(19) CONFÉDÉRATION SUISSE
INSTITUT FÉDÉRAL DE LA PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

(11) CH 699 056 B1

(51) Int. Cl.: G04B 1/22 (2006.01)
G04B 17/28 (2006.01)

**Brevet d'invention délivré pour la Suisse et le Liechtenstein**
Traité sur les brevets, du 22 décembre 1978, entre la Suisse et le Liechtenstein

# (12) FASCICULE DU BREVET

(21) Numéro de la demande: 01130/06

(22) Date de dépôt: 13.07.2006

(24) Brevet délivré: 15.01.2010

(45) Fascicule du brevet publié: 15.01.2010

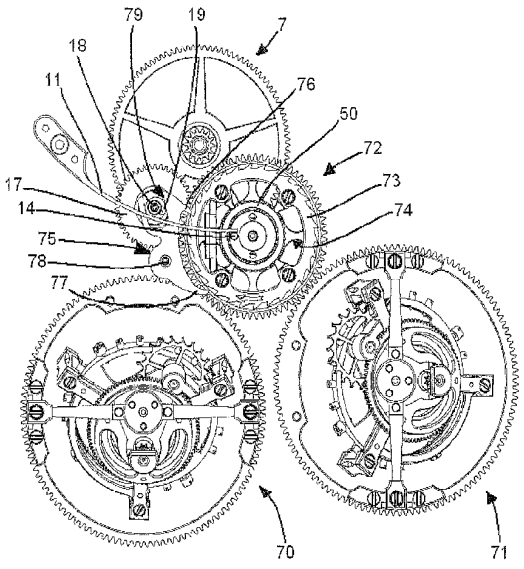
(73) Titulaire(s):
GFPI S.A., Rue du Manège 19-21
2300 La Chaux-de-Fonds (CH)

(72) Inventeur(s):
Van Huy Tran, 2000 Neuchâtel (CH)
Johnny, Frédéric Girardin, 2300 La Chaux-de-Fonds (CH)
Robert Greubel, 2523 Lignières (CH)
Stephen Edward Methuen Forsey, 2400 Le Locle (CH)

(74) Mandataire:
GLN S.A., Puits-Godet 8A
2000 Neuchâtel (CH)

## (54) Mouvement pour pièce d'horlogerie à remontoir d'égalité

(57) La présente invention concerne un mouvement pour pièce d'horlogerie, comprenant une source d'énergie principale, destinée à entretenir le mouvement oscillant d'un oscillateur mécanique (70, 71), par le biais d'un rouage de finissage, et un dispositif de régulation, destiné à être entraîné par le rouage de finissage et à commander l'échappement. Le dispositif de régulation comporte une roue d'arrêt (73) reliée cinématiquement au rouage de finissage et destinée à effectuer un mouvement de rotation de manière périodique, une came de commande (19) entraînée en synchronisme avec l'échappement, ainsi qu'un dispositif de verrouillage (75) de la roue d'arrêt commandé par la came pour la libérer périodiquement. En outre, ce dispositif comprend un organe élastique (11) destiné à stocker périodiquement de l'énergie par déformation, à partir de la source d'énergie principale, pour la restituer à l'oscillateur. Un différentiel (72) est prévu, dans le dispositif de régulation, présentant une entrée reliée à la source d'énergie, une entrée-sortie reliée à l'organe élastique et une sortie reliée à l'oscillateur mécanique. En outre, le dispositif de régulation est agencé de telle manière que l'organe élastique est susceptible d'entretenir le mouvement d'oscillation de l'oscillateur mécanique lorsque la roue d'arrêt est verrouillée, tandis que la source d'énergie est susceptible de recharger l'organe élastique lorsque la roue d'arrêt est libérée.



## Description

### Domaine technique

**[0001]** La présente invention concerne un mouvement pour pièce d'horlogerie comprenant, montés sur un bâti, une source d'énergie, destinée à entretenir le mouvement oscillant d'un oscillateur mécanique, comportant un résonateur et un échappement, par le biais d'un rouage de finissage, ce dernier comportant un dispositif de régulation destiné à commander l'échappement. A cet effet, le dispositif de régulation comporte une roue d'arrêt reliée cinématiquement au rouage de finissage et destinée à effectuer un mouvement de rotation de manière périodique, une came de commande entraînée en synchronisme avec l'échappement, ainsi qu'un dispositif de verrouillage de la roue d'arrêt commandé par la came pour la libérer périodiquement. En outre, le dispositif de régulation comprend un organe élastique destiné à stocker périodiquement de l'énergie par déformation, à partir de la source d'énergie du mouvement, pour la restituer à l'oscillateur.

### État de la technique

**[0002]** De tels mouvements sont connus depuis longtemps, notamment dans le domaine des horloges, pour permettre l'utilisation d'un ressort offrant une réserve de marche importante, en tant que source d'énergie, tout en lissant les inévitables variations de la force appliquée par ce ressort au rouage du mouvement, celles-ci découlant de la modification de l'état de charge du ressort au cours du fonctionnement de l'horloge.

**[0003]** Ainsi un certain nombre de mécanismes ont déjà été proposés faisant intervenir un ressort secondaire qui est chargé, à partir de l'énergie du ressort principal, de manière périodique, avec une période suffisamment courte pour que la force qu'il applique au mouvement puisse être considérée comme étant constante entre ses états de charge minimale et de charge maximale.

**[0004]** On parle alors de dispositifs à force constante, plus particulièrement lorsque le ressort secondaire est agencé directement au niveau de l'échappement, tandis qu'on parle de remontoir d'égalité lorsque le ressort secondaire est mis en place au niveau du rouage de finissage.

**[0005]** Un exemple de remontoir d'égalité est décrit, sous le nom de «système GAFNER» (du nom de son inventeur Robert Gafner), dans un article de F. Droz et J. Florès intitulé «Les remontoirs d'égalité et les forces constantes dans la montre», paru dans la revue «Horlogerie Ancienne», numéro 7 du premier semestre de 1980, éditée par l'AFAHA (Association Française des Amateurs d'Horlogerie Ancienne).

**[0006]** Ce dispositif comprend un échappement à ancre conventionnel dont la roue d'échappement porte un pignon agencé en prise avec une roue de secondes. Une came triangulaire est solidaire de l'arbre de la roue d'échappement et commande les mouvements d'un levier de verrouillage, destiné à bloquer une roue d'arrêt coaxiale à la roue de secondes au moyen de deux palettes coopérant avec une denture de cette roue. Un ressort secondaire de type ressort spiral est relié, par son extrémité centrale, à l'arbre de la roue d'arrêt et, par son extrémité extérieure, à un bras de la roue de secondes. L'arbre de la roue d'arrêt porte en outre un pignon agencé en prise avec le rouage de finissage du mouvement.

**[0007]** Ainsi, le levier de verrouillage oscille entre deux positions extrêmes à un rythme défini par les mouvements de la roue d'échappement et la forme de la came. Lorsqu'il passe d'une position à l'autre, il libère la roue d'arrêt qui tourne sous l'effet de la force transmise par le ressort de barillet, via le rouage de finissage. En tournant sur elle-même, alors que la roue de second reste fixe du fait de l'immobilité de la roue d'échappement à cet instant, la roue d'arrêt charge le ressort spiral. Ce dernier exerce ensuite une force sur la roue de secondes permettant l'entretien des oscillations de l'oscillateur, via la roue d'échappement, la roue d'arrêt étant à nouveau bloquée par le levier de verrouillage.

**[0008]** Grâce à une charge périodique du ressort secondaire, avec une faible période, la force transmise à la roue d'échappement est sensiblement constante et garantit une bonne régularité de la marche de l'oscillateur.

**[0009]** Dans sa demande de brevet EP 1 528 443 A1, publiée le 4 mai 2005, F.-P. Journe propose un mécanisme différent de remontoir d'égalité dans lequel un ressort secondaire agit sur une bascule oscillant entre deux positions extrêmes. Les déplacements de la bascule dans un premier sens permettent la transmission de la force constante du ressort secondaire à l'échappement. Ses déplacements dans le sens opposé, qui permettent de charger le ressort secondaire, sont commandés, à partir de la force du ressort principal, par la rotation périodique d'une roue d'arrêt intervenant pendant une phase de repos de l'échappement. L'affichage de la seconde de la pièce d'horlogerie correspondante est commandé à partir de la roue d'arrêt.

**[0010]** Toutefois, un tel mécanisme est relativement sensible aux chocs qui risquent de dégager la roue d'arrêt de manière intempestive, ce qui peut conduire à un affichage non cohérent de la seconde, déstabilisant pour le porteur de la pièce d'horlogerie.

### Divulgation de l'invention

**[0011]** La présente invention a pour but principal de proposer une alternative aux mécanismes connus de l'art antérieur, en proposant un mouvement pour pièce d'horlogerie comportant un dispositif de régulation dont la construction permet de garantir une fiabilité de fonctionnement élevée ainsi qu'une sécurité importante, tout en offrant une souplesse de construction également importante.

**[0012]** A cet effet, la présente invention concerne plus particulièrement un mouvement pour pièce d'horlogerie du type mentionné plus haut, caractérisé par le fait que le dispositif de régulation comporte un engrenage différentiel présentant une entrée reliée à la source d'énergie, une entrée-sortie reliée à l'organe élastique et une sortie reliée à l'oscillateur mécanique. En outre, le dispositif de régulation est agencé de telle manière que l'organe élastique est susceptible d'entretenir le mouvement d'oscillation de l'oscillateur mécanique lorsque la roue d'arrêt est verrouillée, tandis que la source d'énergie est susceptible de recharger l'organe élastique lorsque la roue d'arrêt est libérée.

**[0013]** Par ces caractéristiques, le mouvement selon l'invention présente une structure et une cinématique de grandes complexités propres à satisfaire les amateurs de pièces d'horlogerie à complication, tout en offrant une qualité de marche parmi les plus élevées.

**[0014]** Suivant un mode de réalisation préféré de l'invention, le différentiel comprend un arbre portant, solidaires en rotation, un organe denté et un porte-satellite, l'arbre étant relié cinématiquement à la source d'énergie. Un satellite présentant une denture est monté pivotant sur le porte-satellite. L'arbre de différentiel forme en outre des pivots pour une première et une deuxième roues planétaires, disposées de part et d'autre du porte-satellite et, présentant chacune une première denture agencée en prise avec la denture du satellite. La première roue planétaire subit une force, exercée par l'organe élastique tendant à la faire tourner, ce dernier étant solidaire du bâti, tandis que la seconde roue planétaire définit une sortie du différentiel vers l'oscillateur mécanique, préférablement en présentant une deuxième denture reliée cinématiquement à l'échappement. En outre, la roue d'arrêt est agencée de manière à empêcher toute rotation du porte-satellite lorsqu'elle se trouve elle-même à l'arrêt.

**[0015]** Grâce à ces caractéristiques particulières, la roue d'arrêt présente une sensibilité aux chocs limitée. Si toutefois elle devait être libérée suite à un choc violent, cela n'entraînerait pas de conséquence au niveau de l'affichage, mais provoquerait simplement une charge de l'organe élastique de manière prématurée par rapport au déroulement prévu, avant de reprendre le cycle normal de fonctionnement.

**[0016]** Suivant une variante de réalisation préférée, on peut prévoir que la came de commande présente la forme d'un disque monté, de manière excentrée, sur un arbre pivotant en référence au bâti du mouvement.

**[0017]** Suivant d'autres variantes de réalisation préférées, on peut prévoir que l'organe élastique agit directement sur la première roue planétaire du différentiel, une butée étant ménagée sur cette dernière à cet effet, que la roue d'arrêt est directement solidaire du porte-satellite, ou encore que l'engrenage différentiel est de type sphérique.

**[0018]** Dans un mode de réalisation préféré du mécanisme selon la présente invention, il est prévu que le mouvement comporte un tourbillon présentant une première cage montée à pivot sur le bâti du mouvement et, une seconde cage montée rotative dans la première cage et portant ledit oscillateur mécanique, une liaison cinématique étant prévue pour permettre une rotation de la première cage sur elle-même en synchronisme avec l'échappement. La première cage présente en outre une denture périphérique en prise avec laquelle est agencée une roue dentée dont la came de commande est solidaire.

**[0019]** Dans un autre mode de réalisation préféré de la présente invention, il est prévu de munir le mouvement d'un second oscillateur mécanique comportant un résonateur et un échappement supplémentaires, la deuxième roue planétaire étant solidaire d'un arbre supplémentaire, coaxial à l'arbre de différentiel, et définissant des pivots pour une troisième et une quatrième roues planétaires d'un différentiel supplémentaire disposées de part et d'autre d'un second porte-satellite. Un second satellite, présentant une denture, est alors monté pivotant sur le second porte-satellite en étant agencé en prise avec des premières dentures des troisième et quatrième roues planétaires. La troisième roue planétaire présente une deuxième denture reliée cinématiquement à l'échappement, tandis que la quatrième roue planétaire présente une deuxième denture reliée cinématiquement à l'échappement supplémentaire.

**Brève description des dessins**

**[0020]** D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée de modes de réalisation préférés qui suit, faite en référence aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et dans lesquels:

**[0021]** – la fig. 1 représente une vue en perspective simplifiée d'une partie d'un mouvement pour pièce d'horlogerie présentant un dispositif de régulation selon un premier mode de réalisation de la présente invention;

**[0022]** – la fig. 2 représente une vue en coupe transversale d'un détail du dispositif de régulation de la fig. 1;

**[0023]** – la fig. 3 représente une vue en perspective d'une première variante de réalisation du mouvement de la fig. 1;

**[0024]** – la fig. 4 représente une vue en perspective d'une deuxième variante de réalisation du mouvement de la fig. 1;

**[0025]** – la fig. 5 représente une vue en coupe transversale d'un détail du dispositif de régulation selon la deuxième variante de réalisation de la fig. 4;

**[0026]** – la fig. 6 représente une vue de dessus d'une partie d'un mouvement pour pièce d'horlogerie présentant un dispositif de régulation selon un deuxième mode de réalisation de la présente invention;

**[0027]** – la fig. 7 représente une vue en perspective d'un détail du dispositif de la fig. 6, et

**[0028]** – la fig. 8 représente une vue en coupe transversale d'un détail du dispositif de régulation de la fig. 6.

**Mode(s) de réalisation de l'invention**

**[0029]** Les fig. 1 à 3 représentent une partie d'un mouvement pour pièce d'horlogerie présentant un dispositif de régulation de la force transmise par une source d'énergie principale à un oscillateur mécanique, selon un premier mode de réalisation de la présente invention. A titre indicatif, on signalera que le haut des figures correspond au côté ponts du mouvement.

**[0030]** La fig. 1 permet d'illustrer simplement le principe général de ce dispositif de régulation, seuls les éléments du mouvement intervenant dans le processus de régulation étant visibles pour faciliter la compréhension. En particulier, on peut noter que le bâti du mouvement n'a pas été représenté pour des raisons de clarté et dans la mesure où il peut être de tout type connu adapté à la mise en œuvre de la présente invention.

**[0031]** Le mouvement comporte un oscillateur mécanique conventionnel comprenant un résonateur, généralement un balancier-spiral 1, associé à un échappement, ici à ancre, à titre illustratif non limitatif.

**[0032]** L'échappement comprend une ancre 2 agencée pour coopérer avec une roue d'échappement 3. Un pignon d'échappement 4 est solidaire de la roue d'échappement et est monté en prise avec la roue 5 d'un mobile intermédiaire 6.

**[0033]** Pour assurer l'entretien des oscillations du balancier-spiral, le mouvement comprend une source d'énergie principale, préférablement un ressort de barillet (non représenté), dont l'énergie est transmise à l'oscillateur au moyen d'un rouage de finissage. De manière connue, ce ressort est logé dans un barillet comprenant un tambour présentant une denture périphérique.

**[0034]** Lorsqu'il est chargé, le ressort se détend en entraînant le tambour dans un mouvement de rotation transmis au rouage de finissage par le biais de sa denture. Selon la configuration représentée ici à titre indicatif, il est prévu une grande moyenne 7 présentant une planche 8 et un pignon 9 coaxiaux. Le pignon de la grande moyenne est destiné à être agencé en prise avec la denture du tambour de barillet.

**[0035]** Il apparaît de la figure1 qu'un dispositif de régulation 10 est interposé entre la grande moyenne et l'échappement du mouvement.

**[0036]** Le dispositif de régulation comporte notamment un engrenage différentiel présentant quatre points d'entrée ou de sortie avec différents éléments structurels du mouvement, qui seront décrits plus en détail en relation avec la fig. 2.

**[0037]** D'une part, le différentiel présente une première entrée reliée à la grande moyenne et par laquelle la force du ressort de barillet est transmise au dispositif de régulation selon la présente invention. Une entrée-sortie est connectée mécaniquement à un ressort long 11 dont la base 12 est montée solidaire du bâti du mouvement, tandis que son extrémité libre 13 est disposée en appui contre une butée 14, portée par le différentiel.

**[0038]** D'autre part, le différentiel présente une première sortie reliée cinématiquement à un pignon 15 du mobile intermédiaire 6, monté coaxial à la roue de ce dernier en lui étant solidaire, ainsi qu'une deuxième entrée-sortie reliée à un dispositif de verrouillage 16 qui sera décrit en détail plus loin.

**[0039]** Par ailleurs, il est prévu que les mouvements de la roue d'échappement commandent le dispositif de verrouillage, par l'intermédiaire du mobile intermédiaire 6. La roue 5 de ce dernier engrène avec une roue de commande 17 dentée, solidaire d'un arbre 18 de même axe portant une came de commande 19. Celle-ci présente la forme générale d'un disque positionné de manière excentrée sur l'arbre de la roue de commande.

**[0040]** Le dispositif comprend en outre un levier de verrouillage 20 porté par un arbre 21 monté pivotant sur le bâti du mouvement. Le levier de verrouillage comporte une fourchette 22, à une première de ses deux extrémités, entre les dents de laquelle est agencée la came de commande 19. La seconde extrémité du levier, séparée de la première extrémité par une portion médiane 23 portant l'arbre 21, présente deux bras 24, 25 en forme d'arcs de cercle s'étendant de part et d'autre de la direction générale de la portion médiane du levier. Chacun de ces bras comprend une dent 26, 27, à son extrémité, dirigée sensiblement en direction de l'autre bras.

**[0041]** Une roue d'arrêt 28, comportant une dent unique 29, est disposée entre les deux bras 24, 25 du levier de verrouillage, de telle manière que sa dent 29 est susceptible de coopérer avec celles 26, 27 des bras. En outre, la roue d'arrêt porte un pignon 30 agencé en prise avec un renvoi 31 monté rotatif en référence au bâti, le renvoi étant lui-même en prise avec la deuxième entrée-sortie du différentiel, pour transmettre à cette dernière l'état de la roue d'arrêt, verrouillée ou libre de tourner.

**[0042]** On peut noter que, de manière avantageuse, le diamètre de la came de commande 19 est très légèrement inférieur à la distance séparant les deux dents de la fourchette 22. Grâce à cette caractéristique particulière, la fourchette est non seulement guidée en rotation par la came de commande mais, en outre, elle ne peut pas tourner autrement que sous l'effet issu de la rotation de la came de commande. Ceci signifie que ce dispositif de régulation est insensible aux chocs et ne peut être actionné de manière intempestive.

**[0043]** La fig. 2 qui représente une vue en coupe transversale du dispositif de régulation, en particulier du différentiel, permet de mieux en comprendre le principe de fonctionnement.

**[0044]** Le différentiel comporte, en entrée, un organe denté, soit ici un pignon 40, ménagé à l'extrémité d'un arbre 41, sensiblement perpendiculaire au plan du mouvement et, sur lequel est fixé un porte-satellite 42 comportant un noyau central 43 rendu solidaire de l'arbre 41 par une vis 44. Le pignon 40 assure l'entrée du différentiel, à partir du rouage de finissage, pour permettre la transmission de la force du ressort de barillet à l'oscillateur mécanique du mouvement.

**[0045]** Le porte-satellite porte un palier en rubis 45 aligné sur un palier 46, aussi en rubis, intégré dans le noyau 43. Les deux paliers 45 et 46 servent à faire pivoter un arbre 47 portant un pignon satellite 48 à denture conique.

**[0046]** L'arbre 41 sert aussi de pivot à deux roues planétaires 50, 51 sensiblement parallèles au plan du mouvement et disposées de part et d'autre du pignon satellite 48. Chacune de ces roues présente une première denture conique 52, 53 agencée de manière à engrener avec la denture du satellite 48.

**[0047]** On remarquera que chaque roue 50, 51 est solidaire d'un canon 54, 55 monté pivotant sur l'arbre 41 grâce à deux paliers en rubis 56. L'assemblage peut notamment être réalisé par chassage ou au moyen de vis.

**[0048]** Une goupille 14 est chassée dans la première roue de différentiel, en s'étendant suivant une direction sensiblement parallèle à celle de l'arbre de différentiel, vers l'extérieur. Cette goupille définit la butée contre laquelle l'extrémité libre 13 du ressort long 11 est disposée en appui pour exercer une force sur la première roue 50 du différentiel, tendant à la faire tourner sur elle-même.

**[0049]** La deuxième roue 51 du différentiel engrène directement avec le pignon 15 du mobile intermédiaire 6, lui-même en prise avec le pignon d'échappement 4 par sa roue 5, pour définir la première sortie du différentiel mentionnée précédemment.

**[0050]** Par ailleurs, le porte-satellite 42 présente des bras 58 sur les extrémités desquels est montée une couronne 59 dentée, au moyen de vis 60, pour définir la deuxième entrée-sortie du différentiel qui est en prise avec le renvoi 31 relié à la roue d'arrêt 28 du dispositif de verrouillage.

**[0051]** Le principe de fonctionnement du mécanisme qui vient d'être décrit va à présent être exposé en relation avec les fig. 1 et 2. Considérons, comme hypothèse de départ, que le ressort long 11 présente un état chargé et exerce de ce fait une force sur la première roue 50 du différentiel tendant à la faire tourner dans le sens de rotation anti-horaire sur la vue de la fig. 1.

**[0052]** La plupart du temps, la roue d'arrêt 28 est verrouillée par l'une des dents du levier de verrouillage, ce qui empêche le porte-satellite 42 de tourner, par l'intermédiaire du pignon 30 et du renvoi 31. Dans un même temps, le verrouillage du porte-satellite 42 entraîne celui de l'arbre 41 du différentiel.

**[0053]** La rotation de la première roue 50 du différentiel est retransmise à sa deuxième roue 51 par un mouvement de rotation du satellite 48 sur lui-même. Il faut rappeler que, du fait que la deuxième roue 51 du différentiel est reliée cinématiquement à la roue d'échappement 3, elle ne peut tourner que lors des phases de dégagement et d'impulsion de l'échappement.

**[0054]** Par ailleurs, les mouvements de la roue d'échappement 3 entraînent des mouvements synchronisés de la roue de commande 17 (dans le sens indiqué par la flèche sur la fig. 1, toutes les flèches visibles sur les figures étant représentées à titre illustratif non limitatif), via le mobile intermédiaire 6.

**[0055]** Lorsque, au bout d'un certain temps qui est fonction des rapports d'engrenage prévus entre le pignon d'échappement 4 et la roue de commande 17, la roue de commande a effectué sensiblement un demi-tour depuis la position représentée sur la fig. 1, la came de commande 19 ayant exercé dans le même temps une pression sur la fourchette 22 du levier de verrouillage 20 pour faire basculer celui-ci jusqu'à sa deuxième position extrême. En basculant autour de son arbre 21, le levier de verrouillage 20 libère la roue d'arrêt 28 du fait de l'éloignement de sa dent 26. Dans le même temps, sa dent 27 se rapproche de la roue d'arrêt 28 et la bloque lorsque celle-ci a effectué un demi-tour sur elle-même.

**[0056]** La force motrice responsable de la rotation de la roue d'arrêt 28 est celle du ressort de barillet qui lui est transmise par l'intermédiaire de la grande moyenne 7, du pignon 40, de l'arbre 41, du porte-satellite 42, de la couronne 59 et du renvoi 31. Cette rotation a lieu pendant une phase de repos de l'échappement, la plupart du temps, ce qui implique que la deuxième roue 51 du différentiel est bloquée lors de ce mouvement. De ce fait, la rotation du porte-satellite 42 entraîne celle du satellite 48 sur lui-même, ce qui engendre un mouvement de rotation de la première roue 50 du différentiel dans le sens horaire sur la fig. 1.

**[0057]** Le mouvement de la première roue déplace la goupille 14 en référence au ressort long 11, pour déformer ce dernier et le charger.

**[0058]** Tous ces événements ayant généralement lieu entre deux phases de dégagement de l'échappement, le fonctionnement de l'oscillateur mécanique se déroule sans discontinuité. Lors du dégagement suivant de l'échappement, le ressort long 11 est à nouveau complètement chargé et remplit sa fonction de source d'énergie pour assurer l'entretien des oscillations de l'oscillateur mécanique du mouvement, avec une force constante.

**[0059]** Le ressort long 11 se décharge alors progressivement, de la manière précédemment décrite, jusqu'à ce que la roue de commande 17 ait effectué un nouveau demi-tour, et ainsi de suite.

**[0060]** On peut noter que, si une phase de dégagement et/ou une phase d'impulsion de l'échappement devait intervenir pendant l'opération de recharge du ressort long, la deuxième roue 51 serait libre de tourner et une fraction de l'énergie normalement destinée au ressort long serait transmise à l'échappement pour entretenir les oscillations du balancier, grâce à la structure du différentiel.

**[0061]** Le dispositif de régulation qui vient d'être décrit permet de stocker successivement des fractions de l'énergie totale de la source d'énergie principale du mouvement, à savoir le ressort de barillet, au niveau d'une source d'énergie secondaire, à savoir le ressort long 11. Les caractéristiques mécaniques du ressort long 11, associées à une amplitude de déformation limitée entre ses deux états extrêmes, permettent de contrôler précisément la force transmise à l'oscillateur mécanique pour en améliorer la précision de marche.

**[0062]** La période de décharge du ressort long 11 ainsi que la quantité d'énergie qui lui est fournie peuvent être ajustées par modification des rapports d'engrenage entre le pignon d'échappement et la roue de commande, par la forme de la came de commande qui pourrait être triangulaire, à titre d'exemple, ou encore par modification du nombre de dents de la roue d'arrêt.

**[0063]** A titre indicatif, la période de décharge pourrait être de l'ordre d'une seconde à une minute, voire plus, et, l'homme du métier ne rencontrera pas de difficulté particulière pour modifier le dispositif de régulation qui vient d'être décrit pour l'adapter à ses propres besoins, sans sortir du cadre de la présente invention.

**[0064]** La fig. 3 représente une vue en perspective illustrant une variante du premier mode de réalisation de la fig. 1.

**[0065]** Suivant cette variante de réalisation, l'échappement simple a été remplacé par un organe régulateur du type à tourbillon. Plus précisément, on a représenté un double tourbillon 62 tel que décrit dans la demande de brevet WO 03/017 009, déposée au nom de CompliTime S.A. Le fonctionnement du double tourbillon étant décrit en détail dans la demande internationale susmentionnée, il ne sera pas abordé ici.

**[0066]** On se contentera d'indiquer que le tourbillon comporte une première cage 63 pivotant autour d'un axe 64 perpendiculaire au plan du mouvement et une deuxième cage 65 pivotant dans la première cage, autour d'un axe 66 non perpendiculaire au plan du mouvement. Typiquement, l'axe de la deuxième cage fait un angle d'environ 30° par rapport à celui de la première cage.

**[0067]** En outre, il convient également de noter que la cage extérieure 63 du tourbillon se déplace en synchronisme avec les mouvements de la roue d'échappement montée dans la cage intérieure 65.

**[0068]** La cage extérieure du tourbillon est agencée directement en prise avec la deuxième roue 51 du différentiel et avec la roue de commande 17. Elle assure ainsi les mêmes fonctions que celles du mobile intermédiaire 6 décrit en relation avec les fig. 1 et 2.

**[0069]** Ce type d'organe régulateur présente une précision de marche accrue en référence aux oscillateurs simples. Ainsi, la combinaison d'un double tourbillon, moyennant les effets de la pesanteur sur l'oscillateur mécanique, avec un dispositif de régulation de la force transmise par la source d'énergie principale du mouvement selon la présente invention permet encore d'améliorer la précision du garde temps correspondant.

**[0070]** La présentation de la variante de la fig. 3 permet d'illustrer le fait que les avantages du dispositif de régulation décrit ci-dessus peuvent être appliqués à tout type d'oscillateur sans sortir du cadre de la présente invention.

**[0071]** Les fig. 4 et 5 représentent, dans des vues respectivement similaires aux vues de la fig. 1 et de la fig. 2, une deuxième variante du mouvement selon le premier mode de réalisation qui vient d'être décrit. La présentation de cette deuxième variante de réalisation permet d'illustrer la souplesse que procure la présente invention dans la construction d'un mouvement horloger tel qu'il a été défini plus haut. En effet, les éléments structurels du mouvement selon la présente variante sont similaires à ceux décrits en relation avec la première variante, les constructions correspondantes se distinguant l'une de l'autre par des agencements différents des entrées et sorties du différentiel. Les éléments structurels identiques à ceux décrits en relation avec la première variante portent les mêmes références numériques pour en faciliter la compréhension.

**[0072]** Seules les modifications essentielles en référence à la première variante de réalisation vont être exposées, le principe général étant similaire à ce qui a déjà été décrit.

**[0073]** Le différentiel a été modifié pour que son entrée se fasse au niveau de la deuxième roue planétaire 51 avec laquelle la grande moyenne 7 est en prise, comme cela sera exposé ci-après. Par conséquent, le dispositif de verrouillage est agencé pour agir directement sur cette même roue 51. Plus précisément, le renvoi 31, entraîné par la roue d'arrêt 28, est monté en prise directement avec la seconde denture de la deuxième roue planétaire 51.

**[0074]** Par ailleurs, la sortie du différentiel a également été modifiée pour être définie au niveau du porte-satellite 42, plus précisément par la couronne 59 qui en est solidaire, cette dernière engrenant avec le pignon 15 du mobile intermédiaire 6, lui-même disposé en prise avec le pignon d'échappement 4.

**[0075]** La première roue planétaire 50 définit une entrée-sortie similaire à celle de la première variante, en relation avec le ressort long 11 disposé en butée contre la goupille 14. On peut noter que la cinématique de décharge et recharge

du ressort long est inversée par rapport à la première variante, notamment en ce qui concerne le sens de rotation de la première roue 50 et le sens de la force exercée sur cette dernière par le ressort long.

**[0076]** La vue en coupe de la fig. 5 permet de mieux apprécier les différences structurelles du différentiel. On constate en particulier qu'un pignon 510 supplémentaire est chassé sur le canon 55 de la deuxième roue planétaire 51, celui-ci étant agencé en prise avec la roue 8 de la grande moyenne 7 pour définir l'entrée du différentiel. De ce fait, ce pignon 510 et la seconde denture de la roue 51 sont solidaires en rotation, permettant ainsi le contrôle de l'entrée de différentiel par le dispositif de verrouillage, ce dernier étant relié à la seconde denture de la roue 51 par l'intermédiaire du renvoi 31.

**[0077]** Par ailleurs, il ressort de la fig. 5 que l'arbre 41 de différentiel est entraîné en synchronisme avec l'échappement du fait que la couronne 59, portée par le porte-satellite 42, engrène avec le mobile intermédiaire 6. Ainsi, le mouvement de rotation régulier du pignon 41 peut être mis à profit pour commander un ou plusieurs organes d'affichage du temps courant (non représentés), de manière conventionnelle.

**[0078]** Les fig. 6, 7 et 8 représentent un second mode de réalisation préféré de la présente invention, suivant lequel cette dernière est mise en œuvre en relation avec un mouvement horloger comportant deux oscillateurs mécaniques. Les éléments décrits en relation avec les figures précédentes portent les mêmes références numériques pour faciliter la compréhension du présent mécanisme.

**[0079]** La fig. 6 représente en vue de dessus un tel mécanisme dans lequel deux double tourbillons 70 et 71 sont reliés au rouage de finissage d'un mouvement horloger par l'intermédiaire d'un engrenage différentiel 72, permettant de moyenner leurs marches respectives, tandis qu'un dispositif de régulation, similaire à celui qui vient d'être décrit en relation avec les fig. 1 à 5, est également prévu pour réguler la force transmise aux deux oscillateurs depuis une source d'énergie principale du mouvement (non représentée). Dans la suite du texte, on utilisera les références numériques 70 et 71 pour désigner les tourbillons ou les oscillateurs ou les échappements associés, pour des raisons de simplification.

**[0080]** Le dispositif de régulation comporte un dispositif de verrouillage comprenant une roue d'arrêt 73 dentée, montée directement solidaire d'un premier porte-satellite 74 du différentiel et, coopérant avec un levier de verrouillage 75 par l'intermédiaire de deux dents 76 et 77 de ce dernier. Le levier de verrouillage est monté pivotant sur le bâti du mouvement, par un arbre 78 situé sensiblement entre les deux dents. Par ailleurs, le levier de verrouillage présente une ouverture 79 allongée, située à distance de l'arbre 78 et, à l'intérieur de laquelle est disposée une came de commande 19, portée par un arbre 18 entraîné en rotation par une roue de commande 17. Ainsi, lorsque la roue de commande effectue un tour complet sur elle-même, le levier de verrouillage est commandé pour se déplacer depuis une première position extrême vers une seconde position extrême avant de revenir dans la première position. A chaque fois que le levier de verrouillage prend l'une de ses positions extrêmes, la roue d'arrêt est libérée par la dent concernée 76 ou 77 du levier de verrouillage, pour tourner dans le sens horaire jusqu'à ce qu'une autre de ses dents vienne buter contre l'autre dent 77 ou 76 du levier de verrouillage.

**[0081]** De même que dans le premier mode de réalisation, un ressort long 11 est prévu pour exercer une force sur une première roue 50 du différentiel tendant à la faire tourner dans le sens de rotation anti-horaire sur la fig. 6, par l'intermédiaire d'une goupille 14 solidaire de cette roue.

**[0082]** Le fonctionnement de l'engrenage différentiel 72 sera mieux compris à la lecture de la description détaillée qui suit, faite en relation avec les fig. 7 et 8, qui le représentent dans des vues, respectivement, en perspective et en coupe transversale.

**[0083]** Le différentiel 72 comporte, en entrée, un pignon 80 ménagé à l'extrémité d'un arbre 81, sensiblement perpendiculaire au plan du mouvement et, sur lequel est fixé le premier porte-satellite 74 comportant un noyau central 83 rendu solidaire de l'arbre par exemple au moyen d'une vis 84. Le pignon 80 assure l'entrée du différentiel, à partir du rouage de finissage, pour permettre la transmission de la force du ressort de barillet aux deux oscillateurs mécaniques du mouvement.

**[0084]** Le porte-satellite 74 porte des paliers 45, 46 en rubis servant à faire pivoter un arbre 47 portant un pignon satellite 48 à denture conique.

**[0085]** L'arbre 81 sert aussi de pivot à la première 50 et à une deuxième 89 roues planétaires, sensiblement parallèles au plan du mouvement et disposées de part et d'autre du pignon satellite 48. Chacune de ces roues présente une denture conique 52, 53 agencée de manière à engrener avec la denture du satellite 48.

**[0086]** Chaque roue 50, 89 est solidaire d'un canon 90, 91 monté pivotant sur l'arbre 81 grâce à deux paliers en rubis 56. L'assemblage peut être réalisé par chassage ou au moyen de vis.

**[0087]** Tel que cela a été mentionné précédemment, le porte-satellite 74 porte directement la roue d'arrêt 73, celle-ci étant vissée à l'extrémité de bras 92 du porte-satellite s'étendant à partir du noyau central.

**[0088]** Le canon 91 de la deuxième roue 89 s'étend concentriquement à l'arbre 81, sensiblement jusque dans la région du pignon 80, pour définir l'arbre central d'un second différentiel agencé de manière à moyenner la marche des deux oscillateurs mécaniques auxquels il est relié.

**[0089]** Le second différentiel comporte un porte-satellite 93 supplémentaire présentant un noyau central 94 solidaire du canon 91 en rotation, par exemple au moyen d'une vis. Le porte-satellite 93 supplémentaire porte des paliers 45, 46 en rubis servant à faire pivoter un arbre 95 portant un pignon satellite 96 supplémentaire à denture conique.

**[0090]** Le canon 91 sert aussi de pivot à deux roues planétaires 97, sensiblement parallèles au plan du mouvement et disposées de part et d'autre du pignon satellite 96 supplémentaire. Chacune de ces roues présente une première denture conique 98, 99 agencée de manière à engrener avec la denture du satellite 96.

**[0091]** Chaque roue 97 est solidaire d'un canon 100, 101 monté pivotant sur le canon 91 grâce à deux paliers en rubis 56. L'assemblage peut être réalisé par chassage ou au moyen de vis.

**[0092]** Par ailleurs, chacune des roues 97 présente une deuxième denture périphérique 102, 103 agencée en prise avec la denture de la cage extérieure de l'un ou l'autre des double tourbillons 70, 71.

**[0093]** Le fonctionnement de ce second différentiel est connu et ne sera pas décrit en détail. On notera simplement que l'énergie fournie par le ressort long 11 lui est fournie par l'intermédiaire du canon 91, entraînant le porte-satellite 93 supplémentaire en rotation à chaque fois que l'un ou l'autre des échappements se trouve en phases de dégagement et d'impulsion.

**[0094]** Par ailleurs, le porte-satellite 93 supplémentaire comprend en outre une roue dentée 104, rendue solidaire du porte-satellite au moyens de vis. Cette roue 104 est agencée de manière à être en prise avec la roue de commande 17 du dispositif de verrouillage pour actionner ce dernier.

**[0095]** Il convient de noter que le rythme des déplacements de cette roue 104 est représentatif de la moyenne des marches respectives des deux oscillateurs mécaniques du mouvement. Ainsi, il est possible de prévoir une liaison cinématique entre la roue 104 et un organe d'affichage d'une unité de temps, comme par exemple la seconde.

**[0096]** On notera qu'à son extrémité située dans la région du pignon 80, le canon 91 présente une réduction de son diamètre extérieur. Une douille 105 est interposée entre le canon 91 et le palier en rubis 56 correspondant, pour permettre l'ajustement du second différentiel sur le canon 91 en prenant en compte notamment une éventuelle variation de la longueur de ce dernier à la fabrication, ainsi que les jeux au montage des différents éléments constitutifs du différentiel, dans une certaine mesure. Une rondelle 106, chassée, remplit une fonction similaire à l'extrémité opposée du mécanisme.

**[0097]** De manière générale, l'un ou l'autre voire les deux différentiels peuvent être plans au lieu d'être sphériques sans sortir du cadre de la présente invention. Toutefois, en ce qui concerne le second différentiel, la forme sphérique est préférée pour permettre l'application de couples identiques aux deux oscillateurs mécaniques associés et améliorer ainsi leur précision de marche relative.

**[0098]** La description qui précède correspond à des modes de réalisation préférés de l'invention décrits à titre non limitatif. En particulier, les formes représentées et décrites pour les différents éléments constitutifs du mouvement pour pièce d'horlogerie ne sont pas limitatives. A titre d'exemple, l'organe denté représenté et décrit sous la forme du pignon 40 pourra alternativement prendre la forme d'une roue.

**[0099]** Par ailleurs, on pourra notamment recourir à un organe élastique présentant une forme différente, tel qu'un ressort spiral par exemple, et agissant éventuellement sur un mobile supplémentaire présentant une liaison cinématique avec la première roue planétaire. Comme cela a été mentionné, la forme de la came de commande peut être modifiée sans sortir du cadre de la présente invention. On aura également compris que le type ou la fréquence d'oscillation du ou des oscillateurs mécaniques mis en œuvre ne remet pas en cause le fonctionnement avantageux du dispositif de régulation décrit. De même, l'homme du métier pourra ajuster la période de décharge de la source d'énergie secondaire entre deux recharges successives sans grande difficulté.

**[0100]** Il apparaît également de ce qui précède que l'invention n'est pas limitée à un agencement particulier des liaisons cinématiques appliquées aux différents éléments constitutifs du différentiel. A titre d'exemple supplémentaire, on peut signaler que les liaisons cinématiques appliquées à l'organe denté et au porte-satellite, dans la première variante de réalisation, à savoir les liaisons avec le rouage de finissage et avec la roue d'arrêt, peuvent être interverties sans induire de modification à la présente invention. L'homme du métier ne rencontrera pas de difficulté particulière pour adapter le dispositif de régulation selon l'un ou l'autre des modes de réalisation de la présente invention à ses propres besoins, sur la base de l'enseignement du présent texte.

**[0101]** Bien entendu, l'homme du métier pourra également mettre en œuvre l'agencement du dispositif de verrouillage, notamment de la roue d'arrêt, du premier mode de réalisation en relation avec un mouvement à deux oscillateurs ou, inversement, mettre en œuvre celui du second mode de réalisation en relation avec un mouvement à un seul oscillateur mécanique, en fonction de ses besoins.

**Revendications**

1. Mouvement pour pièce d'horlogerie comprenant, montés sur un bâti, une source d'énergie, destinée à entretenir le mouvement oscillant d'un oscillateur mécanique (1, 2, 3; 62, 70, 71), comportant un résonateur (1) et un échappement (2, 3), par le biais d'un rouage de finissage comprenant un dispositif de régulation destiné à commander ledit échappement et, comportant une roue d'arrêt (28, 73) reliée cinématiquement audit rouage de finissage et destinée à effectuer un mouvement de rotation de manière périodique, une came de commande (19) entraînée en rotation en synchronisme avec ledit échappement, un dispositif de verrouillage (16, 20, 75) de ladite roue d'arrêt commandé

par ladite came (19) pour la libérer périodiquement, un organe élastique (11) destiné à stocker périodiquement de l'énergie par déformation, à partir de ladite source d'énergie, pour la restituer audit oscillateur, caractérisé en ce que ledit dispositif de régulation comporte en outre un engrenage différentiel (10, 72) comprenant une entrée présentant une liaison avec ladite source d'énergie, une entrée-sortie présentant une liaison avec ledit organe élastique, une sortie présentant une liaison avec ledit oscillateur mécanique, ledit dispositif de régulation étant agencé de telle manière que ledit organe élastique est susceptible d'entretenir le mouvement d'oscillation dudit oscillateur mécanique, par le biais dudit engrenage différentiel, lorsque ladite roue d'arrêt (28, 73) est verrouillée, et que ladite source d'énergie est susceptible de recharger ledit organe élastique, par le biais dudit engrenage différentiel, lorsque ladite roue d'arrêt est libérée.

2. Mouvement selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit engrenage différentiel comprend
un arbre (41, 81) portant, solidaires en rotation, un organe denté (40, 80) et un porte-satellite (42, 74), et relié cinématiquement audit rouage de finissage pour définir ladite entrée dudit différentiel,
un satellite (48) monté pivotant sur ledit porte-satellite et présentant une denture, ledit arbre formant en outre des pivots pour
une première et une deuxième roues planétaires (50, 51, 89), disposées de part et d'autre dudit porte-satellite et, présentant chacune une première denture (52, 53) agencée en prise avec ladite denture dudit satellite (48),
ladite première roue planétaire (50) définissant ladite entrée-sortie dudit différentiel et, subissant une force, exercée par ledit organe élastique (11) tendant à la faire tourner, ce dernier étant solidaire dudit bâti,
ladite deuxième roue planétaire (51, 89) étant agencée de manière à définir ladite sortie dudit différentiel,
et en ce que ladite roue d'arrêt (28, 73) est agencée de manière à empêcher toute rotation dudit porte-satellite (42, 74) lorsqu'elle est verrouillée.

3. Mouvement selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite deuxième roue planétaire (51) présente une deuxième denture reliée cinématiquement audit échappement.

4. Mouvement selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que ladite roue d'arrêt (73) est solidaire dudit porte-satellite (74).

5. Mouvement selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que ladite première roue planétaire (50) porte une butée (14) définissant une surface d'appui pour ledit organe élastique (11).

6. Mouvement selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que ledit différentiel est sphérique, ledit satellite (48) présentant un axe de rotation (47) sensiblement perpendiculaire audit arbre de différentiel (41, 81) et une denture conique, lesdites premières dentures (52, 53) desdites première et deuxième roues planétaires (50, 51, 89) étant également coniques.

7. Mouvement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un tourbillon (62) présentant une première cage (63) montée à pivot sur ledit bâti du mouvement et, une seconde cage (65) montée rotative dans ladite première cage et portant ledit oscillateur mécanique, une liaison cinématique étant prévue pour permettre une rotation de ladite première cage sur elle-même en synchronisme avec ledit échappement, celle-ci présentant en outre une denture périphérique, et en ce que ladite came de commande (19) est solidaire d'une roue de commande (17) dentée agencée en prise avec ladite denture périphérique.

8. Mouvement selon l'une quelconque des revendications 2 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième oscillateur mécanique (70, 71) comprenant un résonateur et un échappement supplémentaires et,
en ce que ladite deuxième roue planétaire (89) est solidaire d'un arbre (91) supplémentaire, coaxial audit arbre (81) de différentiel, et définissant des pivots pour une troisième et une quatrième roues planétaires (97) d'un différentiel supplémentaire disposées de part et d'autre d'un second porte-satellite (93),
en ce qu'un second satellite (96), présentant une denture, est monté pivotant sur ledit second porte-satellite (93) en étant agencé en prise avec des premières dentures (98, 99) desdites troisième et quatrième roues planétaires (97), et en ce que ladite troisième roue planétaire (97) présente une deuxième denture (102) reliée cinématiquement audit échappement (70), tandis que ladite quatrième roue planétaire (97) présente une deuxième denture (103) reliée cinématiquement audit échappement supplémentaire (71).

9. Mouvement selon l'une quelconque des revendications 2 à 8, caractérisé en ce que ledit organe denté (40, 80) est un pignon solidaire dudit arbre (41, 81).

10. Mouvement selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite came de commande (19) présente la forme d'un disque monté, de manière excentrée, sur un arbre (18) pivotant en référence audit bâti.

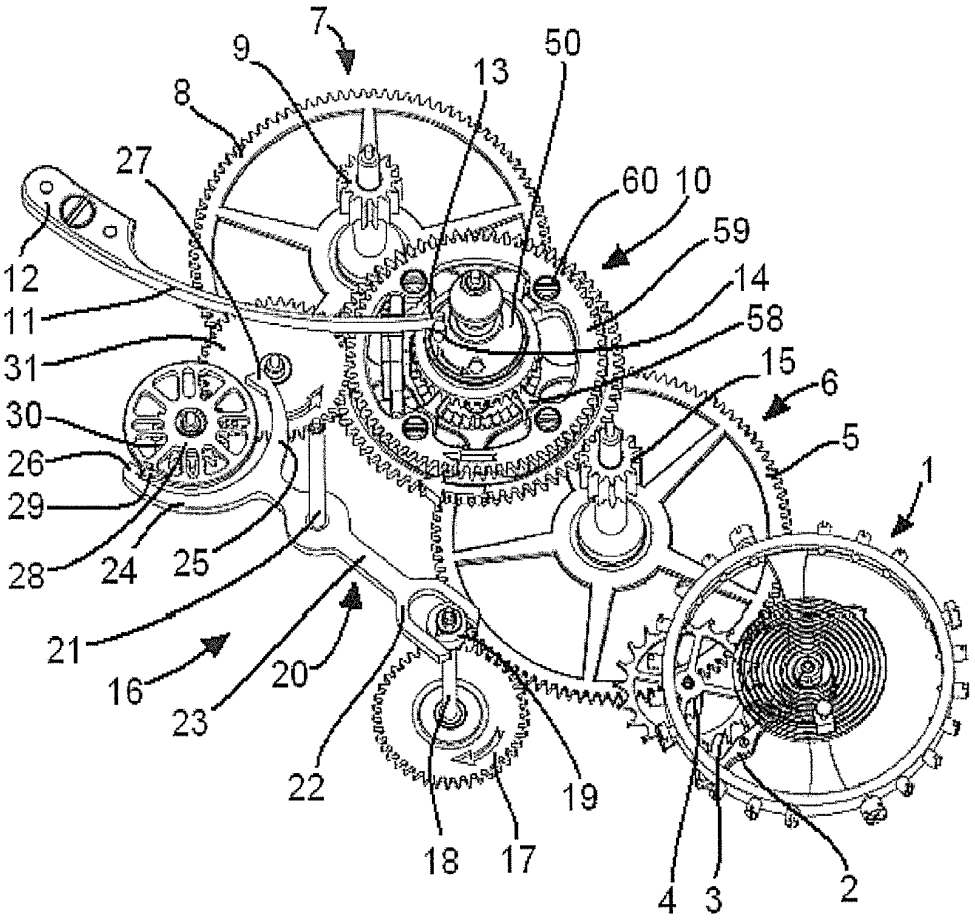

7
9
8
27
12
11
31
30
26
29
28
24
25
21
16
23
20
22
18
17
19
50
13
60
10
59
14
58
15
6
5
1
4
3
2

Fig. 1

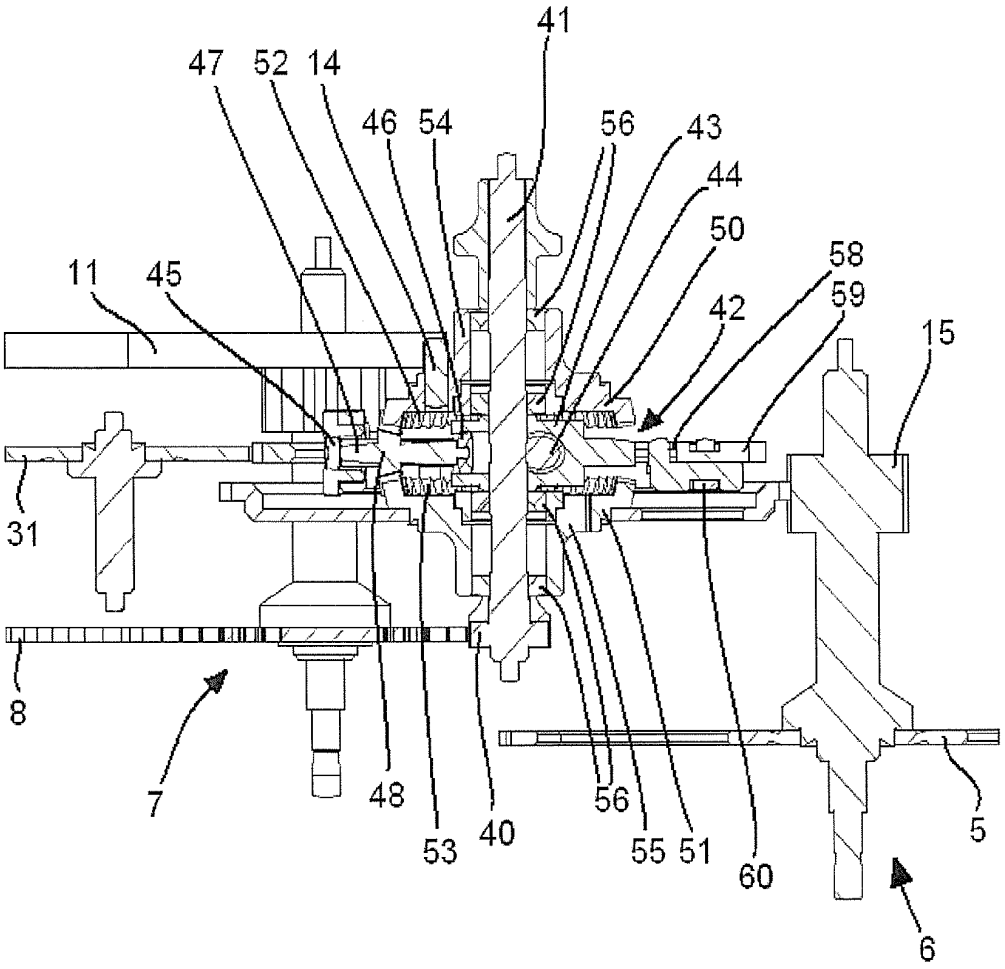

41
47
52
14
46
54
56
43
44
50
58
59
42
15
11
45
31
8
7
48
53
40
56
55
51
60
5
6

Fig. 2

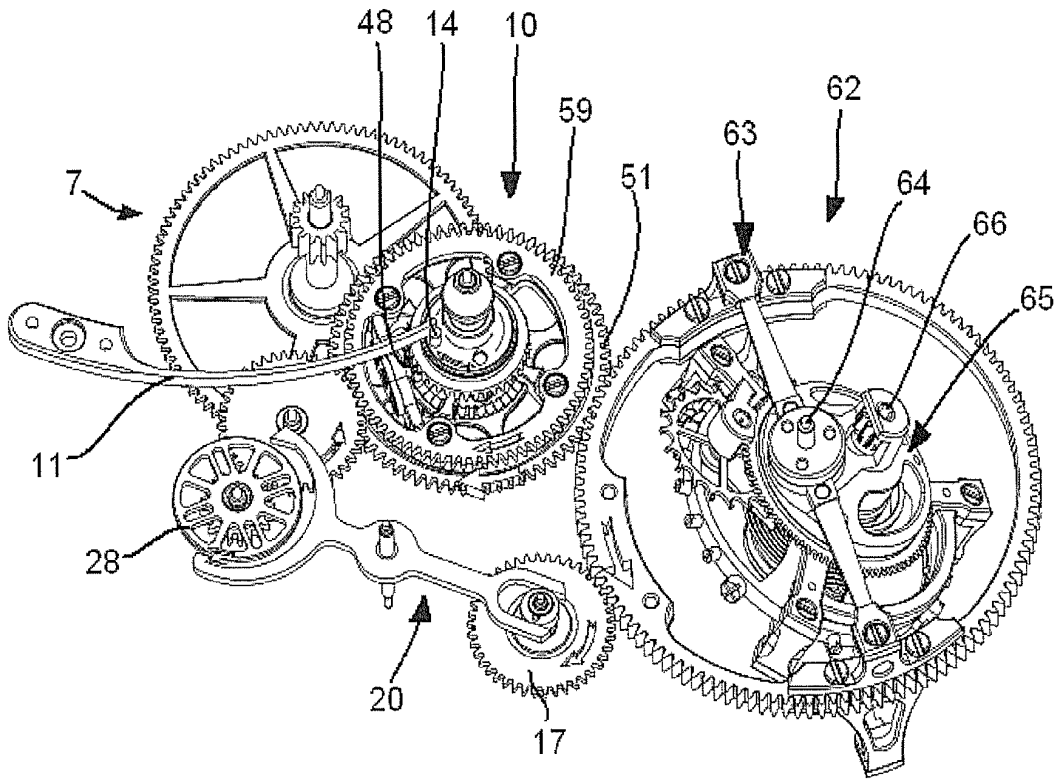



Fig. 3

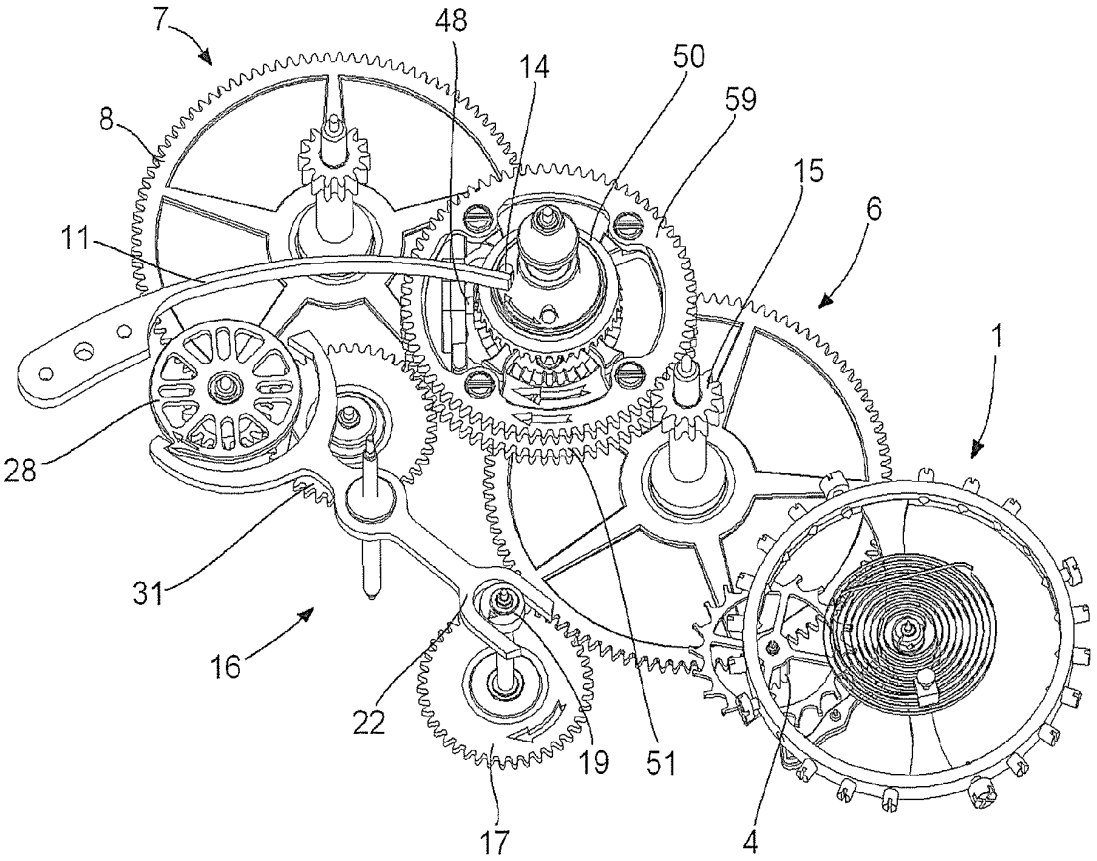



Fig. 4

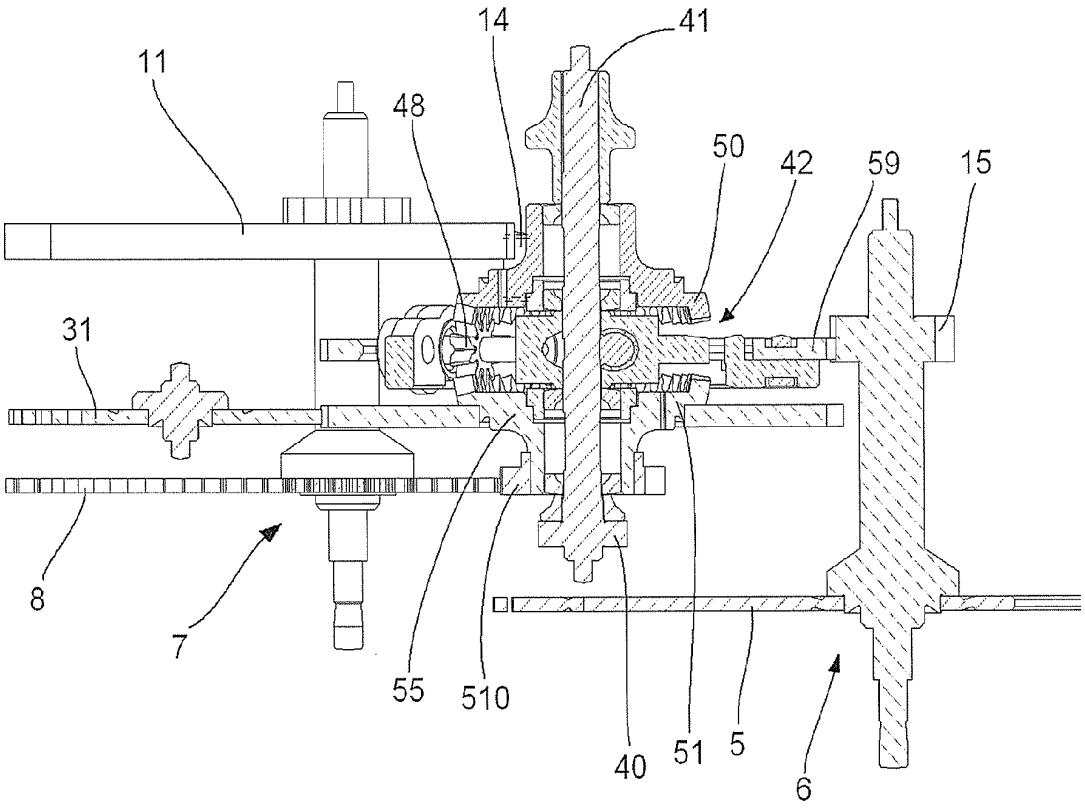



Fig. 5

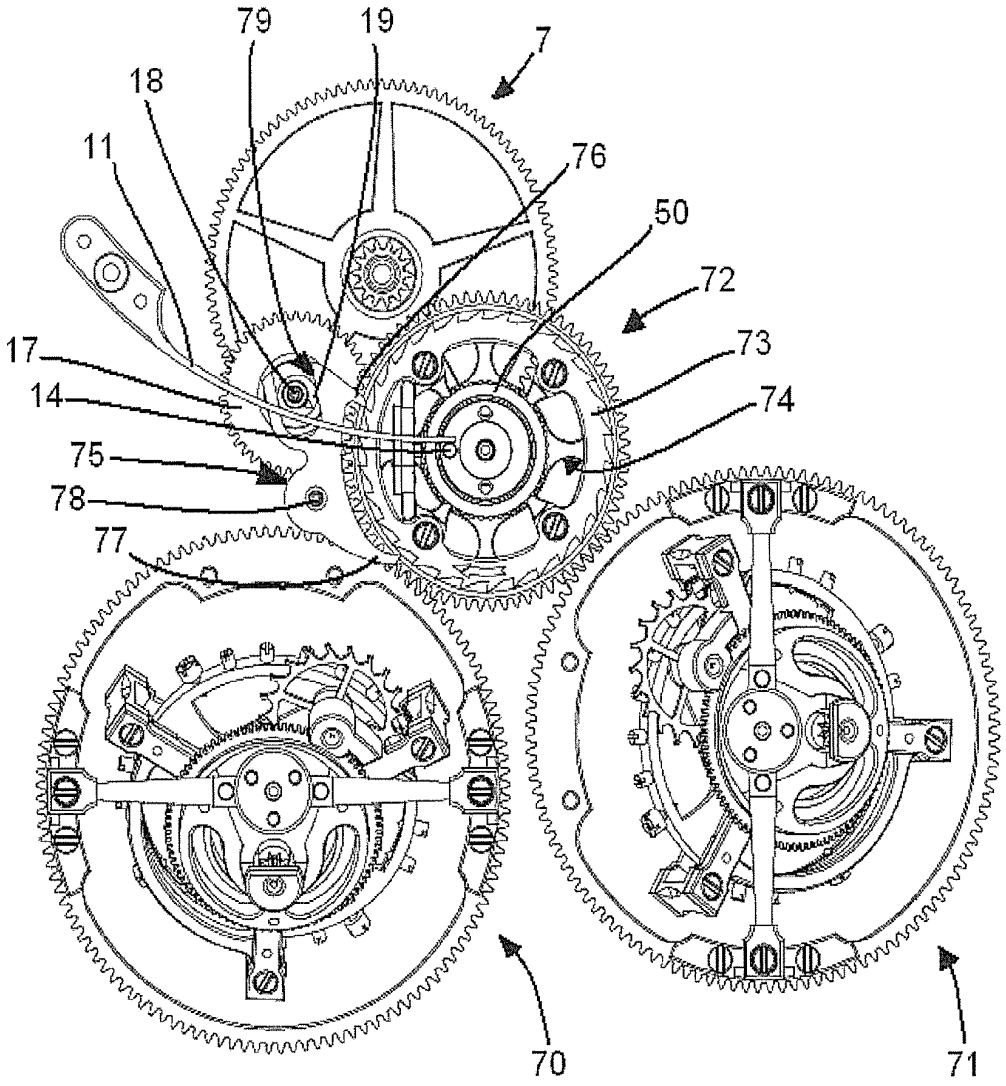



Fig. 6

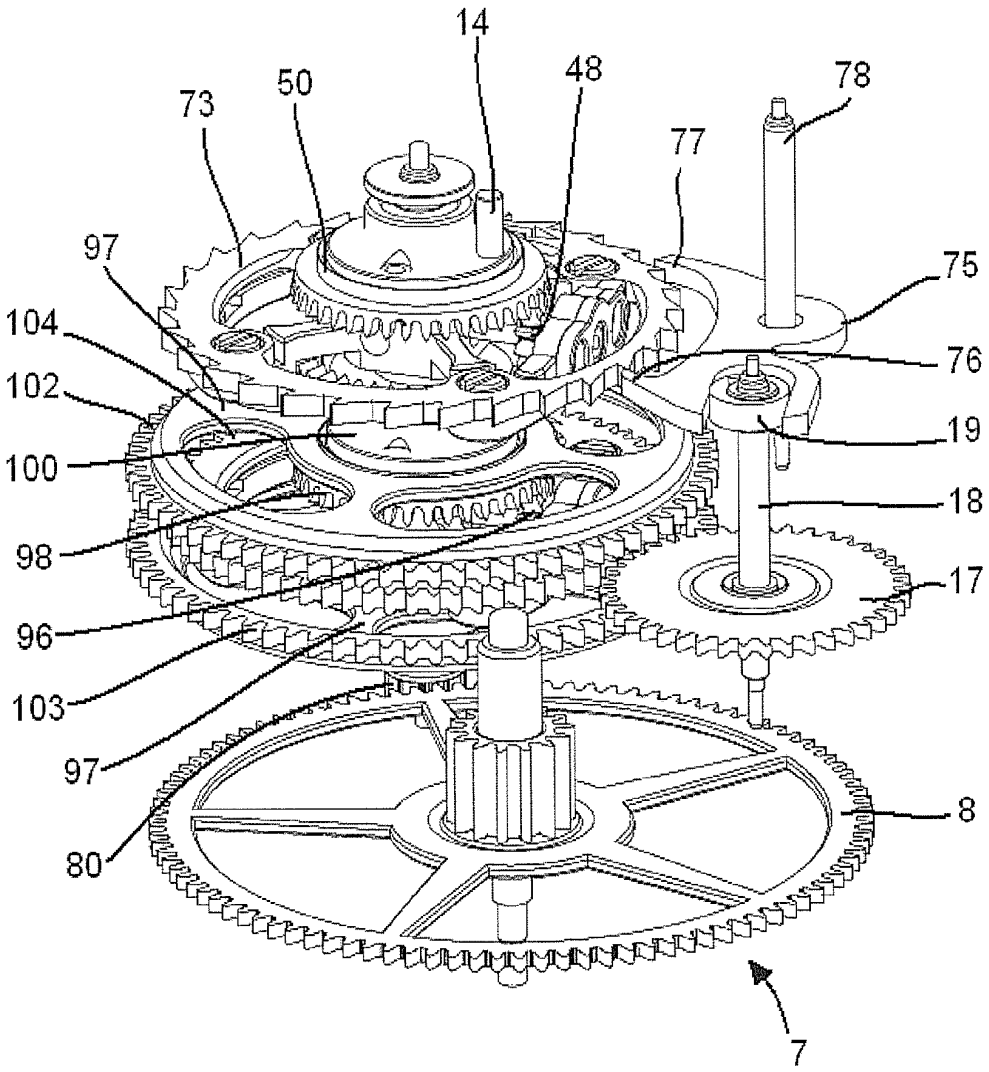



Fig. 7

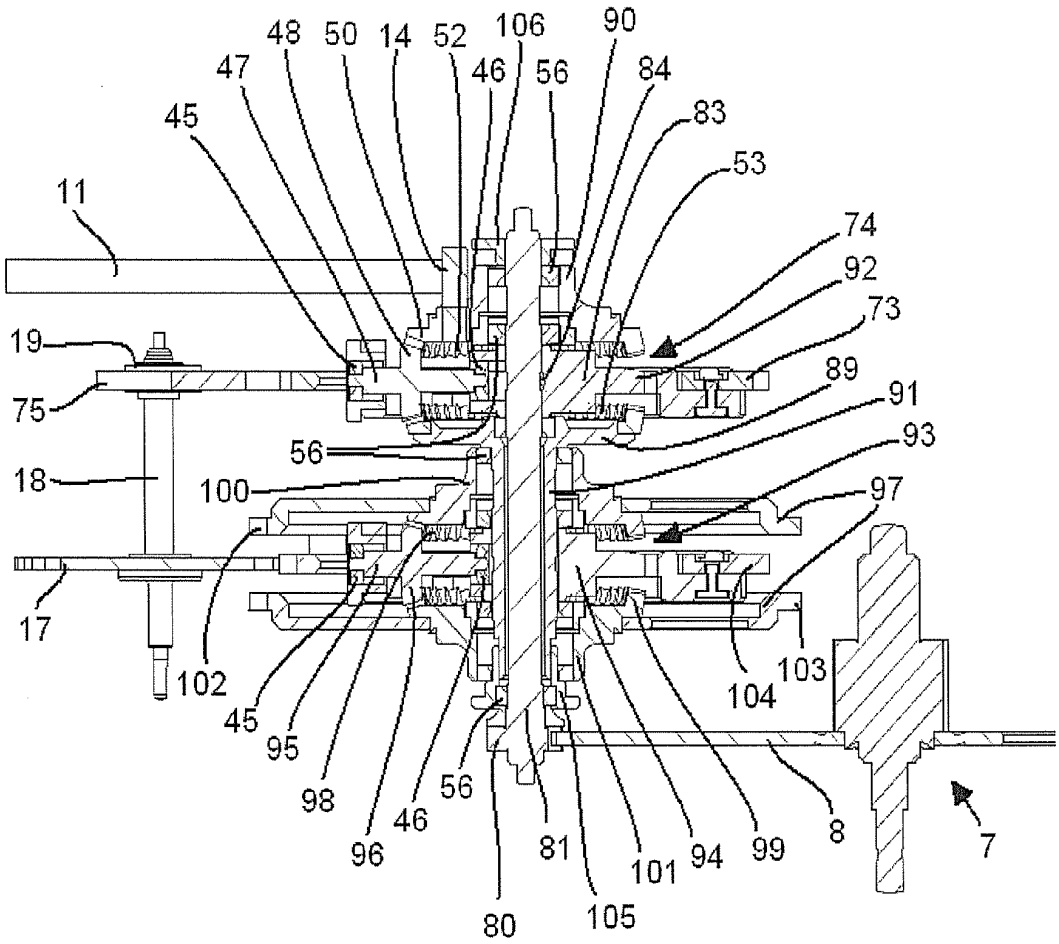

48
50
14
52
106
90
47
46
56
84
45
83
53
11
74
92
73
19
89
91
75
56
93
18
100
97
17
102
45
95
98
46
96
56
80
81
105
101
94
99
8
7
104
103

Fig. 8