



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
19.08.2015 Bulletin 2015/34

(51) Int Cl.:
G04B 17/26 (2006.01) **G04B 18/04 (2006.01)**
G04B 17/06 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **14184155.1**

(22) Date de dépôt: **09.09.2014**

(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
Etats d'extension désignés:
BA ME

(30) Priorité: **17.02.2014 EP 14155429**
17.02.2014 EP 14155431
17.02.2014 EP 14155433

(71) Demandeur: **ETA SA Manufacture Horlogère Suisse**
2540 Grenchen (CH)

(72) Inventeurs:
• **Winkler, Pascal**
2074 Marin (CH)
• **Sarchi, Davide**
1020 Renens (CH)

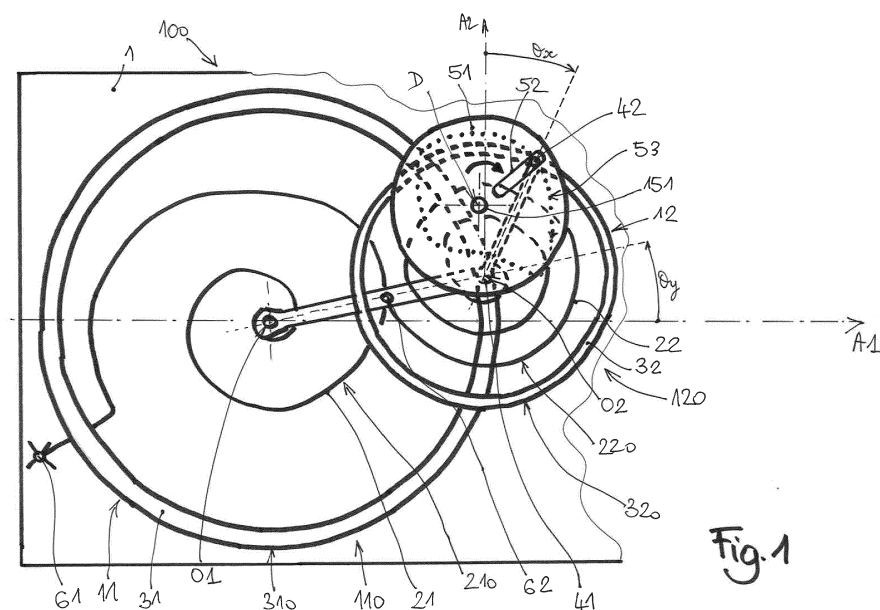
(74) Mandataire: **Giraud, Eric et al**
ICB
Ingénieurs Conseils en Brevets SA
Faubourg de l'Hôpital 3
2001 Neuchâtel (CH)

(54) **Mécanisme de synchronisation de deux oscillateurs d'horlogerie avec un rouage**

(57) Mécanisme régulateur (100) d'horlogerie comportant, montés mobiles, au moins en pivotement par rapport à une platine (1), une roue d'échappement (51) agencée pour recevoir un couple moteur via un rouage, et un premier oscillateur (110) comportant une première structure (310) rigide reliée à ladite platine (1) par des premiers moyens de rappel élastique (210).

Ledit mécanisme régulateur (100) comporte un deuxième oscillateur (120) comportant une deuxième

structure rigide (320) reliée à ladite première structure (310) rigide par des deuxième moyens de rappel élastique (220), et qui comporte des moyens de guidage (42) agencés pour coopérer avec des moyens de guidage complémentaire (52) que comporte ladite roue d'échappement (51), synchronisant ledit premier oscillateur (110) et ledit deuxième oscillateur (120) avec ledit rouage.



Description

Domaine de l'invention

[0001] L'invention concerne un mécanisme régulateur d'horlogerie comportant une platine et, montés mobiles, au moins en pivotement par rapport à ladite platine, une roue d'échappement qui pivote autour d'un axe d'échappement et est agencée pour recevoir un couple moteur, par l'intermédiaire d'un rouage, et un premier oscillateur comportant une première structure rigide reliée à ladite platine par des premiers moyens de rappel élastique.

[0002] L'invention concerne un mouvement d'horlogerie comportant un tel mécanisme régulateur.

[0003] L'invention concerne une pièce d'horlogerie comportant un tel mouvement.

[0004] L'invention concerne le domaine de la régulation des pièces d'horlogerie mécaniques, en particulier des montres mécaniques.

Arrière-plan de l'invention

[0005] Dans un mécanisme d'échappement d'horlogerie, l'échappement à ancre suisse généralement utilisé présente un rendement assez bas (de l'ordre de 35%).

[0006] Les principales sources de pertes d'un échappement à ancre suisse sont :

- les frottements des palettes de l'ancre sur les dents ;
- les chocs dus aux mouvements saccadés de la roue et de l'ancre ;
- la chute nécessaire pour s'accommoder des erreurs d'usinage.

[0007] La mise au point d'un nouveau système de synchronisation d'un rouage mû par un ressort moteur avec un résonateur dans un mouvement de montre, à rendement supérieur à celui d'un échappement à ancre suisse, peut se traduire par:

- une augmentation de l'autonomie de la montre ;
- une amélioration des propriétés chronométriques de la montre ;
- une différenciation marketing et esthétique.

[0008] On cherche des systèmes permettant de synchroniser un rouage mû par un ressort moteur avec un résonateur, et qui présenteraient un rendement supérieur au rendement de l'échappement à ancre suisse.

Résumé de l'invention

[0009] L'invention se propose de créer des mécanismes qui présentent un rendement supérieur au rendement de l'échappement à ancre suisse.

[0010] L'invention consiste en un système permettant de synchroniser un rouage, notamment mû par un ressort moteur, avec un résonateur.

[0011] A cet effet, l'invention concerne un mécanisme régulateur d'horlogerie comportant une platine et, montés mobiles, au moins en pivotement par rapport à ladite platine, une roue d'échappement qui pivote autour d'un axe d'échappement et est agencée pour recevoir un couple moteur, par l'intermédiaire d'un rouage, et un premier oscillateur comportant une première structure rigide reliée à ladite platine par des premiers moyens de rappel élastique, caractérisé en ce que ledit mécanisme régulateur comporte encore au moins un deuxième oscillateur comportant une deuxième structure rigide qui est reliée à ladite première structure rigide par des deuxièmes moyens de rappel élastique qui sont agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de ladite deuxième structure rigide par rapport à ladite première structure rigide, et en ce que ladite deuxième structure comporte des moyens de guidage agencés pour coopérer avec des moyens de guidage complémentaire que comporte ladite roue d'échappement, synchronisant ledit premier oscillateur et ledit deuxième oscillateur avec ledit rouage.

[0012] L'invention concerne un mouvement d'horlogerie comportant un tel mécanisme régulateur.

[0013] L'invention concerne une pièce d'horlogerie comportant un tel mouvement, caractérisée en ce qu'elle est une montre.

Description sommaire des dessins

[0014] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, en référence aux dessins annexés, où :

- la figure 1 représente, de façon schématisée et en vue en plan, une première variante d'un mécanisme régulateur selon l'invention, comportant deux oscillateurs formés par des ensembles balancier-spiral dont l'un pivote sur l'autre et coopère avec une roue d'échappement, dans un état instantané au cours d'une oscillation de chacun de ces ensembles balanciers-spiral;
- la figure 2 représente, de façon schématisée et en vue en plan, une deuxième variante d'un mécanisme régulateur selon l'invention, comportant deux balanciers sectoriels reliés par des jeux de lame croisées, le premier à une platine, et le deuxième, qui coopère avec une roue d'échappement, relié au premier balancier, dans un état instantané au cours d'une oscillation de chacun de ces oscillateurs ;
- la figure 3 représente le mécanisme de la figure 1 dans un état au repos en l'absence de toute excitation, les ressorts spiraux n'étant pas représentés;
- la figure 4 représente le mécanisme de la figure 2 dans un état au repos en l'absence de toute excitation ;
- la figure 5 est un schéma-blocs figurant une pièce d'horlogerie comportant une montre équipée d'un

mouvement avec un mécanisme régulateur selon l'invention.

Description détaillée des modes de réalisation préférés

[0015] L'invention consiste en un système permettant de synchroniser un rouage mû par un ressort moteur avec un résonateur.

[0016] L'invention concerne plus particulièrement la régulation des mouvements mécaniques.

[0017] Le principe de l'invention est d'équiper une montre mécanique d'un mouvement comportant au moins deux oscillateurs montés en série l'un avec l'autre, notamment empilés, synchronisés avec un rouage par une coopération mécanique entre le dernier oscillateur de la cascade et un composant du rouage, entre des moyens de guidage et des moyens de guidage complémentaire, notamment un doigt et une came, ou plus particulièrement un doigt et une roue à rainure. L'invention est illustrée, de façon non limitative, avec seulement deux oscillateurs montés en cascade.

[0018] Plus particulièrement, l'invention concerne un mécanisme régulateur 100 d'horlogerie. Ce mécanisme régulateur 100 comporte une platine 1 et, montés mobiles, au moins en pivotement par rapport à cette platine 1, une roue d'échappement 51 et un premier oscillateur 110.

[0019] La roue d'échappement 51 pivote autour d'un axe d'échappement D et est agencée pour recevoir, par l'intermédiaire d'un rouage, un couple moteur. Dans une application particulière, ce couple moteur est fourni par un moyen de stockage d'énergie, tel qu'un barillet, d'un mouvement 200 auquel est destiné à être incorporé le mécanisme régulateur 100.

[0020] Le premier oscillateur 110 comporte une première structure rigide 310, qui est reliée à la platine 1 par des premiers moyens de rappel élastique 210.

[0021] Selon l'invention, le mécanisme régulateur 100 comporte encore au moins un deuxième oscillateur 120. Ce deuxième oscillateur 120 comporte une deuxième structure rigide 320, qui est reliée à la première structure rigide 310 du premier oscillateur 110 par des deuxième moyens de rappel élastique 220.

[0022] Ces deuxième moyens de rappel élastique 220 sont agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de la deuxième structure rigide 320 par rapport à la première structure rigide 310.

[0023] Et cette deuxième structure 320 comporte des moyens de guidage 42, qui sont agencés pour coopérer avec des moyens de guidage complémentaire 52 que comporte la roue d'échappement 51. Ces moyens de guidage 42 et ces moyens de guidage complémentaire 52 forment ensemble un moyen de transmission de mouvement, pour synchroniser le premier oscillateur 110 et le deuxième oscillateur 120 avec le rouage auquel appartient la roue d'échappement 51.

[0024] Ce moyen de transmission de mouvement peut prendre différentes formes : système rainure-goupille, tel

qu'illustré de façon non limitative par les figures, système bielle-manivelle, ou autre.

[0025] L'invention est décrite ici avec deux oscillateurs montés en série. Naturellement, elle est aussi applicable à une cascade d'oscillateurs montés en série les uns avec les autres.

[0026] De façon préférée, le premier oscillateur 110 et le deuxième oscillateur 120 ont des fréquences propres égales.

[0027] De préférence, le premier oscillateur 110 et le deuxième oscillateur 120 ont entre eux un déphasage angulaire sensiblement constant et voisin de 90°.

[0028] Ces au moins deux résonateurs, formés par le premier oscillateur 110 et le deuxième oscillateur 120, de préférence de même fréquence propre, présentant chacun un degré de liberté angulaire, sont empilés de manière à ce qu'un point particulier du deuxième résonateur parcoure une trajectoire patatoïde 53 fermée autour d'un point fixe, qui est ici le pivot 151 de la roue d'échappement 51, pour les mécanismes illustrés sur les figures. Plus cette trajectoire 53 présente une forme proche d'un cercle, et meilleure est la synchronisation. La trajectoire 53 est plus généralement une ellipse, dont l'excentricité dépend de la géométrie du mécanisme, notamment au niveau de la liaison entre les moyens de guidage 42, et les moyens de guidage complémentaire 52.

[0029] Dans une réalisation avantageuse, le premier oscillateur 110 pivote autour d'un premier axe de pivotement O1, et oscille dans un plan parallèle à la platine 1 de part et d'autre d'un premier axe plan A1, le deuxième oscillateur 120 pivote autour d'un deuxième axe de pivotement O2 et oscille dans un plan parallèle à la platine 1 autour d'un deuxième axe plan A2, et, en projection sur la platine 1, le premier axe plan A1 et le deuxième axe plan A2 font l'un avec l'autre un angle compris entre 60° et 120°.

[0030] De préférence, cet angle est compris entre 80° et 100°. Dans une réalisation particulière, il est de 90°.

[0031] Dans les réalisations particulières illustrées par les figures, l'oscillateur le plus en aval, ici le deuxième oscillateur 120, présente, en un point particulier, un moyen d'interaction, tel qu'une goupille, constituant les moyens de guidage 42 pour coopérer avec la roue d'échappement 51. Les oscillations des deux résonateurs, premier oscillateur 110 et deuxième oscillateur 120, sont entretenues par la roue d'échappement 51 laquelle présente également un moyen d'interaction, tel qu'une came ou une rainure, et notamment une rainure radiale, constituant les moyens de guidage complémentaire 52. La roue d'échappement 51 est soumise à un couple moteur. Sa vitesse est synchronisée par la fréquence des deux résonateurs.

[0032] Le mouvement de chaque oscillateur du mécanisme régulateur 100 est de préférence plan. Les plans de mobilité des différents oscillateurs constituant le mécanisme régulateur 100 peuvent être confondus, ou parallèles les uns aux autres.

[0033] Ainsi, de préférence, le mécanisme régulateur 100 comporte des premiers moyens de guidage plan, qui sont agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de la première structure 310 par rapport à un point de la platine 1, dans un plan P parallèle à celui de la platine 1. De même, le mécanisme régulateur 100 comporte des deuxièmes moyens de guidage plan, qui sont agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de la deuxième structure 320 par rapport à la première structure 310 dans le plan P ou dans un plan parallèle audit plan P.

[0034] Dans un mode particulier de réalisation, la deuxième structure rigide 320 est montée pivotante sur la première structure rigide 310.

[0035] La figure 1 illustre une première variante, dans laquelle deux balanciers-spiraux pivotés classiquement, empilés l'un sur l'autre, sont synchronisés avec un rouage via une interaction rainure-goupille. On réalise ainsi une montre mécanique 300 munie de deux balanciers empilés, synchronisés par une roue à rainure.

[0036] Plus précisément, le premier oscillateur 110 comporte un premier ensemble balancier-spiral 11. Ce premier balancier-spiral 11 comporte un premier balancier 31, constituant la première structure 310 rigide, et un premier spiral 21, qui constitue les premiers moyens de rappel élastique 210, et dont la spire externe est fixée à la platine 1 au niveau d'un premier piton 61, et qui pivote autour d'un premier axe de pivotement O1.

[0037] Le premier balancier 31 comporte un premier pivot 41, excentré par rapport au premier axe de pivotement O1. Ce premier pivot 41 définit un deuxième axe de pivotement O2 autour duquel pivote un deuxième ensemble balancier-spiral 12, qui constitue le deuxième oscillateur 120.

[0038] Ce deuxième ensemble balancier-spiral 12 comporte un deuxième balancier 32, qui constitue la deuxième structure rigide 320, et un deuxième spiral 22, qui constitue les deuxièmes moyens de rappel élastique 220, et dont la spire externe est fixée au premier balancier 31 au niveau d'un deuxième piton 62. Et ce deuxième balancier 32 constitue la deuxième structure 320 comportant les moyens de guidage 42.

[0039] La figure 2 illustre une deuxième variante, dans laquelle deux balanciers à lames croisées, en cascade l'un avec l'autre, sont synchronisés avec un rouage via une interaction rainure-goupille.

[0040] Un premier balancier, constitué ici et de façon non limitative de deux secteurs circulaires bout à bout, constitue la première structure 310 rigide. Un deuxième balancier, constitué ici et de façon non limitative d'un secteur circulaire, constitue la deuxième structure rigide 320. Plus particulièrement, ce premier balancier 310 et ce deuxième balancier 320 sont coplanaires.

[0041] Plus précisément, dans cette deuxième variante, les premiers moyens de rappel élastique 210 comportent au moins une première lame flexible 210A et une deuxième lame flexible 210B, qui sont croisées l'une avec l'autre, et qui constituent ensemble les premiers

moyens de guidage plan agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de la première structure 310 par rapport à une partie 101 de la platine 1 dans un plan P parallèle à celui de la platine 1. Cette partie 101 de la platine 1 peut être un élément rapporté, ou une partie de la platine 1. La première lame flexible 210A est fixée à la partie 101 de la platine 1 en un point 211, et au premier balancier 310 en un point 214, et la deuxième lame flexible 210B est fixée à la partie 101 de la platine 1 en un point 212, et au premier balancier 310 en un point 213.

[0042] Dans une réalisation préférée, la première lame flexible 210A et la deuxième lame flexible 210B sont distantes l'une de l'autre et agencées selon deux plans distincts parallèles à la platine 1.

[0043] Les deuxièmes moyens de rappel élastique 220 comportent, de façon similaire, au moins une troisième lame flexible 220A et une quatrième lame flexible 220B croisées l'une avec l'autre et constituant ensemble les deuxièmes moyens de guidage plan agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de la deuxième structure 320 par rapport à la première structure 310 dans un plan P parallèle à celui de la platine 1, et pour assurer une fonction de rappel élastique. La troisième lame flexible 220A est fixée au premier balancier 310 en un point 312, et au deuxième balancier 320 en un point 313, et la quatrième lame flexible 220B est fixée au premier balancier 310 en un point 311, et au deuxième balancier 320 en un point 314.

[0044] Dans une réalisation préférée, la troisième lame flexible 220A et la quatrième lame flexible 220B sont distantes l'une de l'autre et agencées selon deux plans distincts parallèles à la platine 1.

[0045] Ces différentes lames croisées sont, avantageusement, réalisées selon deux plans parallèles.

[0046] Dans une exécution avantageuse, la partie 101 de la platine 1, la première lame flexible 210A et la deuxième lame flexible 210B, le premier balancier 310, la troisième lame flexible 220A et la quatrième lame flexible 220B, le deuxième balancier 320, forment un ensemble monobloc en matériau micro-usinable tel que silicium ou similaire.

[0047] Dans une exécution particulière, la totalité de la platine 1, la première lame flexible 210A et la deuxième lame flexible 210B, le premier balancier 310, la troisième lame flexible 220A et la quatrième lame flexible 220B, le deuxième balancier 320, forment un ensemble monobloc en matériau micro-usinable tel que silicium ou similaire.

[0048] Pour l'une et l'autre de ces premières et deuxièmes variantes, lesquelles ne sont pas limitatives de l'invention, les moyens de guidage 42 et les moyens de guidage complémentaire 52 peuvent prendre différentes formes.

[0049] Dans les variantes illustrées par les figures, la coopération entre les moyens de guidage 42 et les moyens de guidage complémentaire 52 est mécanique.

[0050] Dans les formes illustrées aux figures 1 et 2, les moyens de guidage 42 comportent un doigt, qui est

porté par la deuxième structure rigide 320, et qui est agencé pour coopérer avec deux surfaces opposées d'une came constituant les moyens de guidage complémentaire 52, et que comporte la roue d'échappement 51. Cette came est excentrée par rapport à l'axe d'échappement D, et la trajectoire 53 du doigt entoure l'axe d'échappement D.

[0051] De préférence, cette came est une rainure à faces parallèles que comporte la roue d'échappement 51.

[0052] Dans une exécution avantageuse de la deuxième variante, la partie 101 de la platine 1, la première lame flexible 210A et la deuxième lame flexible 210B, le premier balancier 310, la troisième lame flexible 220A et la quatrième lame flexible 220B, le deuxième balancier 320, et le doigt 42 (ou similaire), forment un ensemble monobloc en matériau micro-usinable tel que silicium ou similaire.

[0053] De façon particulière, la came est une rainure sensiblement radiale, ou strictement radiale dans le cas des figures, de la roue d'échappement 51.

[0054] Avantageusement, la rainure formant came comporte une première partie intérieure radiale par rapport à l'axe d'échappement D, qui est tangente à une deuxième partie courbe de concavité constante ou décroissante en s'éloignant de l'axe d'échappement D de façon à compenser les défauts d'isochronisme.

[0055] Dans une réalisation particulière, le doigt est une goupille qui est agencée pour coopérer à jeu minimal avec la rainure, le moyen de transmission de mouvement étant ainsi un système rainure-goupille.

[0056] Dans une réalisation particulière, les moyens de guidage 42 comportent un doigt porteur d'une cage intérieure d'un roulement à bille. La cage extérieure de ce roulement est avantageusement montée dans un curseur frottant avec friction dans une rainure radiale de la roue d'échappement. Ce curseur frottant permet de favoriser un déphasage de 90° entre les deux résonateurs et ainsi d'éviter que la trajectoire collapse sur une ligne.

[0057] Dans une réalisation particulière, le premier oscillateur 110 pivote autour d'un premier axe de pivotement O1 et oscille dans un plan parallèle à la platine 1 de part et d'autre d'un premier axe plan A1, le deuxième oscillateur 120 pivote autour d'un deuxième axe de pivotement O2 et oscille dans un plan parallèle à la platine 1 autour d'un deuxième axe plan A2, et, dans une position de repos du premier oscillateur 110 et du deuxième oscillateur 120 libre de toute excitation, le premier axe de pivotement O1, le deuxième axe de pivotement O2, et le doigt définissent ensemble un angle ϵ compris entre 60° et 120°. De préférence cet angle ϵ est compris entre 80° et 100°.

[0058] Dans une réalisation particulière de l'invention, la coopération entre les moyens de guidage 42 et les moyens de guidage complémentaire 52 est magnétique ou/et électrostatique.

[0059] Ainsi, plus particulièrement, dans un autre mode de réalisation non illustré par les figures, pour suppri-

mer les frottements, les moyens de guidage 42 comportent au moins un aimant ou une piste ferromagnétique, agencé(e) pour coopérer avec au moins un aimant ou une piste ferromagnétique que comportent les moyens de guidage complémentaire 52.

[0060] Dans un autre mode de réalisation non illustré par les figures, également pour supprimer les frottements, les moyens de guidage 42 comportent au moins une piste électrisée ou électrostatiquement conductrice, agencée pour coopérer avec au moins une piste électrisée ou électrostatiquement conductrice que comportent les moyens de guidage complémentaire 52.

[0061] L'invention concerne encore un mouvement 200 d'horlogerie comportant un tel mécanisme régulateur 100.

[0062] L'invention concerne encore une pièce d'horlogerie 300 comportant un tel mouvement 200, et notamment cette pièce d'horlogerie 300 est une montre.

[0063] L'invention présente de nombreux avantages :

- l'invention permet d'éviter les mouvements saccadés caractéristiques d'un échappement à ancre suisse et, par conséquent, les pertes dues aux chocs ;
- l'invention propose une innovation dans le domaine de l'échappement tout en respectant les codes horlogers classiques, par le maintien de balanciers-spiral ;
- pour la première variante, on peut bénéficier de tout le savoir-faire horloger pour utiliser des résonateurs isochrones.

Revendications

1. Mécanisme régulateur (100) d'horlogerie comportant une platine (1) et, montés mobiles au moins en mouvement de pivotement par rapport à ladite platine (1), une roue d'échappement (51) qui pivote autour d'un axe d'échappement (D) et est agencée pour recevoir un couple moteur par l'intermédiaire d'un rouage, et un premier oscillateur (110) comportant une première structure rigide (310) reliée à ladite platine (1) par des premiers moyens de rappel élastique (210), **caractérisé en ce que** ledit mécanisme régulateur (100) comporte encore au moins un deuxième oscillateur (120) comportant une deuxième structure rigide (320) qui est reliée à ladite première structure rigide (310) par des deuxièmes moyens de rappel élastique (220) qui sont agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de ladite deuxième structure rigide (320) par rapport à ladite première structure rigide (310), et **en ce que** ladite deuxième structure (320) comporte des moyens de guidage (42) agencés pour coopérer avec des moyens de guidage complémentaire (52) que comporte ladite roue d'échappement (51), formant ensemble un moyen de transmission de mou-

vement pour synchroniser ledit premier oscillateur (110) et ledit deuxième oscillateur (120) avec ledit rouage.

2. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** ledit premier oscillateur (110) et ledit deuxième oscillateur (120) ont des fréquences propres égales. 5
3. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit premier oscillateur (110) et ledit deuxième oscillateur (120) ont entre eux un déphasage angulaire sensiblement constant et voisin de 90°. 10
4. Mécanisme régulateur (100) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite roue d'échappement (51) entretient ledit premier oscillateur (110) dans une première direction, et entretient ledit deuxième oscillateur (120) dans une deuxième direction sensiblement orthogonale à ladite première direction, et encore **caractérisé en ce que** la rigidité dudit deuxième oscillateur (120) lui permet d'entretenir lui-même les oscillations dudit premier oscillateur (110). 15 20 25
5. Mécanisme régulateur (100) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit premier oscillateur (110) pivote autour d'un premier axe de pivotement (O1) et oscille dans un plan parallèle à ladite platine (1) de part et d'autre d'un premier axe plan (A1), **en ce que** ledit deuxième oscillateur (120) pivote autour d'un deuxième axe de pivotement (O2) et oscille dans un plan parallèle à ladite platine (1) de part et d'autre d'un deuxième axe plan (A2), **en ce que**, en projection sur ladite platine (1), ledit premier axe plan (A1) et ledit deuxième axe plan (A2) font l'un avec l'autre un angle compris entre 60° et 120°. 30
6. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que**, en projection sur ladite platine (1), ledit premier axe plan (A1) et ledit deuxième axe plan (A2) font l'un avec l'autre un angle compris entre 80° et 100°. 35 40
7. Mécanisme régulateur (100) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ledit mécanisme régulateur (100) comporte des premiers moyens de guidage plan agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de ladite première structure (310) par rapport à un point de ladite platine (1) dans un plan (P) parallèle à celui de ladite platine (1), **en ce que** ledit mécanisme régulateur (100) comporte des deuxièmes moyens de guidage plan agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de ladite deuxième structure (320) par rapport à ladite première structure (310) 45 50 55

dans ledit plan (P) ou dans un plan parallèle audit plan P.

8. Mécanisme régulateur (100) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** ladite deuxième structure rigide (320) est montée pivotante sur ladite première structure rigide (310).
9. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit premier oscillateur (110) comporte un premier ensemble balancier-spiral (11) comportant un premier balancier (31) et un premier spiral (21), dont la spire externe est fixée à ladite platine (1) au niveau d'un premier piton (61), et qui pivote autour d'un premier axe de pivotement (O1), **caractérisé en ce que** ledit premier balancier (31) comporte un premier pivot (41), excentré par rapport audit premier axe de pivotement (O1), définissant un deuxième axe de pivotement (O2) autour duquel pivote un deuxième ensemble balancier-spiral (12) qui constitue ledit deuxième oscillateur (120) et qui comporte un deuxième balancier (32) et un deuxième spiral (22) dont la spire externe est fixée audit premier balancier (31) au niveau d'un deuxième piton (62), et **en ce que** ledit deuxième balancier (32) constitue ladite deuxième structure (320) comportant lesdits moyens de guidage (42).
10. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** lesdits premiers moyens de rappel élastique (210) comportent au moins une première lame flexible (210A) et une deuxième lame flexible (210B) croisées l'une avec l'autre et constituant ensemble lesdits premiers moyens de guidage plan agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de ladite première structure (310) par rapport à un point de ladite platine (1) dans un plan parallèle à celui de ladite platine (1), et pour assurer une fonction de rappel élastique. 30 35 40
11. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite première lame flexible (210A) et ladite deuxième lame flexible (210B) sont distantes l'une de l'autre et agencées selon deux plans distincts parallèles à ladite platine (1). 45
12. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** lesdits deuxièmes moyens de rappel élastique (220) comportent au moins une troisième lame flexible (220A) et une quatrième lame flexible (220B) croisées l'une avec l'autre et constituant ensemble lesdits deuxièmes moyens de guidage plan agencés pour autoriser un mouvement au moins de pivotement de ladite deuxième structure (320) par rapport à ladite première structure (310) dans ledit plan (P). 50 55

13. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite troisième lame flexible (220A) et ladite quatrième lame flexible (220B) sont distantes l'une de l'autre et agencées selon deux plans distincts parallèles à ladite platine (1). 5
14. Mécanisme régulateur (100) selon les revendications 10 et 12, **caractérisé en ce que** ladite platine (1), ladite première lame flexible (210A) et ladite deuxième lame flexible (210B), ledit premier balancier (310), ladite troisième lame flexible (220A) et ladite quatrième lame flexible (220B), et ledit deuxième balancier (320), forment un ensemble monobloc en matériau micro-usinable ou en silicium. 10
15. Mécanisme régulateur (100) selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la coopération entre lesdits moyens de guidage (42) et lesdits moyens de guidage complémentaire (52) est mécanique. 20
16. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de guidage (42) comportent un doigt porté par ladite deuxième structure rigide (320) et agencé pour coopérer avec deux surfaces opposées d'une came constituant lesdits moyens de guidage complémentaire (52) que comporte ladite roue d'échappement (51), ladite came étant excentrée par rapport audit axe d'échappement (D), et la trajectoire (53) dudit doigt entourant ledit axe d'échappement (D). 25
17. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite came est une rainure à faces parallèles que comporte ladite roue d'échappement (51). 30
18. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ladite rainure est sensiblement radiale par rapport audit axe d'échappement (D). 35
19. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication 17, **caractérisé en ce que** ladite rainure comporte une première partie intérieure radiale par rapport audit axe d'échappement (D), qui est tangente à une deuxième partie courbe de concavité constante ou décroissante en s'éloignant dudit axe d'échappement (D) de façon à compenser les défauts d'isochronisme. 40
20. Mécanisme régulateur (100) selon l'une des revendications 17 à 19, **caractérisé en ce que** ledit doigt est une goupille qui est agencée pour coopérer à jeu minimal avec ladite rainure, ledit moyen de transmission de mouvement étant ainsi un système rainure-goupille. 45
21. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication 15, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de guidage (42) comportent un doigt porteur d'une cage intérieure d'un roulement à bille dont la cage extérieure est montée dans un curseur frottant avec friction dans une rainure radiale de ladite roue d'échappement (51) qui constitue desdits moyens de guidage complémentaire (52), de façon à supprimer tout frottement en rotation de ladite cage interne et à assurer un frottement en déplacement radial de ladite cage externe. 50
22. Mécanisme régulateur (100) selon l'une des revendications 16 à 21, **caractérisé en ce que** ledit premier oscillateur (110) pivote autour d'un premier axe de pivotement (O1) et oscille dans un plan parallèle à ladite platine (1) de part et d'autre d'un premier axe plan (A1), **en ce que** ledit deuxième oscillateur (120) pivote autour d'un deuxième axe de pivotement (O2) et oscille dans un plan parallèle à ladite platine (1) autour d'un deuxième axe plan (A2), et **en ce que, en ce que,** dans une position de repos dudit premier oscillateur (110) et dudit deuxième oscillateur (120) libre de toute excitation, ledit premier axe de pivotement (O1), ledit deuxième axe de pivotement (O2), et ledit doigt définissent ensemble un angle (e) compris entre 60° et 120°. 55
23. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** ledit angle (e) est compris entre 80° et 100°.
24. Mécanisme régulateur (100) selon l'une des revendications 1 à 14, **caractérisé en ce que** la coopération entre lesdits moyens de guidage (42) et lesdits moyens de guidage complémentaire (52) est magnétique ou/et électrostatique.
25. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de guidage (42) comportent au moins un aimant ou une piste ferromagnétique, agencée pour coopérer avec au moins un aimant ou une piste ferromagnétique que comportent lesdits moyens de guidage complémentaire (52).
26. Mécanisme régulateur (100) selon la revendication 24, **caractérisé en ce que** lesdits moyens de guidage (42) comportent au moins une piste électrisée ou électrostatiquement conductrice, agencée pour coopérer avec au moins une piste électrisée ou électrostatiquement conductrice que comportent lesdits moyens de guidage complémentaire (52).
27. Mouvement (200) d'horlogerie comportant un dit mécanisme régulateur (100) selon l'une des revendications précédentes.

- 28.** Pièce d'horlogerie (300) comportant un dit mouvement (200) selon la revendication précédente, **caractérisée en ce qu'elle** est une montre.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

