

CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) **CH** **709 755 A2**

(51) Int. Cl.: **G04B** 17/04 (2006.01)
G04B 15/14 (2006.01)

Demande de brevet pour la Suisse et le Liechtenstein

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

(12) **DEMANDE DE BREVET**

(21) Numéro de la demande: 00899/14

(22) Date de dépôt: 11.06.2014

(43) Demande publiée: 15.12.2015

(71) Requéant:
DOMINIQUE RENAUD SA, Route de Crassier 7
1262 Eysins (CH)

(72) Inventeur(s):
Dominique Renaud, 1260 Nyon (CH)

(74) Mandataire:
GLN S.A., Avenue Edouard-Dubois 20
2000 Neuchâtel (CH)

(54) **Mécanisme d'horlogerie muni d'un résonateur diapason.**

(57) L'invention concerne un mécanisme d'horlogerie mécanique comportant un bâti sur lequel est monté:

- un diapason (1) composé d'une base (2) et de deux branches (3, 4), la base étant fixe en référence au bâti et les deux branches (3, 4) étant susceptibles d'osciller en opposition de phase,
- une roue de diapason (10) munie d'une denture (11) et entraînée en rotation par un organe moteur auquel elle est reliée par un rouage,
- une dent d'arrêt (8, 9) solidaire d'une branche (3, 4) du diapason (1) et susceptible de coopérer avec la denture (11) de la roue de diapason (10) de manière à bloquer la rotation de la roue de diapason (10) périodiquement en rapport à la fréquence d'oscillation du diapason (1),
- un organe d'impulsion (12) destiné à entretenir les oscillations du diapason (1), l'organe d'impulsion (12) étant distinct de la roue de diapason (10) et étant monté sur un élément du bâti.

Le mécanisme d'horlogerie comporte encore un dispositif d'armage et de détente (17) de l'organe d'impulsion (12), synchronisé avec la roue de diapason (10) et agencé pour que la période d'impulsion soit au moins 2 fois la période d'oscillation du diapason.

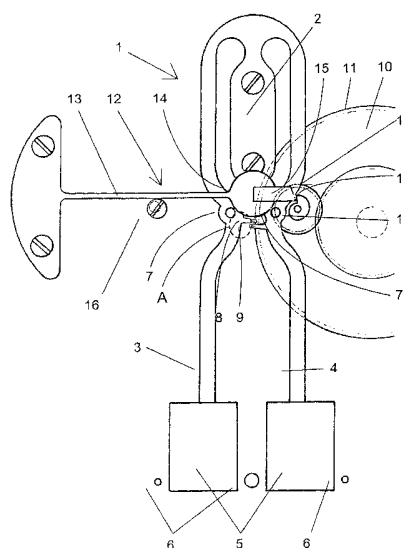


Fig.1

Description

Domaine technique

[0001] La présente invention se rapporte au domaine de l'horlogerie. Elle concerne, plus particulièrement, un mécanisme d'horlogerie exclusivement mécanique muni d'un résonateur diapason.

[0002] Il est connu qu'un diapason constitue un oscillateur qui présente un facteur qualité bien supérieur à celui d'un oscillateur balancier-spiral utilisé conventionnellement dans l'horlogerie, en partie en raison des forces de frottement présentes au niveau du pivot du balancier. Par ailleurs, la plus haute fréquence d'oscillation des diapasons comparativement aux oscillateurs balancier-spiral, permet d'améliorer la précision d'un mécanisme d'horlogerie intégrant un tel oscillateur. Il est donc avantageux en terme de précision et de réserve de marche, d'utiliser un oscillateur diapason pour compter le temps.

Etat de la technique

[0003] Malgré ces propriétés avantageuses, on connaît peu d'exemple intégrant un diapason dans un mécanisme d'horlogerie exclusivement mécanique.

[0004] On connaît notamment, le brevet FR 73 414 délivré à Louis-François-Clément Breguet sur la base d'une demande du 26 octobre 1866, qui propose un mécanisme d'horlogerie comportant un rouage terminé par une roue d'échappement coopérant avec une ancre solidaire de l'extrémité d'une branche d'un diapason. Ce dispositif a été mis en œuvre dans une horloge avec un diapason de grande dimension, possédant une fréquence de résonance peu élevée. Un tel système est difficilement adaptable à un mécanisme d'horlogerie de petite dimension comme celui d'une montre bracelet. Par ailleurs, cet échappement n'est pas de type libre puisqu'une des deux palettes de l'ancre est toujours en prise avec la roue d'échappement. L'énergie transmise par la roue d'échappement à l'ancre pour entretenir les oscillations du diapason, demande un couple moteur important et induit des forces de frottement élevées entre l'ancre et la roue d'échappement. Il en résulte une usure importante des pièces en contact et une consommation d'énergie élevée.

[0005] La demande WO 2013/045 573 dévoile un autre résonateur mécanique à diapason faisant intervenir une ancre pivotée sur le bâti et munie de bras coopérant avec des goupilles fixées à un support solidaire d'une branche du diapason. Cet agencement se rapproche de celui conventionnel d'un résonateur de type balancier-spiral dans lequel la fourchette d'ancre et la cheville de plateau auraient été remplacées par les bras et le support.

[0006] Dans les deux mécanismes ci-dessus, une impulsion est transmise par la roue d'échappement au diapason à chaque alternance, soit deux fois par période d'oscillation. Il en résulte un nombre de chocs et des accélérations des pièces en mouvement d'autant plus importants que la fréquence d'oscillation est élevée, ce qui occasionne une consommation d'énergie importante et des perturbations de la période d'oscillation. Les interactions de la roue d'échappement avec l'ancre plusieurs fois par période d'oscillation, ne permettent pas de bénéficier pleinement du facteur qualité élevé d'un diapason.

[0007] Il est à noter que d'autres solutions techniques ont été proposées mettant en œuvre un diapason ayant des interactions magnétiques avec un dispositif mécanique ou un circuit électrique. Ces solutions n'étant pas purement mécaniques, elles n'entrent pas dans le cadre de l'invention.

[0008] La présente invention a pour but de proposer un mécanisme d'horlogerie muni d'un résonateur diapason dont la consommation d'énergie et le fonctionnement sont optimisés et qui puisse s'intégrer dans une montre bracelet.

Divulcation de l'invention

[0009] L'invention concerne un mécanisme d'horlogerie mécanique comportant un bâti sur lequel est monté:

- un diapason composé d'une base et de deux branches, la base étant fixe en référence au bâti et les deux branches étant susceptibles d'osciller en opposition de phase,
- une roue de diapason munie d'une denture et entraînée en rotation par un organe moteur auquel elle est reliée par un rouage,
- une dent d'arrêt solidaire d'une branche du diapason et susceptible de coopérer avec la denture de la roue de diapason de manière à bloquer la rotation de la roue de diapason périodiquement en rapport à la fréquence d'oscillation du diapason,
- un organe d'impulsion destiné à entretenir les oscillations du diapason, l'organe d'impulsion étant distinct de la roue de diapason et étant monté sur un élément du bâti.

[0010] Le mécanisme d'horlogerie comporte encore un dispositif d'armage et de détente de l'organe d'impulsion, synchronisé avec la roue de diapason et agencé pour que la période d'impulsion soit au moins 2 fois la période d'oscillation du diapason.

[0011] Ainsi, l'objectif de l'invention est atteint en séparant la fonction de comptage des oscillations de celle d'impulsion. Il est ainsi possible de réduire au minimum le couple appliqué sur la roue de diapason et d'utiliser des diapasons de petites dimensions et de fréquence de résonance élevée.

Brève description des dessins

[0012] D'autres détails de l'invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description qui suit, faite en référence au dessin annexé dans lequel:

la fig. 1 représente une vue d'un résonateur diapason d'un mécanisme d'horlogerie selon l'invention;

la fig. 2 représente une vue du détail A de la fig. 1.

Mode de réalisation de l'invention

[0013] On a représenté sur les fig. 1 et 2, un mode de réalisation d'un mécanisme d'horlogerie selon l'invention. Seuls les composants essentiels à la compréhension de l'invention ont été représentés.

[0014] Le mécanisme d'horlogerie selon l'invention comporte un diapason 1 composé d'une base 2 fixée à un élément du bâti du mécanisme d'horlogerie et de deux branches 3 et 4 susceptibles d'osciller en opposition de phase de façon connue. Chacune des extrémités libres des deux branches est pourvue d'une masse inertielle 5. Avantagusement, on peut régler finement la position du centre de gravité des masses inertielles 5 le long de la direction longitudinale définie par les branches 3 et 4, afin de faire varier la fréquence d'oscillation du diapason. Des butées de limitation 6, fixées à un élément du bâti, permettent de limiter l'amplitude des oscillations du balancier. Chaque branche comporte une cheville 7, qui peut être rapportée sur les branches 3, 4. Des dents d'arrêt 8 et 9 sont agencées respectivement sur les branches 3 et 4. Ces dents d'arrêt peuvent être rapportées ou venues d'une pièce avec les branches 3, 4. L'utilité des chevilles 7 et des dents d'arrêt 8 et 9 apparaîtra par la suite. Le diapason 1 peut, par exemple, être réalisé en ou à base de matériaux de type silicium ou saphir.

[0015] Une roue de diapason 10, pivotée sur le bâti, est entraînée en rotation par un organe moteur, de type barillet, auquel elle est reliée par un rouage, non représentés. La roue de diapason 10 est munie d'une denture 11 susceptible de coopérer avec les dents d'arrêt 8 et 9 comme cela sera expliqué plus en détails par la suite.

[0016] Un organe d'impulsion 12 est agencé pour entretenir les oscillations du diapason 1. Il comporte un marteau 14 disposé à une extrémité d'un bras flexible 13, l'autre extrémité du bras flexible étant fixée à un élément du bâti. Une palette de levée 15, est montée à l'extrémité de l'organe d'impulsion 12, du côté du marteau 14, ou directement sur le marteau 14. Une butée d'impulsion 16 est agencée de manière à régler la course de l'organe d'impulsion 15. La butée est avantagusement montée de manière excentrique à un élément de bâti. Le rôle de ces différents éléments apparaîtra par la suite.

[0017] Un dispositif d'armage et de détente 17 est encore prévu pour déformer élastiquement le bras flexible 13 et le libérer de manière à ce qu'il revienne soudainement à sa position de repos en restituant l'énergie accumulée. Ce dispositif d'armage et de détente 17 comporte une roue dentée 18 pivotée sur le bâti et entraînée en rotation par le rouage. Sa rotation est ainsi synchronisée avec celle de la roue de diapason. Une came 19, typiquement en colimaçon, est montée solidaire en rotation avec la roue dentée 18. La came comprend un changement rapide de rayon, selon une direction essentiellement radiale, pour permettre le retour brusque du bras flexible à sa position de repos.

[0018] Nous allons maintenant décrire le fonctionnement du mécanisme, pour illustrer les interactions entre les différentes parties qui viennent d'être décrites. Lorsque l'organe moteur est déchargé et que le mécanisme d'horlogerie est à l'arrêt, aucun couple moteur n'est transmis au rouage et le diapason est au repos dans la position neutre représentée aux fig. 1 et 2. Dans la position neutre du diapason, un jeu de passage est prévu entre les dents d'arrêts 8 et 9 et la denture 11 si bien que les dents d'arrêt 8 et 9 ne coopèrent pas avec la denture 11 de la roue de diapason 10.

[0019] Lorsque l'utilisateur remonte le mécanisme d'horlogerie, un couple moteur est transmis par le rouage à la roue de diapason 10 qui peut tourner sans être entravée par les dents d'arrêt 8 et 9. Concomitamment, le rouage entraîne également la roue dentée 18 en rotation dans le sens horaire en référence à la fig. 1. La palette de levée 15 est progressivement soulevée par la came 19, en armant le bras flexible 13. Arrivée au niveau du changement rapide de rayon de la came, la palette de levée 15 et le marteau 14 tombent brusquement sous l'action de l'effort de rappel du bras flexible 13 et le marteau 14 vient percuter les chevilles 7 disposées sur les branches 3 et 4 du diapason. La butée d'impulsion 16 a pour effet de relever le marteau 14 après la frappe et d'éviter les rebonds du marteau sur les chevilles 7. La butée d'impulsion 16 a également pour fonction d'éviter que le marteau ne frappe accidentellement les chevilles en cas de choc sur la montre. Cet agencement particulier permet au mécanisme décrit d'être auto-démarrant.

[0020] Le choc du marteau sur les chevilles 7 écarte les branches 3 et 4 de leur position d'équilibre et lance la vibration du diapason selon sa fréquence propre de résonance. Lors de la première demi-période d'oscillation, les branches passent de la position neutre à une position distale où leur écartement est maximum et reviennent à la position neutre. Lors de la deuxième demi-période d'oscillation, les branches passent de la position neutre à une position proximale puis reviennent vers la position neutre.

[0021] Dès la première oscillation suivant la frappe du marteau 15, la dent d'arrêt 9, portée par la branche 4, se déplace selon une trajectoire quasi rectiligne et pénètre entre deux dents de la denture 11. Durant la première demi-période, une dent de la denture 11 arrive en appui contre la dent d'arrêt 9 ce qui a pour effet d'arrêter la rotation de la roue de diapason

10. A la fin de la première demi-période d'oscillation, la dent d'arrêt 9 dégage de la denture 11 et la roue de diapason reprend sa rotation dans le sens anti-horaire en référence à la fig. 2.

[0022] Un système régulateur de vitesse, de type connu, par exemple un régulateur à inertie utilisé dans des mécanismes de sonnerie, peut être ajouté au mécanisme, afin de limiter la vitesse de la roue de diapason dans la phase de démarrage, et donc de maîtriser la vitesse et la position du premier impact de la denture 11 avec la dent d'arrêt 9, quelle que soit la position de départ de la roue 18.

[0023] Juste après que la dent 9 se soit dégagée de la denture 11, la dent d'arrêt 8, qui se déplace dans le sens opposé à la dent 9, pénètre à son tour entre deux dents de la denture 11. Durant la deuxième demi-période d'oscillation, une dent de la denture 11 arrive en appui contre la dent d'arrêt 8, ce qui arrête à nouveau la rotation de la roue de diapason 10 jusqu'à ce que le diapason repasse une nouvelle fois dans la position neutre et que la dent d'arrêt 8 dégage de la denture 11 et libère à nouveau la roue de diapason 10.

[0024] Pour garantir l'isochronisme des deux phases d'avance de la roue de diapason 10, l'espacement entre les plans d'arrêt des dents d'arrêt 8 et 9 sera de préférence $(n + 1/2)$ fois le pas de la denture de la roue de diapason, où n est un entier supérieur ou égal à zéro. Dans la fig. 2, $n = 1$ ce qui signifie que la distance entre les dents d'arrêt est 1,5 fois le pas de la denture 11.

[0025] Deux fois par période d'oscillation, la roue de diapason est arrêtée, successivement par l'une et l'autre des dents d'arrêt 8 et 9, ce qui permet de cadencer la vitesse de rotation de la roue de diapason et de l'ensemble du rouage en fonction de la fréquence d'oscillation du diapason de façon à ce que la roue de diapason 10 avance d'un pas de la denture 11, à chaque période d'oscillation du diapason 1. En d'autres termes, dans l'intervalle après qu'une dent de la denture 11 ait quitté une des dents d'arrêt 8 ou 9, jusqu'à ce que la dent suivante vienne en arrêt sur cette même dent d'arrêt, la roue de diapason est arrêtée une fois par l'autre dent d'arrêt.

[0026] De façon avantageuse, les profils des dents d'arrêt 8 et 9 et des dents de la denture 11 destinés à être en contact, sont taillés de manière à ce que le glissement d'une dent d'arrêt 8 ou 9 sur la denture 11 provoque le moins possible, voire pas, de rotation, particulièrement de recul, de la roue de diapason 10.

[0027] L'amplitude des oscillations du diapason 1 diminue progressivement si bien qu'il est nécessaire de les entretenir en redonnant une impulsion au diapason de façon périodique pour maintenir le mouvement en marche. C'est le dispositif d'armage et de détente 17 qui effectue cet entretien.

[0028] Dès la première impulsion donnée au diapason, la roue dentée 18, comme le reste du rouage, est entraînée en rotation de façon cadencée. A chaque tour de la roue dentée 18, une nouvelle impulsion est donnée au diapason 1 selon le même principe que l'impulsion de démarrage, c'est-à-dire par l'armage et la libération du bras flexible 13. Grâce au fait que la roue dentée 18 et la roue de diapason sont synchronisées, en raison de leur entraînement commun par le rouage, l'impulsion est également synchronisée avec les oscillations du diapason. De préférence, la synchronisation est établie de manière à ce que le marteau frappe les chevilles quand elles s'écartent l'une de l'autre à leur vitesse maximum, c'est-à-dire quand le diapason est dans la position neutre au moment du dégagement de la dent d'arrêt 8.

[0029] Il est à noter que la force d'impulsion donnée au diapason par la force de rappel de la lame flexible 13, est constante et ne dépend pas du couple moteur délivré par l'organe moteur.

[0030] Les butées de limitations 6 limitent la course des branches du diapason et par conséquent la course des dents d'arrêt 8 et 9, afin d'éviter que la pointe des dents d'arrêt ne percute le fond de la denture dans le cas où le mécanisme d'horlogerie est soumis à un choc.

[0031] Contrairement aux dispositifs de l'art antérieur, la roue de diapason 10 qui compte les oscillations du diapason 1, n'est pas une roue d'échappement car elle ne transmet pas d'impulsion pour entretenir les oscillations du diapason. Il en résulte que le couple moteur de la roue de diapason 10 peut être fortement réduit par rapport à celui d'une roue d'échappement, ce qui a également pour avantage de réduire les frottements entre les dents d'arrêt 8 et 9 et la denture 11.

[0032] Le résonateur diapason selon le mode de réalisation décrit, contrairement à ceux de l'art antérieur, sollicite les deux branches du diapason de façon symétrique.

[0033] Par ailleurs, l'organe d'impulsion 12 et le dispositif d'armage et de détente 17 sont agencés de manière à ce que la période d'impulsion soit au moins deux fois la période d'oscillation du diapason 1 et de préférence au moins 50 fois la période d'oscillation du diapason 1. Ainsi le dispositif selon l'invention permet de profiter pleinement du facteur qualité élevé du diapason 1 en réduisant fortement le nombre des impulsions pour entretenir les oscillations.

[0034] Pour minimiser les frottements, la denture 11, les dents d'arrêt 8 et 9, le marteau 14, les chevilles 7, la palette de levée 15 et le colimaçon 19 sont réalisés en matériaux à coefficient de frottement réduit, ou recouverts de tels matériaux, comme du rubis, du diamant, du silicium....

[0035] En réduisant les pertes d'énergie dues au nombre de chocs et aux frottements, en permettant d'intégrer un résonateur diapason de fréquence élevée dans une montre, le dispositif selon l'invention permet de répondre aux objectifs fixés en terme de gains en précision et de réserve de marche.

[0036] D'autres modes de réalisation non représentés et leurs combinaisons sont également couverts par l'invention.

[0037] Dans une première variante, les dents d'arrêts coopèrent avec la denture 11 quand le diapason est dans la position neutre. Dans ce cas, le démarrage automatique n'est plus possible puisque le rouage est immobilisé par la roue de diapason qui est elle-même bloquée par l'une ou l'autre des dents d'arrêt. Il convient alors de prévoir un dispositif de démarrage supplémentaire qui permette de donner la première impulsion au diapason pour lancer le mouvement. Ce dispositif de démarrage peut être réalisé sur le modèle du dispositif d'armage précédemment décrit, dans lequel la roue portant la came n'est plus entraînée par le rouage mais par un organe de commande actionné par l'utilisateur, par exemple la commande de remontage. Cette configuration permet de s'assurer qu'il n'y ait jamais de saut d'une dent de la denture étant donné qu'il y a toujours au moins une des deux dents d'arrêt dans le champ de la denture 11.

[0038] Dans une autre variante, le résonateur diapason ne comporte qu'une seule dent d'arrêt sur une des branches du diapason. L'unique dent d'arrêt saute d'une dent à l'autre de la denture 11 ce qui fait que, comme dans les variantes à deux dents d'arrêt, la roue de diapason avance d'un pas à chaque période d'oscillation du diapason.

[0039] Dans une autre variante, deux dents d'arrêt sont montées sur un même bras du diapason et coopèrent avec deux dentures portées par une même roue de diapason ou par deux roues de diapason en prise avec le rouage.

[0040] A partir de la description ci-dessus, l'homme du métier pourra réaliser un dispositif d'entretien des oscillations destiné à exciter périodiquement un résonateur quelconque de pièce d'horlogerie. Le dispositif d'entretien comprend un organe d'impulsion et un dispositif d'armage et de détente. L'organe d'impulsion comporte un moyen élastique de rappel susceptible d'accumuler de l'énergie et de la restituer sous forme cinétique. Le dispositif d'armage et de détente est relié cinématiquement au rouage et est agencé de manière à armer le moyen élastique et à le libérer soudainement, à un instant précis synchronisé avec les oscillations du résonateur. Le dispositif d'armage et de détente peut alors fournir une portion d'énergie au résonateur pour entretenir ses oscillations. L'homme du métier pourra reprendre directement l'enseignement donné à propos du mode de réalisation particulièrement illustré. Le cas échéant, il pourra adapter sur l'oscillateur, par exemple sur un balancier, une zone destinée à recevoir l'excitation transmise par le dispositif d'armage et de détente.

Revendications

- Mécanisme d'horlogerie mécanique comportant un bâti et, montés sur le bâti:
 - un diapason (1) composé d'une base (2) et de deux branches (3, 4), la base (2) étant fixe en référence au bâti et les deux branches (3, 4) étant susceptibles d'osciller en opposition de phase,
 - une roue de diapason (10) munie d'une denture (11) et entraînée en rotation par un organe moteur auquel elle est reliée par un rouage,
 - une dent d'arrêt (8, 9) solidaire d'une branche (3, 4) du diapason (1) et susceptible de coopérer avec la denture (11) de la roue de diapason (10) de manière à bloquer la rotation de la roue de diapason (10) périodiquement en rapport à la fréquence d'oscillation du diapason (1),
 - un organe d'impulsion (12) destiné à entretenir les oscillations du diapason (1), caractérisé en ce que l'organe d'impulsion (12) est distinct de la roue de diapason (10), en ce que l'organe d'impulsion (12) est monté sur un élément du bâti, en ce que le mécanisme d'horlogerie comporte en outre un dispositif d'armage et de détente (17) de l'organe d'impulsion (12), synchronisé avec la roue de diapason (10) et en ce que la période d'impulsion est au moins 2 fois la période d'oscillation du diapason (1).
- Mécanisme selon la revendication 1, caractérisé en ce que la période d'impulsion est au moins 50 fois la période d'oscillation du diapason (1).
- Mécanisme selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les branches (3, 4) du diapason (1) comportent une masse inertielle (5) dont la position est réglable de manière à pouvoir ajuster la fréquence d'oscillation du diapason (1).
- Mécanisme selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'organe d'impulsion (12) comporte un marteau (14) fixé à une extrémité d'un bras flexible (13), l'autre extrémité du bras flexible étant fixée à un élément du bâti, et en ce que le dispositif d'armage et de détente (17) est agencé pour provoquer la déformation élastique du bras flexible (13) et libérer soudainement l'organe d'impulsion (12) de manière à ce que le marteau (14) frappe un élément solidaire d'une branche (3, 4) du diapason (1).
- Mécanisme selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'organe d'impulsion (12) comporte une palette de levée (15) coopérant avec une came (19) que comporte le dispositif d'armage et de détente (17) et en ce que le dispositif d'armage et de détente (17) est entraîné en rotation par le rouage.
- Mécanisme selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'elle comporte une butée d'impulsion (16) réglable montée sur un élément de bâti et agencée de manière à ce que le marteau (14) ne frappe qu'une fois le diapason (1) à chaque impulsion.
- Mécanisme selon l'une des revendications 4 à 6, caractérisé en ce que chacune des branches (3, 4) du diapason porte solidairement une cheville (7), lesdites chevilles (7) étant agencées pour être frappées simultanément par le marteau (14) et provoquer l'excitation du diapason (1).

8. Mécanisme selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque branche (3, 4) porte une dent d'arrêt (8, 9) coopérant avec la denture (11) et agencées de manière à bloquer deux fois la roue de diapason (10) à chaque période d'oscillation du diapason (1).
9. Mécanisme selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les dents d'arrêt (8, 9) ne coopèrent pas avec la denture (11) de la roue de diapason (10) lorsque le diapason (1) est au repos.
10. Mécanisme selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que les profils de la dent d'arrêt (8, 9) et de la denture (11) de la roue de diapason (10) sont conformés de façon à ce que le déplacement des dents d'arrêt (8, 9) en prise avec la roue de diapason (10) ne provoquent pas de rotation de la roue de diapason (10).
11. Mécanisme selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'elle comporte des butées de limitation (6) agencées pour limiter l'amplitude de l'oscillation des branches (3, 4) du diapason (1).
12. Mécanisme selon les revendications 1, 7 et 8, caractérisé en ce que la denture (11), les dents d'arrêt (8, 9), le marteau (14), les chevilles (7), la palette de levée (15) et la came (19) sont réalisés en matériaux à coefficient de frottement réduit ou revêtus de matériaux à coefficient de frottement réduit.

