle de stockage », il est entendu toute succession de plusieurs phases de stockage. Un cycle de stockage statique est constitué d'au moins une phase de stockage statique dans laquelle la pièce d'horlogerie est maintenue immobile dans une position déterminée. Par « phase de stockage statique », il est entendu une phase durant laquelle la pièce d'horlogerie est immobilisée dans une position déterminée. Cette position déterminée peut être la position inclinée  $\gamma$  ou une position horlogère conventionnelle (3H, 6H, 9H, 12H, FH, CH).

**[0090]** Un cycle de stockage dynamique est constitué d'au moins une phase de stockage dynamique dans laquelle la pièce d'horlogerie balaie un continuum déterminé de positions selon une ou plusieurs directions données. Un cycle de stockage dynamique ne comprend pas de phase de stockage statique.

**[0091]** Dans tout ce document, par « cycle de stockage », il est entendu toute période débutée par un premier relevé d'état de la pièce d'horlogerie et terminée par un relevé d'état subséquent de la pièce d'horlogerie, cette durée étant utilisée dans le procédé de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique de la pièce d'horlogerie. Des relevés d'états intermédiaires peuvent également être réalisés entre deux phases de stockage de la pièce d'horlogerie, notamment dans le cas d'un cycle de stockage statique de la pièce d'horlogerie.

**[0092]** Dans tout ce document, par « cadran conventionnel », il est entendu un cadran prévu pour coopérer avec des aiguilles mobiles en rotation autour de son centre, et comprenant des repères, notamment des repères (203) correspondant à l'indication « 3 heures », (206) correspondant à l'indication « 6 heures », (209) correspondant à l'indication « 9 heures » et (212) correspondant à l'indication 12 heures. Les aiguilles tournent dans le sens anti-trigonométrique ou dans le sens des aiguilles d'une montre lorsqu'on regarde le cadran. L'angle de position des aiguilles autour du centre du cadran est proportionnel au temps. Les repères de 12 heures, de 3 heures, de 6 heures et de 12 heures sont disposés respectivement à 90° les uns des autres.

**[0093]** Les notions de « demi-axe orienté » et d'« angle orienté » doivent être comprises dans leur sens mathématique habituel et conventionnel. L'orientation d'axe ou d'un demi-axe fixe en conséquence l'orientation de la rotation autour de cet axe ou demi-axe. Par convention, une rotation d'un corps autour d'un demi-axe orienté est positive ou présente un angle positif lorsque le corps tourne dans le sens des aiguilles d'une montre autour du demi-axe, le corps étant observé dans le sens du demi-axe orienté.

## Revendications

1. Procédé de contrôle chronométrique ou de certification chronométrique d'une pièce d'horlogerie (1), comprenant au moins deux relevés d'état de la pièce d'horlogerie avant et après au moins un premier cycle de stockage statique, le premier cycle de stockage statique étant un cycle de stockage statique dans au moins une position prédéfinie de la pièce d'horlogerie, l'au moins une position prédéfinie comprenant au moins une première position inclinée ( $\gamma$ ) de la pièce d'horlogerie, la position inclinée étant telle qu'un plan d'un cadran de la pièce d'horlogerie n'est ni parallèle au champ de gravitation terrestre, ni perpendiculaire au champ de gravitation terrestre, un écart de marche de la pièce d'horlogerie étant mesuré et donné par la différence temporelle entre :

- une différence temporelle entre deux valeurs d'affichage de la pièce d'horlogerie affichées lors des au moins deux relevés d'état de la pièce d'horlogerie, et
- une différence temporelle entre les instants des au moins deux relevés d'état de la pièce d'horlogerie, donnée par une base de temps de référence.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la première position inclinée ( $\gamma$ ) est définie par un premier angle  $\lambda$  et par un deuxième angle  $\vartheta$  tels que  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  et  $\vartheta \in [20^\circ, 85^\circ]$ , en particulier tels que  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  et  $\vartheta \in [20^\circ, 70^\circ]$ , notamment tels que  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  et  $\vartheta = 45^\circ$ , avec :

- un premier repère orthogonal direct (O, i, j, k) avec une origine (O) au centre d'un cadran (2) de la pièce d'horlogerie, un premier demi-axe orienté (Oi), horizontal et fixe en direction, un deuxième demi-axe orienté (Oj), horizontal et fixe en direction et un troisième demi-axe orienté (Ok), vertical, fixe en direction et opposé au vecteur champ de gravitation (g),
- une première position de la pièce d'horlogerie dans laquelle le premier demi-axe (Oi) passe par un repère de 9 heures (209) du cadran (2) et le troisième demi-axe (Ok) passe par un repère de 12 heures (212) du cadran (2),
- une position quelconque de la pièce d'horlogerie est définie depuis la première position par une rotation de l'angle  $\lambda$  autour du deuxième demi-axe (Oj), puis une rotation de l'angle  $\vartheta$  autour du premier demi-axe (Oi),  $\lambda$  étant défini sur un intervalle compris entre  $0^\circ$  et  $360^\circ$ ,  $\vartheta$  étant défini sur un intervalle compris entre  $-90^\circ$  et  $90^\circ$ .

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la première position ( $\gamma$ ) est telle que l'angle  $\lambda$  est égal ou sensiblement égal à  $180^\circ$ .

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel :

- le premier cycle de stockage statique comprend en outre au moins une phase de stockage dans une des positions horlogères conventionnelles, notamment une deuxième position 3H ( $\lambda = 90^\circ$ ;  $\vartheta = 0^\circ$ ) et/ou une troisième position 6H ( $\lambda = 180^\circ$ ;  $\vartheta = 0^\circ$ ) et/ou une quatrième position 9H ( $\lambda = 270^\circ$ ;  $\vartheta = 0^\circ$ ) et/ou une cinquième position 12H ( $\lambda = 0^\circ$ ;  $\vartheta = 0^\circ$ ) et/ou une sixième position CH ( $\vartheta = 90^\circ$ ) et/ou une septième position FH ( $\vartheta = -90^\circ$ ) et/ou au moins une deuxième position inclinée ( $\gamma'$ ) ; et/ou
- le procédé comprend un deuxième cycle de stockage de la pièce d'horlogerie, notamment un deuxième cycle de stockage dynamique de la pièce d'horlogerie dans laquelle la pièce d'horlogerie balaie un continuum déterminé de positions.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel, pour un cycle de stockage d'une durée (t), les temps de stockage respectifs ( $t_\gamma$ ), ( $t_{3H}$ ), ( $t_{6H}$ ), ( $t_{9H}$ ), ( $t_{12H}$ ), ( $t_{FH}$ ), ( $t_{CH}$ ) associés à chacune des positions ( $\gamma$ ), (3H), (6H), (9H), (12H), (FH), (CH), de la pièce d'horlogerie sont définis de la manière suivante :

$$\sum_k t_k = t \text{ avec } k \in \{\gamma, 3H, 6H, 9H, 12H, FH, CH\}$$

avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} t_{\gamma} = a \cdot t \text{ avec } 0.05 \leq a \leq 0.85 \\ t_{3H} = b \cdot t \text{ avec } 0 \leq b \leq 1 \\ t_{6H} = c \cdot t \text{ avec } 0 \leq c \leq 1 \\ t_{9H} = d \cdot t \text{ avec } 0 \leq d \leq 1 \\ t_{12H} = e \cdot t \text{ avec } 0 \leq e \leq 1 \\ t_{FH} = f \cdot t \text{ avec } 0 \leq f \leq 1 \\ t_{CH} = g \cdot t \text{ avec } 0 \leq g \leq 1 \end{array} \right.$$

en particulier :

$$t_{\gamma} = a \cdot t \text{ avec } 0.1 \leq a \leq 0.4$$

notamment :

$$t_{\gamma} = a \cdot t \text{ avec } 0.15 \leq a \leq 0.35$$

6. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel :

$$\left\{ \begin{array}{l} 0.3 \leq b + c + d + e \leq 0.85 \\ 0.1 \leq f + g \leq 0.4 \end{array} \right.$$

7. Procédé selon l'une des revendications 5 et 6, dans lequel :

$$\left\{ \begin{array}{l} a \neq b \\ a \neq c \\ a \neq d \\ a \neq e \\ a \neq f \\ a \neq g \end{array} \right.$$

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les conditions de température et/ou de pression évoluent au fil de la durée (t) du cycle de stockage, notamment en fonction des phases de stockage de la pièce d'horlogerie, en particulier en fonction des phases de stockage statiques de la pièce d'horlogerie et/ou **caractérisé en ce qu'**une fonction horlogère auxiliaire, notamment une fonction de chronographe ou une fonction de calendrier, est activée pendant tout ou partie de la durée (t) du cycle de stockage.

9. Procédé de production ou de réglage d'une pièce d'horlogerie, le procédé comprenant une étape de mise en œuvre du procédé de contrôle chronométrique selon l'une des revendications 1 à 8.

10. Procédé de production ou de réglage selon la revendication précédente, le procédé comprenant au moins une étape de réglage.

11. Procédé de production ou de réglage selon la revendication précédente, dans lequel l'étape de réglage est dépendante de l'écart de marche.

## Patentansprüche

1. Verfahren zur chronometrischen Prüfung oder zur chronometrischen Zertifizierung einer Uhr (1), umfassend mindestens zwei Zustandserfassungen der Uhr vor und nach mindestens einem ersten statischen Lagerungszyklus, wobei der erste statische Lagerungszyklus ein statischer Lagerungszyklus in mindestens einer vorgegebenen Position der Uhr ist, wobei die mindestens eine vorgegebene Position mindestens eine erste geneigte Position ( $\gamma$ ) der Uhr umfasst,

wobei die geneigte Position dergestalt ist, dass eine Ebene eines Zifferblatts der Uhr weder parallel zum Erdgravitationsfeld noch senkrecht zum Erdgravitationsfeld ist, wobei eine Gangabweichung der Uhr gemessen wird und durch die zeitliche Differenz gegeben ist zwischen:

- einer zeitlichen Differenz zwischen zwei Anzeigewerten der Uhr, die bei den mindestens zwei Zustandserfassungen der Uhr angezeigt werden, und
- einer zeitlichen Differenz zwischen den Zeitpunkten der mindestens zwei Zustandserfassungen der Uhr, die durch eine Referenzzeitbasis gegeben wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die erste geneigte Position ( $\gamma$ ) durch einen ersten Winkel  $\lambda$  und durch einen zweiten Winkel  $\vartheta$  definiert ist, die dergestalt sind, dass  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  und  $\vartheta \in [20^\circ, 85^\circ]$ , insbesondere dergestalt, dass  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  und  $\vartheta \in [20^\circ, 70^\circ]$ , im Besonderen dergestalt, dass  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  und  $\vartheta = 45^\circ$ , mit:

- einem ersten direkten rechtwinkligen Koordinatensystem (O, i, j, k) mit einem Ursprung (O) im Mittelpunkt eines Zifferblatts (2) der Uhr, einer ersten ausgerichteten, horizontalen und richtungsfesten Halbachse (Oi), einer zweiten ausgerichteten, horizontalen und richtungsfesten Halbachse (Oj) und einer dritten ausgerichteten, vertikalen, richtungsfesten und zum Gravitationsfeldvektor (g) entgegengesetzten Halbachse (Ok),
- einer ersten Position der Uhr, in der die erste Halbachse (Oi) durch eine 9-Uhr-Markierung (209) des Zifferblatts (2) verläuft und die dritte Halbachse (Ok) durch eine 12-Uhr-Markierung (212) des Zifferblatts (2) verläuft,
- eine beliebige Position der Uhr ist definiert von der ersten Position aus durch eine Drehung des Winkels  $\lambda$  um die zweite Halbachse (Oj), dann eine Drehung des Winkels  $\vartheta$  um die erste Halbachse (Oi), wobei  $\lambda$  über ein Intervall zwischen  $0^\circ$  und  $360^\circ$  definiert ist, wobei  $\vartheta$  über ein Intervall zwischen  $-90^\circ$  und  $90^\circ$  definiert ist.

3. Verfahren nach Anspruch 2, wobei die erste Position ( $\gamma$ ) dergestalt ist, dass der Winkel  $\lambda$  gleich oder im Wesentlichen gleich  $180^\circ$  ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei:

- der erste statische Lagerungszyklus ferner mindestens eine Lagerungsphase in einer der konventionellen Uhrenpositionen umfasst, insbesondere eine zweite Position 3H ( $\lambda = 90^\circ$ ;  $\vartheta = 0^\circ$ ) und/oder eine dritte Position 6H ( $\lambda = 180^\circ$ ;  $\vartheta = 0^\circ$ ) und/oder eine vierte Position 9H ( $\lambda = 270^\circ$ ;  $\vartheta = 0^\circ$ ) und/oder eine fünfte Position 12H ( $\lambda = 0^\circ$ ;  $\vartheta = 0^\circ$ ) und/oder eine sechste Position CH ( $\vartheta = 90^\circ$ ) und/oder eine siebte Position FH ( $\vartheta = -90^\circ$ ) und/oder mindestens eine zweite geneigte Position ( $\gamma'$ ); und/oder
- das Verfahren einen zweiten Lagerungszyklus der Uhr umfasst, im Besonderen einen zweiten dynamischen Lagerungszyklus der Uhr, in dem die Uhr ein bestimmtes Kontinuum von Positionen durchläuft.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei, bei einem Lagerungszyklus mit einer Dauer (t), die jeweiligen Lagerungszeiten ( $t_\gamma$ ), ( $t_{3H}$ ), ( $t_{6H}$ ), ( $t_{9H}$ ), ( $t_{12H}$ ), ( $t_{FH}$ ), ( $t_{CH}$ ), die jeder der Positionen ( $\gamma$ ), (3H), (6H), (9H), (12H), (FH), (CH) der Uhr zugeordnet sind, folgendermaßen definiert sind:

$$\sum_{k \in \{\gamma, 3H, 6H, 9H, 12H, FH, CH\}} t_k = t \text{ mit } k \in \{\gamma, 3H, 6H, 9H, 12H, FH, CH\}$$

mit:

$$\begin{cases} t_\gamma = a \cdot t \text{ mit } 0,05 \leq a \leq 0,085 \\ t_{3H} = b \cdot t \text{ mit } 0 \leq b \leq 1 \\ t_{6H} = c \cdot t \text{ mit } 0 \leq c \leq 1 \\ t_{9H} = d \cdot t \text{ mit } 0 \leq d \leq 1 \\ t_{12H} = e \cdot t \text{ mit } 0 \leq e \leq 1 \\ t_{FH} = f \cdot t \text{ mit } 0 \leq f \leq 1 \\ t_{CH} = g \cdot t \text{ mit } 0 \leq g \leq 1 \end{cases}$$

insbesondere:

$$t_{\gamma} = a \cdot t \text{ mit } 0,1 \leq a \leq 0,4$$

im Besonderen:

$$t_{\gamma} = a \cdot t \text{ mit } 0,15 \leq a \leq 0,35$$

6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei:

$$\begin{cases} 0,3 \leq b + c + d + e \leq 0,85 \\ 0,1 \leq f + g \leq 0,4 \end{cases}$$

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 und 6, wobei:

$$\begin{cases} a \neq b \\ a \neq c \\ a \neq d \\ a \neq e \\ a \neq f \\ a \neq g \end{cases}$$

8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Temperatur- und/oder Druckbedingungen im Laufe der Dauer (t) des Lagerungszyklus ändern, im Besonderen in Abhängigkeit von den Lagerungsphasen der Uhr, insbesondere in Abhängigkeit von den statischen Lagerungsphasen der Uhr, und/oder **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Hilfsuhrfunktion, im Besonderen eine Chronographenfunktion oder eine Kalenderfunktion, während der gesamten oder eines Teils der Dauer (t) des Lagerungszyklus aktiviert ist.

9. Verfahren zur Herstellung oder Einstellung einer Uhr, wobei das Verfahren einen Schritt der Durchführung des Verfahrens zur chronometrischen Prüfung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 umfasst.

10. Verfahren zur Herstellung oder Einstellung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei das Verfahren mindestens einen Einstellschritt umfasst.

11. Verfahren zur Herstellung oder Einstellung nach dem vorhergehenden Anspruch, wobei der Einstellschritt von der Gangabweichung abhängig ist.

## Claims

1. A chronometric testing or chronometric certification method for a timepiece (1), comprising at least two status reports of the timepiece before and after at least a first static storage cycle, the first static storage cycle being a first static storage cycle in at least one predefined position of the timepiece, the at least one predefined position comprising at least a first inclined position ( $\gamma$ ) of the timepiece, the inclined position being such that the plane of the dial of the timepiece is neither parallel to the Earth's gravitational field, nor perpendicular to the Earth's gravitational field, a rate variation of the timepiece being measured and given by the time difference between:

- a time difference between two display values of the timepiece during at least two status reports of the timepiece, and
- a time difference between the instants of the at least two status reports of the timepiece, given by a reference timebase.

2. The method as claimed in claim 1, wherein the first inclined position ( $\gamma$ ) is defined by a first angle  $\lambda$  and by a second

angle  $\vartheta$  such that  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  and  $\vartheta \in [20^\circ, 85^\circ]$ , particularly such that  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  and  $\vartheta \in [20^\circ, 70^\circ]$ , notably such that  $\lambda \in [135^\circ, 225^\circ]$  and  $\vartheta=45^\circ$ , with:

- a first direct coordinate system (O, i, j, k) with an origin (O) at the center of a dial (2) of the timepiece, a first oriented semi-axis (Oi), horizontal and fixed in direction, a second oriented semi-axis (Oj), horizontal and fixed in direction and a third oriented semi-axis (Ok), vertical, fixed in direction and opposite the gravitational field vector (g),
- a first position of the timepiece in which the first semi-axis (Oi) passes through a 9 o'clock mark (209) of the dial (2) and the third semi-axis (Ok) passes through a 12 o'clock mark (212) of the dial (2),
- any position of the timepiece is defined from the first position by a rotation of the angle  $\lambda$  about the second semi-axis (Oj), then a rotation of the angle  $\vartheta$  about the first semi-axis (Oi),  $\lambda$  being defined on an interval between  $0^\circ$  and  $360^\circ$ ,  $\vartheta$  being defined on an interval between  $-90^\circ$  and  $90^\circ$ .

3. The method as claimed in claim 2, wherein the first position ( $\gamma$ ) is such that the angle  $\lambda$  is equal to or substantially equal to  $180^\circ$ .

4. The method as claimed in any one of the preceding claims, wherein:

- the first static storage cycle further comprises at least one storage phase in one of the conventional watch positions, notably a second 3H position ( $\lambda=90^\circ$ ;  $\vartheta=0^\circ$ ) and/or a third 6H position ( $\lambda=180^\circ$ ;  $\vartheta=0^\circ$ ) and/or a fourth 9H position ( $\lambda=270^\circ$ ;  $\vartheta=0^\circ$ ) and/or a fifth 12H position ( $\lambda=0^\circ$ ;  $\vartheta=0^\circ$ ) and/or a sixth CH position ( $\vartheta=90^\circ$ ) and/or a seventh FH position ( $\vartheta=-90^\circ$ ) and/or at least a second inclined position ( $\gamma'$ ); and/or
- the method comprises a second storage cycle of the timepiece, notably a second dynamic storage cycle of the timepiece in which the timepiece sweeps a given continuum of positions.

5. The method as claimed in one of the preceding claims, wherein for a storage cycle of a duration (t), the respective storage times ( $t_\gamma$ ), ( $t_{3H}$ ), ( $t_{6H}$ ), ( $t_{9H}$ ), ( $t_{12H}$ ), ( $t_{FH}$ ), ( $t_{CH}$ ) associated with each position ( $\gamma$ ), (3H), (6H), (9H), (12H), (FH), (CH) of the timepiece are defined as follows:

$$\sum t_k = t \text{ with } k \in \{\gamma, 3H, 6H, 9H, 12H, FH, CH\}$$

with:

$$\begin{cases} t_\gamma = a \cdot t \text{ with } 0.05 \leq a \leq 0.85 \\ t_{3H} = b \cdot t \text{ with } 0 \leq b \leq 1 \\ t_{6H} = c \cdot t \text{ with } 0 \leq c \leq 1 \\ t_{9H} = d \cdot t \text{ with } 0 \leq d \leq 1 \\ t_{12H} = e \cdot t \text{ with } 0 \leq e \leq 1 \\ t_{FH} = f \cdot t \text{ with } 0 \leq f \leq 1 \\ t_{CH} = g \cdot t \text{ with } 0 \leq g \leq 1 \end{cases}$$

in particular:

$$t_\gamma = a \cdot t \text{ with } 0.1 \leq a \leq 0.4$$

notably:

$$t_\gamma = a \cdot t \text{ with } 0.15 \leq a \leq 0.35$$

6. The method as claimed in the previous claim, wherein:

$$\begin{cases} 0.3 \leq b + c + d + e \leq 0.85 \\ 0.1 \leq f + g \leq 0.4 \end{cases}$$



7. The method as claimed in one of claims 5 and 6, wherein:

$$\left\{ \begin{array}{l} a \neq b \\ a \neq c \\ a \neq d \\ a \neq e \\ a \neq f \\ a \neq g \end{array} \right.$$

8. The method as claimed in any one of the preceding claims, wherein the temperature and/or pressure conditions change over the duration (t) of the storage cycle, notably depending on the storage phases of the timepiece, in particular depending on the static storage phases of the timepiece and/or wherein an auxiliary watch function, notably a chronograph function or a calendar function, is activated during all or part of the duration (t) of the storage cycle.

9. A production or adjustment method of a timepiece, the method comprising an implementation step of the chronometric testing method as claimed in any one of claims 1 to 8.

10. The production or adjustment method as claimed in the preceding claim, the method comprising at least one adjustment step.

11. The production or adjustment method as claimed in the preceding claim, wherein the adjustment step is dependent on the rate variation.

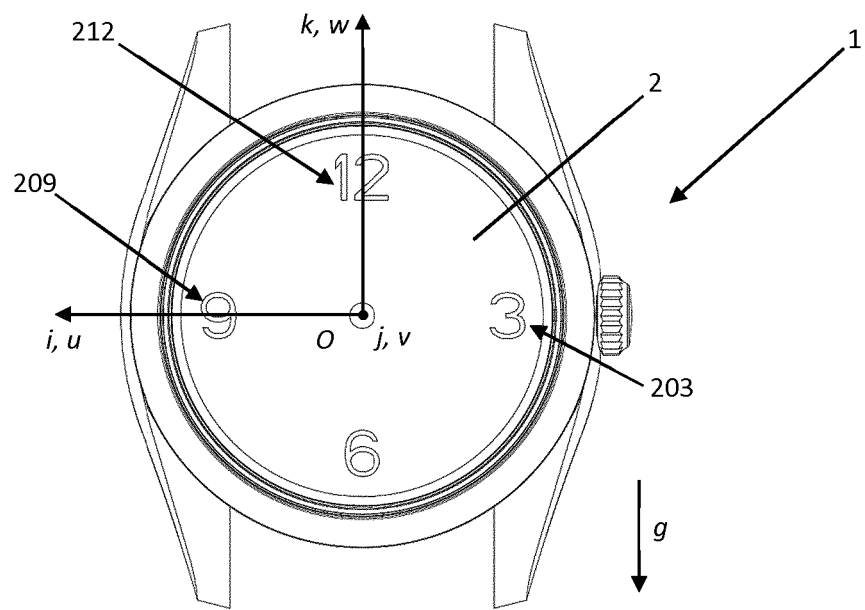


Figure 1

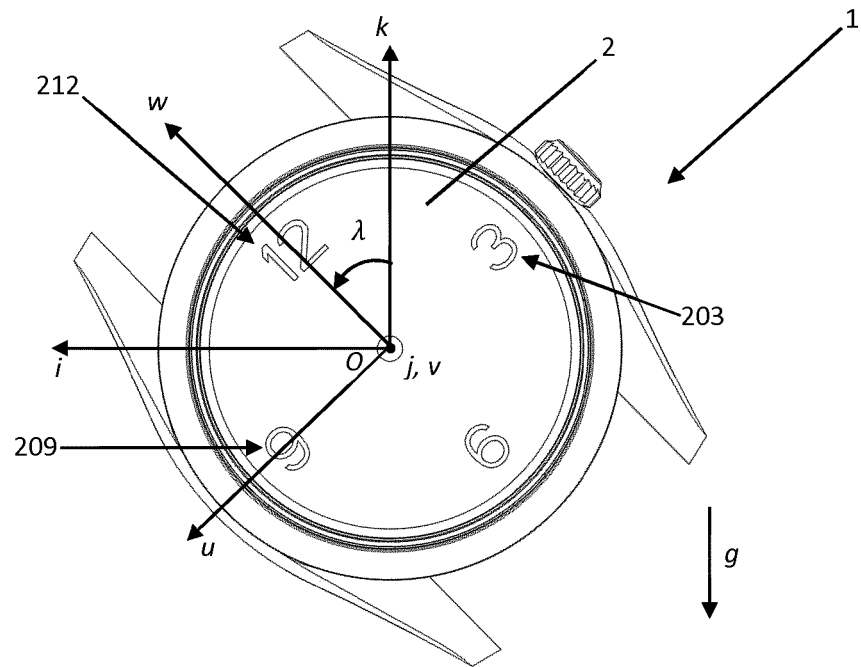


Figure 2

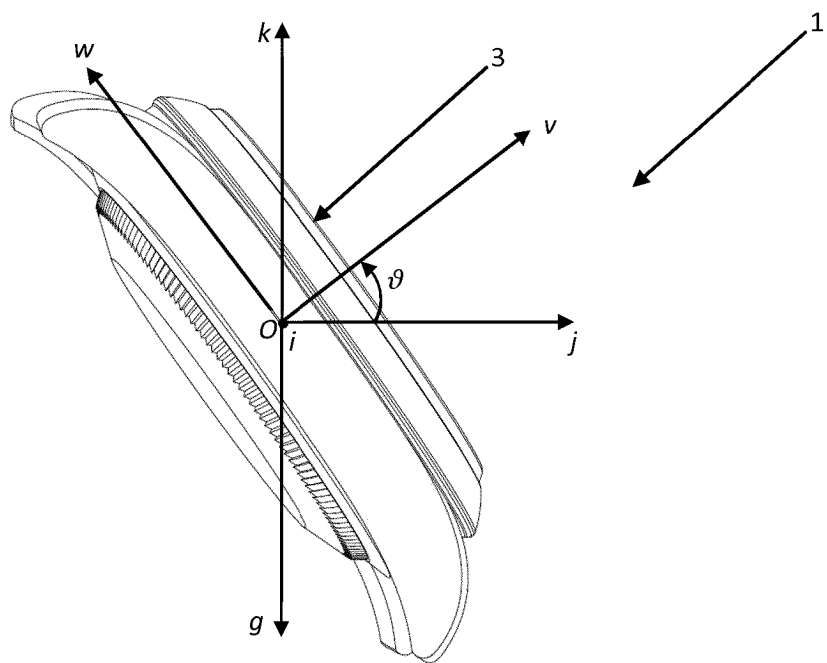


Figure 3

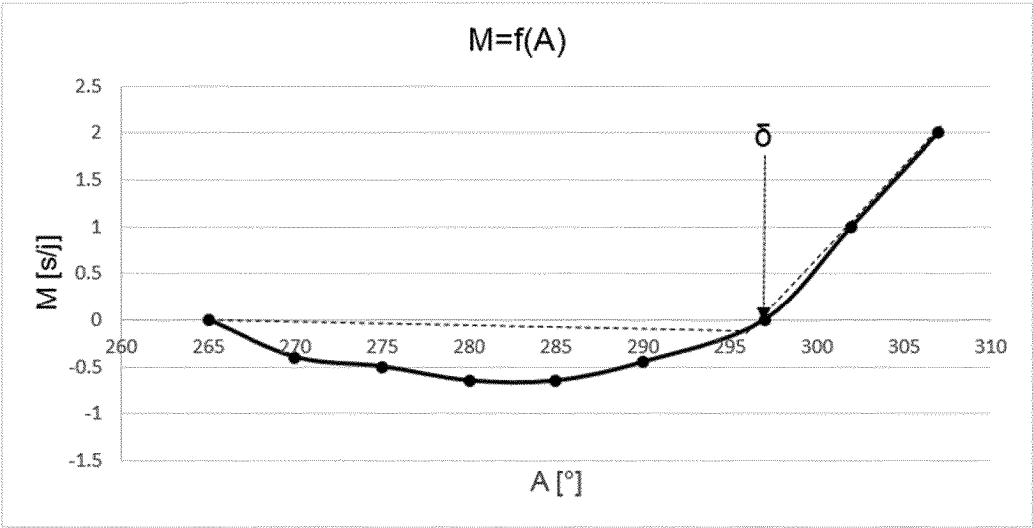


Figure 4

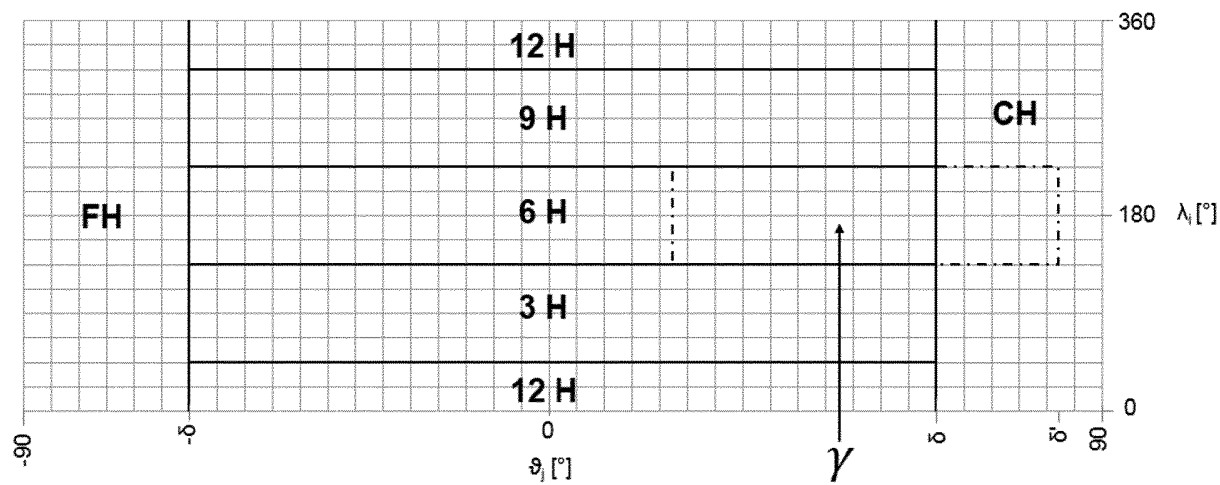


Figure 5

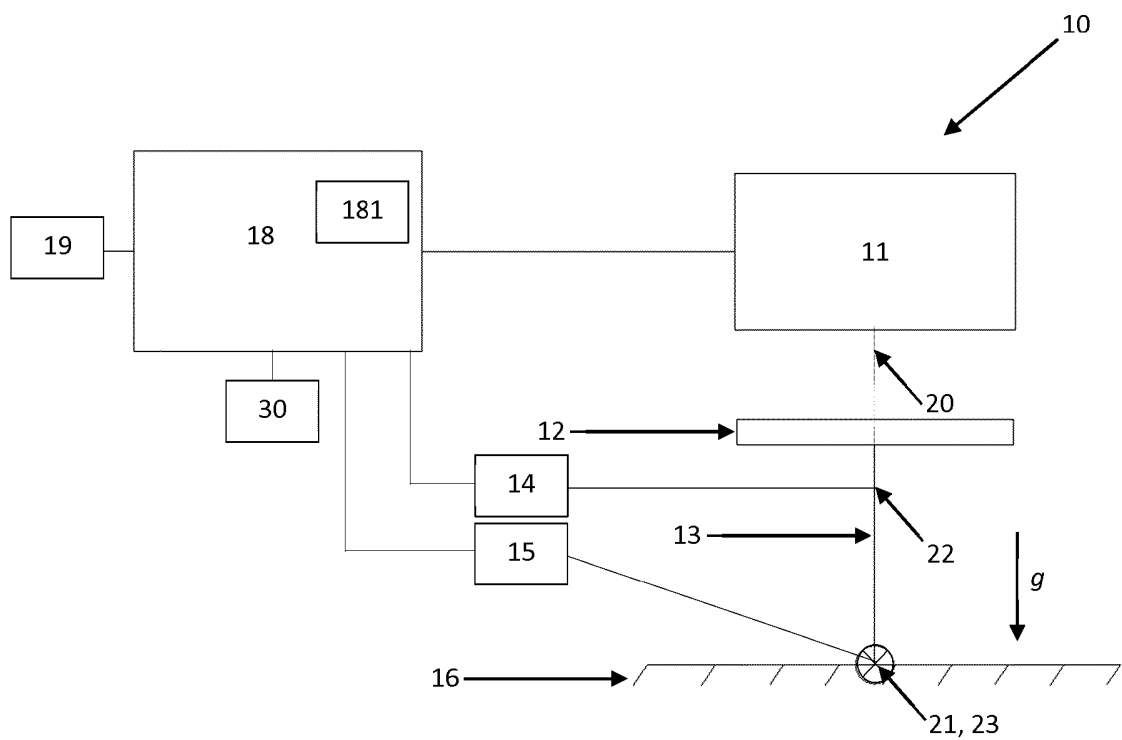


Figure 6

## RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

*Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.*

### Documents brevets cités dans la description

- EP 2458458 A1 [0008]
- CH 704688 [0009]
- CH 707013 [0010]

### Littérature non-brevet citée dans la description

- **J.-C. BEUCHAT ; A. BOTTA ; R. GRANDJEAN.** Mesure de certaines conditions du porter de la montre-bracelet : température, champs magnétiques, accélérations dues aux chocs, positions. *Bulletin annuel de la SSC et du LSRH*, 1969, vol. V [0012] [0014]
- **D. JACQUET.** Incidences chronométriques du porter de la montre-bracelet sur un oscillateur à balancier spiral - Applications au calcul de la marche diurne probable. *Acte n°20 du 52ème congrès de la SSC*, 1977 [0013]
- **J.-P. BERNET ; A. HOFFMANN.** Simulation statique du porter moyen de la montre-bracelet - Effet sur la marche diurne. *Acte de la conférence n°B2.4 du CIC*, 1979 [0014]
- **MEISSNER IVAN et al.** Un nouvel équipement de mesures de l'organe réglant pour la montre mécanique. *Congrès International de la Chronométrie (Horlogerie et Automobile, Label mécanique)*, 26 September 2007 [0015]