



(11) **EP 3 508 925 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
10.07.2019 Bulletin 2019/28

(51) Int Cl.:
G04B 21/12 (2006.01) G04B 11/00 (2006.01)
G04B 11/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **18150369.9**

(22) Date de dépôt: **04.01.2018**

(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
Etats de validation désignés:
MA MD TN

(71) Demandeur: **Montres Breguet S.A.**
1344 L'Abbaye (CH)

(72) Inventeur: **BIFRARE, Christophe**
1342 Le Pont (CH)

(74) Mandataire: **ICB SA**
Faubourg de l'Hôpital, 3
2001 Neuchâtel (CH)

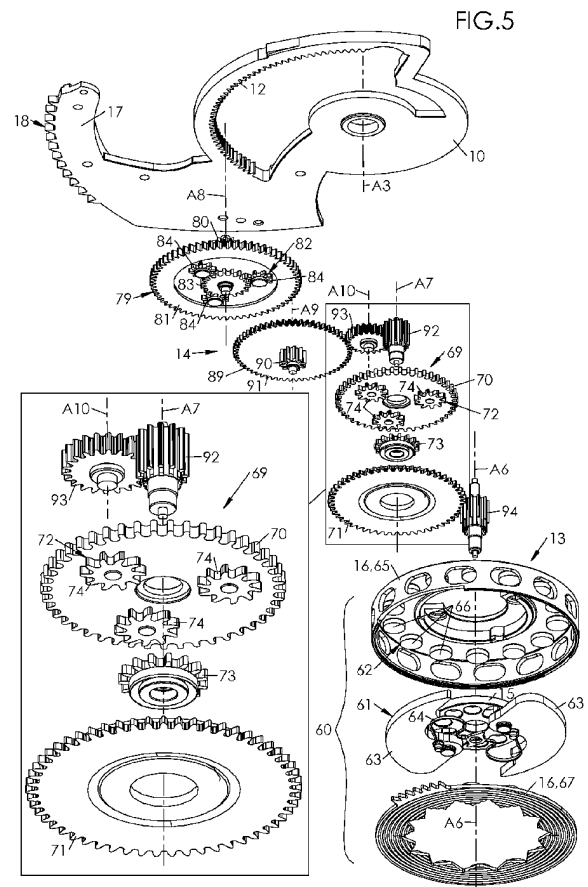
(54) **REPETITION A MOBILE DE TRANSMISSION DEBRAYABLE**

(57) Répétition comprenant :

- une pièce (10) des heures montée en rotation entre une position de repos et une position de lecture;
- un dispositif (13) de régulation de la vitesse angulaire de la pièce (10) des heures, qui comprend un rotor (15) et un système (60) de freinage du rotor; et
- un rouage (14) de transmission entre la pièce des heures et le rotor (15), ce rouage comprenant un mobile (69) primaire débrayable pouvant adopter deux configurations :

a) une configuration embrayée dans laquelle le mobile primaire accouple la pièce (10) des heures au rotor (15) tant que la pièce des heures se déplace de sa position de lecture à sa position de repos;

b) une configuration débrayée dans laquelle le mobile primaire désaccouple le rotor (15) de la pièce (10) des heures dès lors que celle-ci s'arrête en position de repos.



Description

Domaine technique

[0001] L'invention a trait au domaine de l'horlogerie. Elle concerne, plus précisément, un mécanisme de répétition pour une pièce d'horlogerie à sonnerie, l'expression « pièce d'horlogerie » désignant de préférence une montre (à bracelet ou à gousset), mais pouvant également désigner une pendule ou encore une horloge.

Arrière-plan technologique

[0002] Le mécanisme à répétition (couramment simplement dénommé répétition) a pour fonction, sur commande de l'utilisateur (ou porteur) exerçant à tout instant une pression sur un poussoir (ou une targette), de sonner l'heure indiquée à cet instant par les aiguilles de la pièce d'horlogerie.

[0003] La répétition est une complication horlogère d'un raffinement extrême, dont la maîtrise honore l'horloger qui en est à l'origine. Jadis destinée à permettre la connaissance de l'heure dans l'obscurité, la répétition équipe aujourd'hui les montres de grande, voire très grande valeur.

[0004] Une répétition comprend classiquement :

- un limaçon des heures;
- une pièce des heures pourvue d'un secteur denté et portant un palpeur des heures, la pièce des heures étant montée en rotation entre une position de repos fixe, dans laquelle le palpeur des heures est écarté angulairement du limaçon des heures, et une position de lecture dans laquelle le palpeur des heures vient au contact du limaçon des heures.

[0005] En l'absence d'action du porteur, la pièce des heures est dans sa position de repos.

[0006] Le déplacement du poussoir (ou de la targette) provoque une rotation forcée (généralement par le biais d'un ressort de rappel appelé ressort des heures) de la pièce des heures, initialement bloquée en position de repos, vers sa position de lecture.

[0007] Le relâchement du poussoir (ou de la targette) est accompagné du retour de la pièce des heures (généralement rappelée par un ressort de barillet, qui génère un couple de rappel supérieur au couple résistant opposé par le ressort des heures) vers sa position de repos.

[0008] Chemin faisant, la pièce des heures engrène (directement ou indirectement) un marteau frappant un timbre un nombre de fois égal au nombre d'heures lues sur le limaçon et proportionnel à la course angulaire parcourue par la pièce des heures entre ses deux positions (lecture, repos).

[0009] La fréquence de frappe du marteau est proportionnelle à la vitesse de rotation de la pièce des heures. Par conséquent, si la pièce des heures est laissée libre, elle subit, lors de son retour à sa position de repos, une

accélération qui augmente la fréquence de frappe du marteau. Ce phénomène, appelé emballement, rend inaudible la sonnerie lorsqu'augmente le nombre d'heures à faire tinter.

[0010] On comprend donc que, pour faire tinter les heures à fréquence fixe, il convient de freiner la pièce des heures pour en réguler la vitesse angulaire et ainsi éviter son emballement.

[0011] Ce problème, connu de longue date, a été d'abord résolu au moyen d'un régulateur à échappement, décrit notamment par C.-A. Reymondin et al dans Théorie d'Horlogerie, Fédération des Ecoles Techniques, 2015, p.222 et par F. Lecoultré dans Les Montres Complexifiées, éd. Simonin, cinquième édition, 2013, p.74 et Fig.22, Planche 19.

[0012] Mais, comme l'indique Lecoultré, le régulateur à échappement a pour inconvénient d'être bruyant, ce que Charles-Ami Barbezat-Baillet résolut en 1889 en le remplaçant par un régulateur à force centrifuge comprenant une paire de leviers mobiles rappelés par des ressorts. Ce régulateur - qui est somme toute un volant d'inertie - est décrit sommairement par Lecoultré (op.cit., p.74 et Fig.23 Planche 19), et en détail par Barbezat-Baillet lui-même dans son brevet CH 334.

[0013] La manufacture Breguet devait ensuite perfectionner ce régulateur en lui associant un frein magnétique, ce qui permettait de le miniaturiser (brevet européen EP 2487547).

[0014] Cependant le régulateur, qu'il soit à échappement, à force centrifuge ou magnétique, ne peut correctement remplir sa fonction qu'à condition de tourner à très grande vitesse (de l'ordre de 1000 à 2000 tr/min). Cette vitesse est atteinte au moyen d'un rouage de transmission, qui engrène d'une part la pièce des heures et d'autre part le régulateur. Il en résulte un problème technique car, parvenue à sa position de repos, la pièce des heures s'arrête net. Elle stoppe alors le régulateur, via le rouage de transmission. On peut aisément comprendre que le régulateur subit alors une forte décélération. Répétées, les décélération induisent dans les composants du régulateur une fatigue mécanique préjudiciable à leur tenue à long terme. On peut par ailleurs noter que l'arrêt brusque du régulateur produit, inversement, un contre-coup qui se transmet à la pièce des heures via le rouage de transmission qui l'amplifie. Ce contre-coup (également appelé coup de bélier) se traduit, sur la pièce des heures, par des chocs sur son secteur denté. Répétés, ces chocs induisent dans le secteur denté une fatigue mécanique préjudiciable à son fonctionnement à long terme.

[0015] Un premier objectif de l'invention est, dans une répétition, de minimiser la fatigue mécanique de ses composants mobiles.

[0016] Un deuxième objectif est, plus précisément, d'éviter les décélération brusques du régulateur et les coups de bélier générés dans la pièce des heures par son arrêt brusque en fin de course.

Résumé de l'invention

[0017] Il est proposé, en premier lieu, un mécanisme de répétition pour une pièce d'horlogerie à sonnerie, qui comprend :

- un limaçon des heures;
- une pièce des heures pourvue d'un secteur denté et portant un palpeur des heures, la pièce des heures étant montée en rotation entre une position de repos fixe, dans laquelle le palpeur des heures est écarté angulairement du limaçon des heures, et une position de lecture dans laquelle le palpeur des heures vient au contact du limaçon des heures;
- un dispositif de régulation de la vitesse angulaire de la pièce des heures, qui comprend un rotor et un système de freinage du rotor;
- un rouage de transmission intercalé entre la pièce des heures et le rotor, et qui comprend un mobile primaire débrayable pouvant adopter deux configurations :
 - une configuration embrayée dans laquelle le mobile primaire accouple la pièce des heures et le rotor tant que la pièce des heures se déplace de sa position de lecture à sa position de repos; et
 - une configuration débrayée dans laquelle le mobile primaire désaccouple le rotor et la pièce des heures dès lors que celle-ci s'arrête en position de repos.

[0018] Ainsi, lorsque la pièce des heures se déplace de sa position de lecture à sa position de repos, elle entraîne, via le rouage de transmission dont le mobile primaire est en configuration embrayée, le rotor qui en régule la vitesse angulaire et permet le tintement de l'heure courante à fréquence fixe. En revanche, dès lors que la pièce des heures s'arrête en position de repos, le mobile primaire, en configuration débrayée, permet au rotor de poursuivre sa rotation en roue libre, ce qui élimine les chocs dus à l'arrêt de la pièce des heures.

[0019] Selon un mode particulier de réalisation, le mobile primaire comprend :

- une roue d'entrée primaire, montée en rotation autour d'un axe primaire et reliée à la pièce des heures;
- une roue de sortie primaire mobile en rotation par rapport à la roue primaire d'entrée et reliée au rotor; et
- un train épicycloïdal primaire, unidirectionnel, interposé entre la roue d'entrée primaire et la roue de sortie primaire.

[0020] Le train épicycloïdal primaire comprend par ex. une roue planétaire primaire solidaire en rotation de la roue de sortie primaire, et un ou plusieurs pignons satel-

lites primaires montés sur la roue d'entrée primaire et engrenant la roue planétaire primaire.

[0021] La roue planétaire primaire est avantageusement à denture symétrique, tandis que le (ou chaque) pignon satellite primaire est à denture asymétrique. Les pignons satellites primaires sont par ex. au nombre de trois.

[0022] Le rouage de transmission peut en outre comprendre un mobile secondaire intercalé entre le mobile primaire et la pièce des heures, ce mobile secondaire comprenant un pignon d'entrée secondaire monté en rotation autour d'un axe secondaire et qui engrène le secteur denté de la pièce des heures, et une roue de sortie secondaire reliée au mobile primaire.

[0023] Le mobile secondaire est de préférence débrayable. Dans ce cas, la roue de sortie secondaire est par ex. mobile en rotation par rapport au pignon d'entrée secondaire, et le mobile secondaire comprend un train épicycloïdal secondaire, unidirectionnel, interposé entre le pignon d'entrée secondaire et la roue de sortie secondaire.

[0024] Le train épicycloïdal secondaire comprend par ex. une roue planétaire secondaire solidaire en rotation du pignon d'entrée secondaire, et un ou plusieurs pignons satellites secondaires montés en rotation sur la roue de sortie secondaire et engrenant la roue planétaire secondaire.

[0025] La roue planétaire secondaire est avantageusement à denture symétrique, tandis que le (ou chaque) pignon satellite secondaire est à denture asymétrique. Les pignons satellites secondaires sont par ex. au nombre de trois.

[0026] Selon un mode de réalisation, le rouage de transmission comprend en outre un mobile moyen intercalé entre le mobile primaire et le mobile secondaire. Le mobile moyen comprend par ex. un pignon moyen monté en rotation autour d'un axe moyen, et une roue moyenne solidaire en rotation du pignon moyen et engrenant le mobile primaire.

[0027] Le mobile primaire comprend avantageusement un pignon primaire, solidaire de la roue d'entrée primaire et engrené par la roue moyenne.

[0028] Il est proposé, en deuxième lieu, une pièce d'horlogerie, telle qu'une montre, équipée d'un mécanisme de répétition tel que présenté ci-dessus.

Brève description des figures

[0029] D'autres objets et avantages de l'invention apparaîtront à la lumière de la description d'un mode de réalisation, faite ci-après en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la FIG.1 est une vue en perspective montrant partiellement une montre équipée d'un mécanisme de répétition;
- la FIG.2 est une vue en perspective du mécanisme de répétition seul, à plus grande échelle;

- la FIG.3 est une vue en perspective du mécanisme de répétition, partiellement dénudé pour plus de clarté sur son fonctionnement;
- la FIG.4 est une vue en perspective du mécanisme de la FIG.3, selon un autre angle de vue;
- la FIG.5 est une vue en perspective éclatée montrant la pièce des heures, le dispositif de régulation et le rouage de transmission, avec, dans le médaillon de détail en bas à gauche, un gros plan sur le mobile primaire débrayable;
- la FIG.6 est une vue en perspective éclatée montrant les composants de la FIG.5 selon un autre angle de vue;
- la FIG.7 est une vue en plan de dessous montrant la pièce des heures, le rouage de transmission et le rotor en position de repos de la pièce des heures, avant son actionnement;
- la FIG.8 est une vue en plan de dessus des composants de la FIG.7;
- la FIG.9 et la FIG.10 sont des vues similaires respectivement à la FIG.7 et à la FIG.8, illustrant l'actionnement de la pièce des heures, qui se déplace vers sa position de lecture;
- la FIG.11 et la FIG.12 sont des vues similaires respectivement à la FIG.9 et à la FIG.10, illustrant le mouvement inverse de la pièce des heures, et son retour en direction de sa position de repos;
- la FIG.13 et la FIG.14 sont des vues similaires respectivement à la FIG.11 et à la FIG.12, illustrant l'arrêt brusque de la pièce des heures revenue à sa position de repos.

Description détaillée de l'invention

[0030] Sur la FIG.1 est partiellement représentée une pièce d'horlogerie, en l'espèce une montre 1. La montre 1 comprend une carrure 2 qui définit un volume 3 interne. Dans l'exemple illustré, la montre est conçue pour le port au poignet, et sa carrure comprend à cet effet des cornes 4 en saillie, sur lesquelles est destiné à venir se fixer un bracelet (non représenté).

[0031] La montre 1 comprend un mouvement d'horlogerie conçu pour indiquer au moins les heures et les minutes. Le mouvement comprend une platine destinée à venir se loger dans le volume 3 interne défini par la carrure 2, en y étant fixé.

[0032] Le mouvement comprend par ailleurs divers composants fonctionnel regroupés par sous-ensembles. Lorsqu'un sous-ensemble a une autre fonction que d'afficher les heures, les minutes et, le cas échéant, les secondes, il est appelé « complication ».

[0033] Ainsi, la pièce d'horlogerie (c'est-à-dire la montre 1) illustrée est à sonnerie, et comprend, aux fins de sonner l'heure courante, un mécanisme de répétition, également appelé « complication à répétition » ou, plus simplement (et comme employé ci-après), « répétition ».

[0034] La répétition 5 comprend, en premier lieu, au

moins un limaçon 6 des heures. Ce limaçon 6 est monté en rotation sur un axe A1. Il présente une forme générale spiralée et comprend sur sa périphérie une succession de douze secteurs angulaires de distances décroissantes à l'axe A1. Le limaçon 6 des heures est solidaire en rotation d'une étoile 7 des heures qui comprend douze dents pointues.

[0035] Dans l'exemple illustré, la répétition 5 comprend également un limaçon 8 des quarts, monté en rotation autour d'un axe A2. Le limaçon 8 des quarts comprend quatre secteurs angulaires de distances décroissantes à l'axe A2, séparés par des faces de jonction lisses.

[0036] La répétition 5 comprend en outre un limaçon 9 des minutes, solidaire en rotation du limaçon 8 des quarts et qui comprend quatre branches crantées sur leur pourtour, séparés par des faces de jonction lisses qui s'étendent dans le prolongement des faces de jonction du limaçon 8 des quarts.

[0037] Le limaçon 8 des quarts porte au voisinage de sa périphérie un doigt qui, à chaque tour, vient engrener une dent de l'étoile 7 des heures pour faire tourner celle-ci d'un douzième de tour représentant une avancée d'une heure.

[0038] La répétition 5 comprend, en deuxième lieu, une pièce 10 des heures, montée en rotation autour d'un axe A3 et portant un palpeur 11 des heures.

[0039] La pièce 10 des heures est montée en rotation autour de son axe A3 entre une position de repos, dans laquelle le palpeur 11 des heures est écarté angulairement du limaçon 6 des heures, et une position de lecture dans laquelle le palpeur 11 des heures vient au contact du limaçon 6 des heures.

[0040] Comme illustré sur la FIG.3, la pièce des heures 10 comprend un secteur 12 denté couplé à un dispositif 13 de régulation (ou régulateur) via un rouage 14 de transmission. Dans l'exemple illustré, le régulateur 13 comprend un rotor 15 monté en rotation dans un stator 16. Le régulateur 13 sera décrit plus en détail ci-après.

[0041] La pièce 10 des heures comprend un bras 17 extérieur pourvu d'un râteau 18 des heures constitué de douze dents en saillie. Lors du retour de la pièce des heures de sa position de lecture à sa position de repos, le râteau 18 des heures actionne un marteau des heures (non représenté) qui vient frapper un timbre des heures diapasonné à une fréquence acoustique prédéterminée, éventuellement amplifiée par une pièce structurelle de la montre 1 (par ex. la carrure 2). Le marteau des heures frappe le timbre des heures un nombre de fois (compris entre un et douze) égal au nombre de dents du râteau 18 qui l'ont actionné lors du retour de la pièce 10 des heures de sa position de lecture à sa position de repos.

[0042] La répétition 5 comprend, en quatrième lieu, un ressort 19 des heures, qui rappelle la pièce 10 des heures vers sa position de repos. Dans l'exemple illustré, le ressort 19 des heures est un ressort spiral. Il est avantageusement fixé sur la pièce des heures par une extrémité 20 interne, et sur un axe solidaire de la platine par une

extrémité 21 externe.

[0043] La répétition 5 comprend, dans l'exemple illustré sur la FIG.2, une pièce 22 des quarts portant un palpeur 23 des quarts et montée en rotation autour de l'axe A3 entre une position de repos, dans laquelle le palpeur des quarts est écarté angulairement du limaçon 8 des quarts, et une position de lecture dans laquelle le palpeur des quarts vient au contact du limaçon 8 des quarts.

[0044] La répétition comprend en outre, dans l'exemple illustré sur la FIG.2, une pièce 24 des minutes portant un palpeur 25 des minutes et montée en rotation autour de l'axe A3 entre une position de repos, dans laquelle le palpeur 25 des minutes est écarté angulairement du limaçon 9 des minutes, et une position de lecture dans laquelle le palpeur des minutes vient au contact du limaçon des minutes.

[0045] La répétition 5 comprend également un ressort 26 des quarts qui rappelle la pièce 22 des quarts vers sa position de repos, et un ressort 27 des minutes qui rappelle la pièce 24 des minutes vers sa position de repos.

[0046] La pièce 24 des minutes est pourvue, sur un bras 28 extérieur, d'un râteau 29 des minutes constitué de quatorze dents en saillie. Lors du retour de la pièce 24 des minutes de sa position de lecture à sa position de repos, le râteau des minutes actionne un marteau des minutes (non représenté) qui vient frapper un timbre des minutes diapasonné à une fréquence prédéterminée différente (par ex. inférieure) à la fréquence acoustique du timbre des heures. Le marteau des minutes frappe le timbre des minutes un nombre de fois (compris entre zéro et quatorze) égal au nombre de dents du râteau des minutes qui l'ont actionné lors du retour de la pièce des minutes de sa position de lecture à sa position de repos.

[0047] La pièce 22 des quarts est pourvue, sur un bras 30 extérieur, d'un râteau 31 des quarts constitué de trois séries de dents en saillie. Lors du retour de la pièce des quarts de sa position de lecture à sa position de repos, le râteau des quarts actionne presque simultanément le marteau des heures et le marteau des minutes pour générer une séquence rapprochée de deux notes. Le marteau des heures et le marteau des minutes frappent leurs timbres respectifs un nombre de fois (compris entre zéro et trois) égal au nombre de séries de dents du râteau des quarts qui les ont actionnés lors du retour de la pièce 22 des quarts de sa position de lecture à sa position de repos.

[0048] Comme on le voit sur la FIG.2, la pièce 10 des heures, la pièce 22 des quarts et la pièce 24 des minutes, montées en rotation sur le même axe A3, sont décalées angulairement l'une par rapport à l'autre, de manière telle que, lors de leur rotation solidaire autour de l'axe A3, les lectures interviennent successivement dans l'ordre suivant : minutes ; quarts ; heures. La sonnerie est cependant effectuée dans l'ordre inverse : heures ; quarts ; minutes.

[0049] La répétition 5 comprend, en cinquième lieu, un barillet 32 de sonnerie. Ce barillet de sonnerie est monté en rotation autour d'un axe A4 de barillet. Le barillet de

sonnerie est un sous-ensemble qui comprend plusieurs composants, parmi lesquels :

- un arbre 33 de barillet;
- un tambour 34 de barillet;
- un ressort 35 de barillet dont une extrémité 36 interne est solidaire de l'arbre 33 de barillet et une extrémité 37 externe est solidaire du tambour 34 de barillet; et
- une poulie 38.

[0050] L'arbre 33 de barillet, le tambour 34 de barillet et la poulie 38 sont tous trois montés en rotation autour de l'axe A4 de barillet. Selon un mode préféré de réalisation, la poulie définit un chemin 39 de came périphérique.

[0051] La répétition 5 comprend, en sixième lieu, une chaîne 40 apte à s'enrouler partiellement sur la poulie 38. Plus précisément, la chaîne 40 est apte à s'enrouler partiellement sur le chemin 29 de came. Cette chaîne est accrochée, par une extrémité 41 proximale, sur la poulie 38 et, par une extrémité 42 distale, sur la pièce 10 des heures.

[0052] La chaîne 40 comprend une pluralité de maillons 43 articulés les uns par rapport aux autres. Le maillon situé à l'extrémité 41 proximale de la chaîne 40 est fixé sur une goupille 44 solidaire de la poulie 38. Le maillon situé à l'extrémité 42 distale de la chaîne 40 est quant à lui fixé sur une goupille (non visible) solidaire du bras 17 extérieur de la pièce 10 des heures.

[0053] Selon un mode de réalisation illustré sur les FIG.2 et FIG.3, la répétition 5 comprend un palier 45 de renvoi sur lequel circule la chaîne 40, entre le barillet 32 de sonnerie et la pièce 10 des heures. Ce palier 45 de renvoi se présente avantageusement sous forme d'un roulement (par ex. à billes).

[0054] Comme illustré sur les FIG.2 et FIG.3, le tambour 34 de barillet porte, sur sa périphérie, une couronne 46 dentée à denture asymétrique, et la répétition 5 comprend un cliquet 47 de blocage en prise avec cette couronne 46 dentée, pour bloquer la rotation du tambour de barillet dans le sens de déroulement de la chaîne 40.

[0055] Ainsi que représenté sur la FIG.4, la répétition 5 comprend, en septième lieu :

- une crémaillère 48 montée en rotation autour d'un axe A5 de crémaillère fixe, et pourvue d'un secteur 49 denté ; et
- un rouage 50 de sonnerie en relation d'engrenage d'une part avec la crémaillère 48 et d'autre part avec l'arbre 33 de barillet.

[0056] La crémaillère 48 présente une forme de crochet. Cette crémaillère est pourvue d'un alésage 51 par lequel elle est montée sur son axe A5. De part et d'autre de cet alésage, la crémaillère comprend un levier 52 portant à son extrémité un bouton 53 (qui, dans l'exemple illustré, est rapporté et chassé dans un trou formé dans l'extrémité du levier), et un bras 54 coudé dans lequel

est formé le secteur 49 denté. La crémaillère est montée en rotation autour de son axe A5 entre une position de repos (FIG.4) et une position d'armement complet.

[0057] Selon un mode de réalisation illustré sur la FIG.4, le rouage 50 de sonnerie comprend un pignon 55 d'entrée engrenant la crémaillère 48, et un pignon 56 de sortie solidaire en rotation de l'arbre 33 de barillet.

[0058] Dans l'exemple illustré, le rouage 50 de sonnerie comprend en outre un pignon 57 multiplicateur (partiellement arraché sur la FIG.4) solidaire en rotation du pignon 55 d'entrée et engrenant le pignon 56 de sortie.

[0059] Comme on le voit également sur la FIG.4, la crémaillère 48 est avantageusement pourvue, à l'extrémité libre du secteur 49 denté, d'une butée 58 d'arrêt, qui se présente ici sous forme d'une pièce rapportée chassée, et qui, en position d'armement complet de la crémaillère, vient se caler contre le pignon 55 d'entrée qui forme ainsi une butée de fin de course pour celle-ci.

[0060] Comme illustré sur la FIG.1, la montre 1 est équipée d'un poussoir 59. Ce poussoir 59 est monté en translation par rapport à la carrure 2 entre une position désarmée, dans laquelle le poussoir n'exerce pas de couple moteur sur la crémaillère 48, et une position d'armement dans laquelle le poussoir exerce sur la crémaillère une poussée (indiquée par la flèche blanche en bas à gauche sur la FIG.4) générant un couple moteur qui entraîne en rotation l'arbre 33 de barillet via le rouage 50 de sonnerie.

[0061] L'actionnement de la répétition 5 s'effectue par pression du doigt sur le poussoir 59. Le poussoir repousse le bouton 53, qui via le levier 52 fait pivoter la crémaillère 48 autour de son axe A5. La crémaillère entraîne en rotation, par l'engrènement de son secteur 49 denté, le pignon 55 d'entrée, rotation que le pignon 57 multiplicateur, solidaire de ce dernier, transmet au pignon 56 de sortie, lequel entraîne dans sa rotation l'arbre 33 de barillet (dans le sens de la flèche X2 sur la FIG.3) et la poulie 38 qui lui est solidaire. La rotation forcée de la crémaillère 48 et des pièces qu'elle entraîne se fait à l'encontre du couple de rappel imposé par le ressort 35 de barillet, dont l'extrémité 36 interne tourne avec l'arbre 33 de barillet tandis que l'extrémité 37 externe demeure fixe avec le tambour 34 de barillet bloqué par le cliquet 47 en prise avec la couronne 46 dentée. On comprend par conséquent que la rotation de la crémaillère 48 a pour effet d'armer le ressort de barillet.

[0062] La chaîne 40, tractée (dans le sens de la flèche Y2 sur la FIG.3) du côté de son extrémité 42 distale par la pièce 10 des heures, elle-même rappelée en rotation (dans le sens de la flèche Z2 sur la FIG.3) vers sa position de lecture par le ressort 19 des heures, se déroule de la poulie 38.

[0063] Parvenue à la position de lecture, dans laquelle le palpeur 11 des heures vient au contact du limaçon 6 des heures, la pièce 10 des heures est stoppée, cependant que, le cas échéant, la pièce 22 des quarts et la pièce 24 des minutes peuvent continuer leur rotation, respectivement rappelées vers leurs positions de lecture

par le ressort 26 des quarts et le ressort 27 des minutes, jusqu'à ce que le palpeur 23 des quarts et le palpeur 25 des minutes parviennent au contact, respectivement, du limaçon 8 des quarts et du limaçon 9 des minutes.

[0064] Le relâchement du poussoir 59 libère le ressort 35 de barillet, dont l'extrémité 37 externe demeure fixe avec le tambour 34 de barillet et dont l'extrémité 36 interne entraîne en rotation l'arbre 33 de barillet (dans le sens indiqué par la flèche X1 sur la FIG.1) et avec lui la poulie 38 (dans le même sens de rotation). Comme le couple de rappel imposé à la poulie par le ressort de barillet est supérieur (voire très supérieur) au couple résistant opposé à la pièce 10 des heures par le ressort 19 des heures, la poulie 38 tracte (dans le sens indiqué sur la FIG.3 par la flèche Y1) la chaîne 40 qui s'y enroule en entraînant avec elle la pièce des heures en rotation autour de son axe A3, dans le sens indiqué sur la FIG.3 par la flèche Z1, jusqu'à ce que la pièce des heures atteigne sa position de repos, à laquelle elle parvient en venant buter contre le palier 45 de renvoi, ce qui bloque la répétition 5.

[0065] Pendant la course accompagnant le relâchement du poussoir 59, la pièce 10 des heures, la pièce 22 des quarts et la pièce 24 des minutes ont, ensemble (et de la manière expliquée plus haut) sonné l'heure affichée.

[0066] C'est pour que la sonnerie soit réalisée à une fréquence fixe prédéterminée que la répétition 5 est pourvue du dispositif 13 de régulation de la vitesse angulaire de la pièce 10 des heures, ci-après plus simplement dénommé « régulateur ».

[0067] Le régulateur 13 comprend, comme nous l'avons vu, un rotor 15, ici sous forme d'un disque ajouré, monté en rotation autour d'un axe A6, et un système 60 de freinage du rotor 15.

[0068] Selon un mode de réalisation illustré sur les FIG.5 et FIG.6, le système 60 de freinage est combiné. Plus précisément, le système 60 de freinage est du type magnéto-inertiel, c'est-à-dire qu'il comprend un sous-système 61 inertiel et un sous-système 62 magnétique.

[0069] Dans ce mode de réalisation, le sous-système 61 inertiel comprend une paire de masselottes 63 montées articulées sur le rotor 15 entre une configuration contractée (adoptée lorsque la vitesse angulaire du rotor 15 est nulle, FIG.7 à FIG.10), dans laquelle les masselottes sont voisines l'une de l'autre et opposent à la rotation du rotor 15 une inertie relativement faible, et une configuration déployée (adoptée lorsque la vitesse angulaire du rotor 15 est non nulle) dans laquelle, sous l'effet de la force centrifuge, les masselottes 63 sont écartées l'une de l'autre et opposent à la rotation du rotor 15 une inertie plus élevée et contribuent ainsi à le freiner (FIG.11 à FIG.14). Un (ou plusieurs) ressort(s) 64 accroché(s) aux masselottes les rappelle(nt) vers leur position contractée.

[0070] Le sous-système 62 magnétique comprend le stator 16, qui génère un champ magnétique stationnaire alterné dans lequel sont plongés le rotor 15 et les mas-

selottes 63.

[0071] Plus précisément, le stator 16 est pourvu d'une cage 65 portant, sur sa périphérie, une première série d'aimants 66 permanents à polarités alternées, et, fixé sur la cage 65, un flasque 67 portant, sur sa périphérie, une deuxième série d'aimants 68 permanents à polarités alternées disposés en regard des aimants de la première série, de sorte à former des lignes de champ magnétique qui s'étendent en boucle de chaque paire d'aimants 66, 68 en regard à chaque paire voisine.

[0072] Les masselottes 63 sont réalisées dans un matériau ferromagnétique. Lorsque les masselottes sont entraînées en rotation dans le champ magnétique stationnaire alterné, celui-ci génère dans les masselottes des courants de Foucault qui induisent une force contre-électromotrice de Laplace qui freine leur rotation (et donc celle du rotor 15).

[0073] Le rotor 15 est entraîné en rotation par la pièce 10 des heures pendant une partie de sa course depuis sa position de lecture vers sa position de repos.

[0074] Pour assurer cet entraînement, la répétition 5 est en outre pourvue d'un rouage 14 de transmission, intercalé entre la pièce 10 des heures et le rotor 15. Le rouage 14 assure une transmission avec démultiplication dont le rapport sera évoqué ci-après.

[0075] Le rouage de transmission comprend un mobile 69 primaire débrayable pouvant adopter deux configurations :

- a) une configuration embrayée dans laquelle le mobile 69 primaire accouple la pièce 10 des heures et le rotor 15 tant que la pièce 10 des heures se déplace de sa position de lecture à sa position de repos;
- b) une configuration débrayée dans laquelle le mobile 69 primaire désaccouple le rotor 15 et la pièce 10 des heures dès lors que celle-ci s'arrête en position de repos.

[0076] Selon un mode de réalisation illustré sur les figures, et plus particulièrement sur la FIG.5, le mobile 69 primaire comprend :

- une roue 70 d'entrée primaire, montée en rotation autour d'un axe A7 primaire et reliée à la pièce 10 des heures;
- une roue 71 de sortie primaire mobile en rotation par rapport à la roue 70 d'entrée primaire et reliée au rotor 15; et
- un train 72 épicycloïdal primaire, unidirectionnel, interposé entre la roue 70 d'entrée primaire et la roue 71 de sortie primaire.

[0077] Dans l'exemple illustré, le train 72 épicycloïdal primaire comprend une roue 73 planétaire primaire, solidaire en rotation de la roue 71 de sortie primaire, et un (ou plusieurs : trois dans l'exemple illustré) pignon(s) 74 satellite(s) primaire(s) monté(s) sur la roue 70 d'entrée primaire et engrenant la roue 73 planétaire primaire.

[0078] Selon un mode préféré de réalisation, la roue 73 planétaire primaire est à denture 75 symétrique, et le (ou chaque) pignon 74 satellite primaire est à denture 76 asymétrique.

5 **[0079]** Plus précisément, et comme illustré dans les cercles de détail en haut sur les FIG.8, FIG.10, FIG.12 et FIG.14, chaque dent de la denture 76 du pignon 74 satellite primaire présente un flanc 77 antérieur incurvé, et un flanc 78 postérieur droit.

10 **[0080]** Sur les FIG.8, FIG.10, FIG.12 et FIG.14, la roue 71 de sortie primaire est partiellement arrachée en son centre pour laisser voir le train 72 épicycloïdal primaire.

[0081] Lorsque la roue 70 d'entrée primaire est animée d'une rotation relative par rapport à la roue 71 de sortie primaire (solidaire en rotation de la roue 73 planétaire primaire) telle que la denture 76 de chaque pignon 74 satellite primaire attaque la denture 75 de la roue planétaire primaire du côté des flancs 78 postérieurs (médaillon de détail en haut sur la FIG.12), la denture 76 (et donc le pignon satellite primaire) se met en arc-boutement sur la denture de la roue planétaire primaire, ce qui solidarise en rotation la roue 70 d'entrée primaire et la roue 73 planétaire primaire (et donc la roue 71 de sortie primaire) : c'est la configuration embrayée du mobile 69 primaire.

25 **[0082]** A contrario, lorsque la roue 71 de sortie primaire (solidaire en rotation de la roue 73 planétaire primaire) est animée d'une rotation relative par rapport à la roue 70 d'entrée primaire telle que la denture 75 de la roue planétaire primaire attaque la denture 76 de chaque pignon 74 satellite primaire du côté du flanc 77 antérieur (médaillon de détail en haut sur la FIG.14), la denture 75 glisse sur les flancs 77 antérieurs de la denture 76 et la roue planétaire primaire entraîne le pignon satellite primaire en rotation autour de son axe propre, sans entraîner la roue d'entrée primaire : c'est la configuration débrayée du mobile 69 primaire.

[0083] Selon un mode de réalisation illustré sur les dessins, et plus particulièrement sur les FIG.5, FIG.8, FIG.10, FIG.12 et FIG.14, le rouage 14 de transmission comprend un mobile 79 secondaire intercalé entre le mobile 69 primaire et la pièce 10 des heures.

[0084] Le mobile 79 secondaire comprend un pignon 80 d'entrée secondaire, monté en rotation autour d'un axe A8 secondaire et qui engrène le secteur 12 denté de la pièce 10 des heures, ainsi qu'une roue 81 de sortie secondaire reliée au mobile 69 primaire. Selon un mode préféré de réalisation, le mobile 79 secondaire est débrayable.

50 **[0085]** A cet effet, dans l'exemple illustré, la roue 81 de sortie secondaire est mobile en rotation par rapport au pignon 80 d'entrée secondaire, et le mobile 79 secondaire comprend un train 82 épicycloïdal secondaire, unidirectionnel, interposé entre le pignon d'entrée secondaire et la roue de sortie secondaire.

[0086] Toujours dans l'exemple illustré, le train 82 épicycloïdal secondaire comprend une roue 83 planétaire secondaire, solidaire en rotation du pignon 80 d'entrée

secondaire, et un (ou plusieurs : trois dans l'exemple illustré) pignon(s) 84 satellite(s) secondaires montés en rotation sur la roue 81 de sortie secondaire et engrenant la roue planétaire secondaire.

[0087] Selon un mode préféré de réalisation, la roue 83 planétaire secondaire est à denture 85 symétrique, et le (ou chaque) pignon 84 satellite secondaire est à denture 86 asymétrique. Plus précisément, et comme illustré dans les cercles de détail en bas et à gauche sur les FIG.8, FIG.10, FIG.12 et FIG.14, chaque dent de la denture 86 du pignon satellite secondaire présente un flanc 87 antérieur incurvé, et un flanc 88 postérieur droit.

[0088] Lorsque le pignon 80 d'entrée secondaire est (avec la roue 83 planétaire secondaire qui lui est solidaire) animé d'une rotation relative par rapport à la roue 81 de sortie secondaire telle que la denture 85 de la roue planétaire secondaire attaque la denture 86 de chaque pignon 84 satellite secondaire du côté des flancs 88 postérieurs (médaillon de détail en bas sur la FIG.12), la denture 86 (et donc le pignon 84 satellite secondaire) se met en arc-boutement sur la denture 85 de la roue planétaire secondaire, ce qui solidarise en rotation celle-ci et la roue de sortie secondaire : le mobile 79 secondaire adopte alors une configuration embrayée.

[0089] A contrario, lorsque la roue 81 de sortie secondaire est animée d'une rotation relative par rapport au pignon 80 d'entrée secondaire, telle que la denture 86 de chaque pignon satellite secondaire attaque la denture 85 de la roue planétaire secondaire du côté des flancs 87 antérieurs (médaillon de détail à gauche sur la FIG.14), la denture de chaque pignon 84 satellite secondaire glisse sur les flancs antérieurs de la denture de la roue planétaire secondaire, le pignon satellite secondaire tournant alors en roue libre par rapport à la roue 83 planétaire secondaire. La roue 81 de sortie secondaire tourne alors sans entraîner la roue 83 planétaire secondaire (ni le pignon 80 d'entrée secondaire qui est solidaire de cette dernière) : le mobile 79 secondaire adopte alors une configuration débrayée.

[0090] Par ailleurs, selon un mode préféré de réalisation visible sur les dessins à partir de la FIG.4, le rouage 14 de transmission comprend également un mobile 89 moyen, intercalé entre le mobile 69 primaire et le mobile 79 secondaire.

[0091] Dans l'exemple illustré, le mobile 89 moyen comprend un pignon 90 moyen monté en rotation autour d'un axe A9 moyen, et une roue 91 moyenne solidaire en rotation du pignon 90 moyen et engrenant la roue 70 d'entrée primaire du mobile 69 primaire.

[0092] Toujours dans l'exemple illustré, la roue 91 moyenne n'engrène pas directement la roue 70 d'entrée primaire. En effet, le mobile 69 primaire comprend un pignon 92 primaire solidaire en rotation de la roue d'entrée primaire. C'est ce pignon 92 primaire qu'engrène la roue 91 moyenne, éventuellement (comme illustré) avec interposition d'un pignon 93 inverseur monté en rotation autour d'un axe A10 d'inversion.

[0093] De même, dans l'exemple illustré, la liaison en-

tre la roue 71 de sortie primaire et le rotor 15 se fait par l'intermédiaire d'un pignon 94 de rotor, solidaire en rotation du rotor et engrenant la roue de sortie primaire.

[0094] Ainsi, pour récapituler, la chaîne cinématique qui relie la pièce 10 des heures au rotor 15 comprend successivement :

- le pignon 80 d'entrée secondaire, qui engrène le secteur 12 denté de la pièce 10 des heures;
- la roue 81 de sortie secondaire, reliée au pignon d'entrée secondaire par le train 82 épicycloïdal secondaire et qui, soit lui est solidaire en rotation (en configuration embrayée du mobile 79 secondaire), soit en est désaccouplée (en configuration débrayée du mobile secondaire);
- le pignon 90 moyen, qui engrène la roue 81 de sortie secondaire;
- la roue 91 moyenne, solidaire en rotation du pignon 90 moyen;
- le pignon 93 inverseur, qui engrène la roue 91 moyenne;
- le pignon 92 primaire, qui engrène le pignon 93 inverseur;
- la roue 70 d'entrée primaire, solidaire en rotation du pignon 92 primaire;
- la roue 71 de sortie primaire, reliée à la roue 70 d'entrée primaire par le train 72 épicycloïdal primaire et qui, soit lui est solidaire en rotation (en configuration embrayée du mobile 69 primaire), soit en est désaccouplée (en configuration débrayée du mobile primaire); et
- le pignon 94 de rotor, qui engrène la roue de sortie primaire et est solidaire en rotation du rotor 15.

[0095] Nous avons déjà expliqué l'actionnement de la répétition 5. Auparavant, la pièce 10 des heures est immobile, calée contre le palier 45 de renvoi. De même, le rotor 15 est immobile, et il en va de même des composants du rouage 14 de transmission (FIG.7 ; FIG.8).

[0096] Le mouvement de rotation de la pièce 10 des heures lors de l'actionnement de la répétition 5 est illustré sur la FIG.9 (où la pièce des heures est localement arrachée au droit du pignon 93 inverseur, pour plus de clarté) et sur la FIG.10 par la flèche F1 qui en indique le sens.

[0097] La rotation de la pièce 10 des heures entraîne, par l'intermédiaire de la couronne 12 dentée qui engrène le pignon 80 d'entrée secondaire, la rotation de celui-ci, avec la roue 83 planétaire secondaire qui lui est solidaire (flèche F2, FIG.9 et FIG.10).

[0098] Dans ces conditions, et compte tenu du sens de montage des pignons 84 satellites secondaires, la denture 85 de la roue 83 planétaire secondaire attaque la denture 86 des pignons satellites secondaires du côté de son flanc 87 antérieur sur laquelle la denture 85 glisse, entraînant ainsi en rotation les pignons satellites secondaires en roue libre (flèche F3, médaillon de détail en bas de la FIG.10) sans entraîner la roue 81 de sortie secondaire. Le mobile 79 secondaire est alors dans sa

configuration débrayée, de sorte que la rotation de la pièce 10 des heures n'est pas transmise au rotor 15 qui, comme la roue 81 de sortie secondaire, le mobile 89 moyen et le mobile 69 primaire, demeure immobile.

[0099] Lorsque le poussoir 59 est relâché, le ressort 35 de barillet rappelle la poulie 38, qui tracte la chaîne 40, qui embarque la pièce 10 des heures, laquelle, de sa position de lecture, se trouve entraînée en rotation autour de son axe A3 en direction de sa position de repos (flèche F4, FIG.11 et FIG.12).

[0100] La rotation de la pièce 10 des heures entraîne, par l'intermédiaire de la couronne 12 dentée qui engrène le pignon 80 d'entrée secondaire, la rotation de celui-ci, avec la roue 83 planétaire secondaire qui lui est solidaire (flèche F5, FIG.11 et FIG.12).

[0101] Dans ces conditions, et compte tenu du sens de montage des pignons 84 satellites secondaires, la denture 85 de la roue 83 planétaire secondaire attaque la denture 86 des pignons 84 satellites secondaires du côté de son flanc 88 postérieur, ce qui met la denture 86 en arc-boutement, provoque le blocage des pignons satellites secondaires sur la roue planétaire secondaire et la solidarisation en rotation, avec celle-ci, de la roue 81 de sortie secondaire (sur laquelle sont montés les pignons 84 satellites secondaires), comme illustré sur les FIG.11 et FIG.12 par les flèches F6. Le mobile 79 secondaire est alors dans sa configuration embrayée, de sorte qu'il transmet la rotation de la pièce 10 des heures au mobile 89 moyen (flèche F7, FIG.11 et FIG.12), lequel la transmet, via le pignon 93 inverseur (flèche F8, FIG.11) au pignon 92 primaire du mobile 69 primaire, et donc à la roue 70 d'entrée primaire qui lui est solidaire (flèche F9, FIG.11 et FIG.12).

[0102] Compte tenu du sens de montage des pignons 74 satellites primaires, leur denture 76 attaque la denture 75 de la roue 73 planétaire primaire du côté du flanc 78 postérieur, ce qui met la denture 76 en arc-boutement et provoque le blocage des pignons satellites primaires sur la roue planétaire primaire, laquelle est ainsi entraînée en rotation dans le même sens (flèches F10, FIG.12). Comme la roue planétaire primaire est elle-même solidaire de la roue 71 de sortie primaire, celle-ci est par conséquent à son tour entraînée en rotation dans le même sens (flèche F11, FIG.11 et FIG.12).

[0103] La roue 71 de sortie primaire engrène le pignon 94 de rotor, qui est entraîné en rotation dans le sens inverse (flèche F12, FIG.11). Le rotor 15, solidaire en rotation du pignon 94 de rotor, est entraîné avec lui (flèche F13, FIG.11 et FIG.12).

[0104] En notant :

Z12 le nombre de dents (rapportés à l'ensemble de sa circonférence) du secteur 12 denté de la pièce 10 des heures (ici, Z12=130),

Z80 le nombre de dents du pignon 80 d'entrée secondaire (ici, Z80=10)

Z81 le nombre de dents de la roue 81 de sortie secondaire (ici, Z81=66),

Z90 le nombre de dents du pignon 90 moyen (ici, Z90=10),

Z91 le nombre de dents de la roue 91 moyenne (ici, Z91=60),

Z92 le nombre de dents du pignon 92 primaire (ici, Z92=12),

Z71 le nombre de dents de la roue 71 de sortie primaire (ici, Z71=55),

Z94 le nombre de dents du pignon 94 de rotor (ici, Z94=10),

alors le rapport R de transmission entre la pièce 10 des heures et le rotor 15 est :

$$R = \frac{Z12 \times Z81 \times Z91 \times Z71}{Z80 \times Z90 \times Z92 \times Z94}$$

[0105] Pour les valeurs des nombres de dents fournies ci-dessus, le rapport R de transmission est par conséquent :

$$R = \frac{130 \times 66 \times 60 \times 55}{10 \times 10 \times 12 \times 10} = 2359,5$$

[0106] On voit ainsi que, pour une vitesse angulaire estimée de la pièce 10 des heures d'environ 1 tr/min, le rotor 15 serait entraîné, s'il n'était freiné, à environ 2360 tr/min.

[0107] Cependant le rotor 15 est freiné. En effet, les masselottes 63 pivotent vers leur position déployée (flèche F14, FIG.11 et FIG.12) sous l'effet de la force centrifuge générée par la rotation du rotor 15. L'augmentation de l'inertie qui en résulte, et la force de Laplace générée par les courants de Foucault induits par la rotation des masselottes 15 dans le champ électromagnétique stationnaire alterné régnant dans le stator 16, se combinent pour freiner le rotor 15, dont la vitesse angulaire se trouve plafonnée à une vitesse angulaire dite nominale, ici de 2 300 tr/min.

[0108] Comme le mobile 69 primaire et le mobile 79 secondaire sont tous deux dans leur position embrayée, le plafonnement de la vitesse angulaire du rotor 15 se communique, via le rouage 14 de transmission, à la pièce 10 des heures dont la vitesse angulaire se trouve ainsi régulée au cours de son déplacement de sa position de lecture à sa position de repos.

[0109] Il en résulte que les tintements de sonnerie de l'heure courante sont produits à fréquence fixe (ou, à tout le moins, avec une éventuelle variation de fréquences indétectable pour l'oreille humaine).

[0110] Lorsque la pièce 10 des heures parvient à sa position de repos, elle s'arrête net. Comme le secteur 12 denté engrène le pignon 80 d'entrée secondaire, la rotation de celui-ci s'arrête net également. Il en va de même de la roue 83 planétaire secondaire qui lui est solidaire.

[0111] Cependant, la roue 81 de sortie secondaire peut

continuer à tourner (flèche F6, FIG.13 et FIG.14), car les pignons 84 satellites, entraînés avec cette roue, attaquent alors la roue 83 planétaire secondaire (à l'arrêt) du côté du flanc 87 antérieur de leur denture 86. Les pignons satellites sont alors entraînés en rotation en roue libre autour de leur axe propre (flèche F15, FIG.14). Le mobile 79 secondaire est alors en configuration débrayée, et la roue 81 de sortie secondaire tourne en roue libre.

[0112] La roue 91 moyenne (et avec elle le pignon 90 moyen qui lui est solidaire et est engrené par la roue 81 de sortie secondaire) poursuit également sa rotation en roue libre (flèche F7, FIG.13 et FIG.14). La rotation de la roue 91 moyenne est transmise au pignon 92 primaire (flèche F9, FIG.13) via le pignon 93 inverseur (flèche F8, FIG.13).

[0113] La rotation de la roue 81 de sortie secondaire et de la roue 91 moyenne (engrenant le pignon 93 inverseur et le pignon 92 primaire) diminue en raison des frottements.

[0114] Cependant, compte tenu de la vitesse qu'il a atteinte et de son inertie, le rotor 15 continue de tourner (flèche F13, FIG.13 et FIG.14), et la diminution de sa vitesse de rotation est moindre que la diminution de la vitesse de rotation de la roue 91 moyenne.

[0115] C'est pourquoi la roue 71 de sortie primaire, qui engrène le pignon 94 de rotor (lui-même solidaire du rotor 15) tourne plus vite (flèche F11, FIG.13 et FIG.14) que la roue 70 d'entrée primaire, solidaire du pignon 92 primaire qui engrène la roue 91 moyenne (via le pignon 93 inverseur). En d'autres termes, la roue de sortie primaire est animée d'un mouvement relatif de rotation par rapport à la roue d'entrée primaire. Il en résulte que la roue 73 planétaire primaire, solidaire en rotation de la roue de sortie primaire (flèche F10, FIG.14), attaque les pignons 74 satellites primaires (montés sur la roue 70 d'entrée primaire) du côté du flanc antérieur 77 de leur denture 76 et les entraîne ainsi en rotation en roue libre (flèche F16, médaillon de détail en haut sur la FIG.14), ce qui permet la désolidarisation en rotation de la roue 71 de sortie primaire et de la roue 70 d'entrée primaire, plaçant le mobile 69 primaire en configuration débrayée.

[0116] Il résulte de ce qui précède que la pièce 10 des heures se trouve découplée du rotor 15, qui peut (avec la roue 71 de sortie primaire) poursuivre sa rotation en roue libre en dépit de l'immobilité de la pièce des heures.

[0117] De même, la roue 81 de sortie secondaire (et avec elle le mobile 89 moyen et la roue 70 d'entrée primaire) peut poursuivre sa rotation en roue libre en dépit de l'immobilité de la pièce 10 des heures.

[0118] On évite ainsi les coups de bélier générés dans la pièce des heures par son arrêt brusque en fin de course, puisque, à l'exception du pignon 80 d'entrée secondaire (et de la roue 83 planétaire secondaire qui lui est solidaire), toutes les autres pièces mobiles peuvent continuer de tourner en roue libre jusqu'à leur arrêt par frottement.

[0119] La fatigue mécanique des composants mobiles

de la répétition 5 (et notamment de la pièce 10 des heures, du dispositif 13 de régulation et du rouage 14 de transmission) s'en trouve considérablement réduite.

Revendications

1. Mécanisme (5) de répétition pour une pièce (1) d'horlogerie à sonnerie, qui comprend :

- un limaçon (6) des heures;
- une pièce (10) des heures pourvue d'un secteur (12) denté et portant un palpeur (11) des heures, la pièce (10) des heures étant montée en rotation entre une position de repos fixe, dans laquelle le palpeur des heures est écarté angulairement du limaçon (6) des heures, et une position de lecture dans laquelle le palpeur des heures vient au contact du limaçon (6) des heures;
- un dispositif (13) de régulation de la vitesse angulaire de la pièce des heures, qui comprend un rotor (15) et un système (60) de freinage du rotor;
- un rouage (14) de transmission intercalé entre la pièce (10) des heures et le rotor (15);

ce mécanisme (5) de répétition étant **caractérisé en ce que** le rouage (14) de transmission comprend un mobile (69) primaire débrayable pouvant adopter deux configurations :

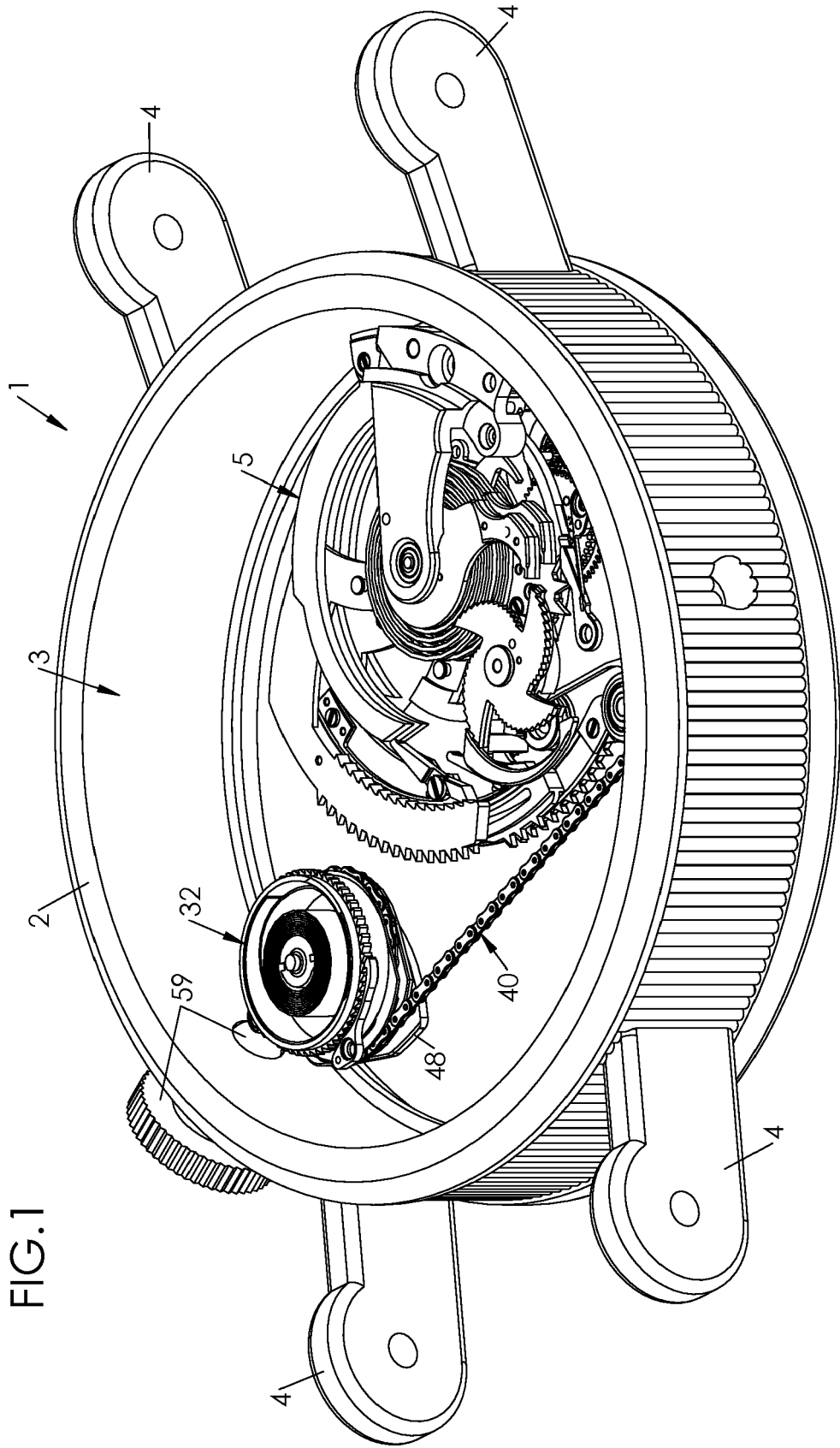
- a) une configuration embrayée dans laquelle le mobile (69) primaire accouple la pièce (10) des heures et le rotor (15) tant que la pièce des heures se déplace de sa position de lecture à sa position de repos;
- b) une configuration débrayée dans laquelle le mobile (69) primaire désaccouple le rotor (15) et la pièce (10) des heures dès lors que celle-ci s'arrête en position de repos.

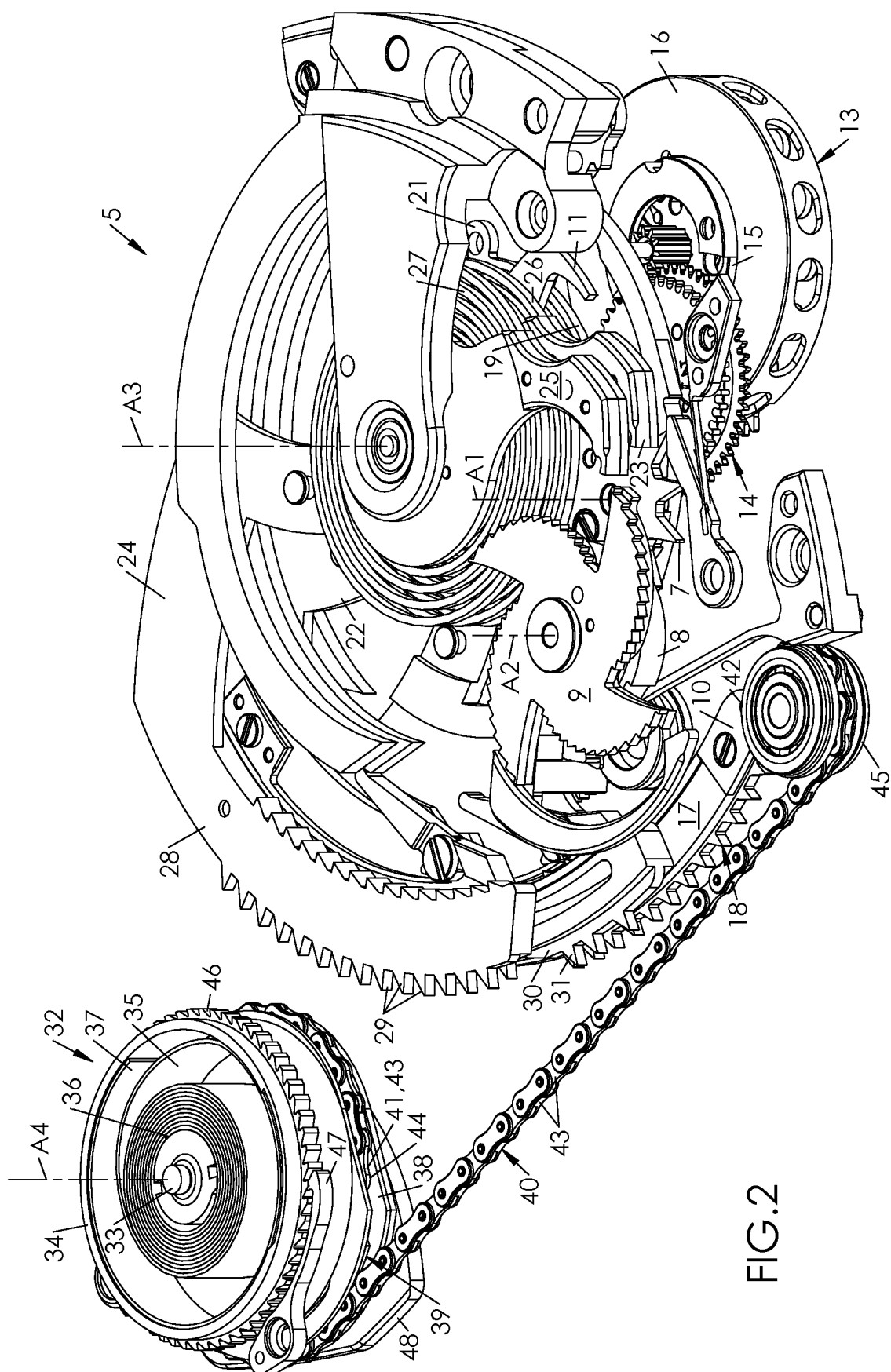
2. Mécanisme (5) selon la revendication 1, dans lequel le mobile (69) primaire comprend :

- une roue (70) d'entrée primaire, montée en rotation autour d'un axe (A7) primaire et reliée à la pièce (10) des heures;
- une roue (71) de sortie primaire mobile en rotation par rapport à la roue d'entrée primaire et reliée au rotor (15); et
- un train (72) épicycloïdal primaire, unidirectionnel, interposé entre la roue d'entrée primaire et la roue de sortie primaire.

3. Mécanisme (5) selon la revendication 2, dans lequel le train (72) épicycloïdal primaire comprend une roue (73) planétaire primaire solidaire en rotation de la

- roue (71) de sortie primaire, et un ou plusieurs pignons (74) satellites primaires montés sur la roue (70) d'entrée primaire et engrenant la roue planétaire primaire.
4. Mécanisme (5) selon la revendication 3, dans lequel la roue (73) planétaire primaire est à denture (75) symétrique, et le ou chaque pignon (74) satellite primaire est à denture (76) asymétrique. 5
 5. Mécanisme (5) selon la revendication 3 ou la revendication 4, dans lequel le train (72) épicycloïdal primaire comprend trois pignons (74) satellites primaires. 10
 6. Mécanisme (5) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le rouage (14) de transmission comprend un mobile (79) secondaire intercalé entre le mobile (69) primaire et la pièce (10) des heures, ce mobile secondaire comprenant un pignon (80) d'entrée secondaire monté en rotation autour d'un axe (A8) secondaire et qui engrène le secteur (12) denté de la pièce (10) des heures, et une roue (81) de sortie secondaire reliée au mobile primaire. 20 25
 7. Mécanisme (5) selon la revendication 6, dans lequel le mobile (79) secondaire est débrayable.
 8. Mécanisme (5) selon la revendication 7, dans lequel la roue (81) de sortie secondaire est mobile en rotation par rapport au pignon (80) d'entrée secondaire, et le mobile (79) secondaire comprend un train (82) épicycloïdal secondaire, unidirectionnel, interposé entre le pignon d'entrée secondaire et la roue de sortie secondaire. 30 35
 9. Mécanisme (5) selon la revendication 8, dans lequel le train (82) épicycloïdal secondaire comprend une roue (83) planétaire secondaire solidaire en rotation du pignon (80) d'entrée secondaire, et un ou plusieurs pignons (84) satellites secondaires montés en rotation sur la roue (81) de sortie secondaire et engrenant la roue planétaire secondaire. 40
 10. Mécanisme (5) selon la revendication 9, dans lequel la roue (83) planétaire secondaire est à denture (85) symétrique, et le ou chaque pignon (84) satellite secondaire est à denture (86) asymétrique. 45
 11. Mécanisme (5) selon la revendication 10, dans lequel le train (82) épicycloïdal secondaire comprend trois pignons (84) satellites secondaires. 50
 12. Mécanisme (5) selon l'une des revendications 6 à 11, dans lequel le rouage (14) de transmission comprend un mobile (89) moyen intercalé entre le mobile (69) primaire et le mobile (79) secondaire. 55
 13. Mécanisme (5) selon la revendication 12, dans lequel le mobile (89) moyen comprend un pignon (90) moyen monté en rotation autour d'un axe (A9) moyen, et une roue (91) moyenne solidaire en rotation du pignon (90) moyen et engrenant le mobile (69) primaire.
 14. Mécanisme (5) selon la revendication 13, dans lequel le mobile (69) primaire comprend un pignon (92) primaire, solidaire de la roue (70) d'entrée primaire et engrené par la roue (91) moyenne.
 15. Pièce (1) d'horlogerie, telle qu'une montre, équipée d'un mécanisme (5) de répétition selon l'une des revendications précédentes.





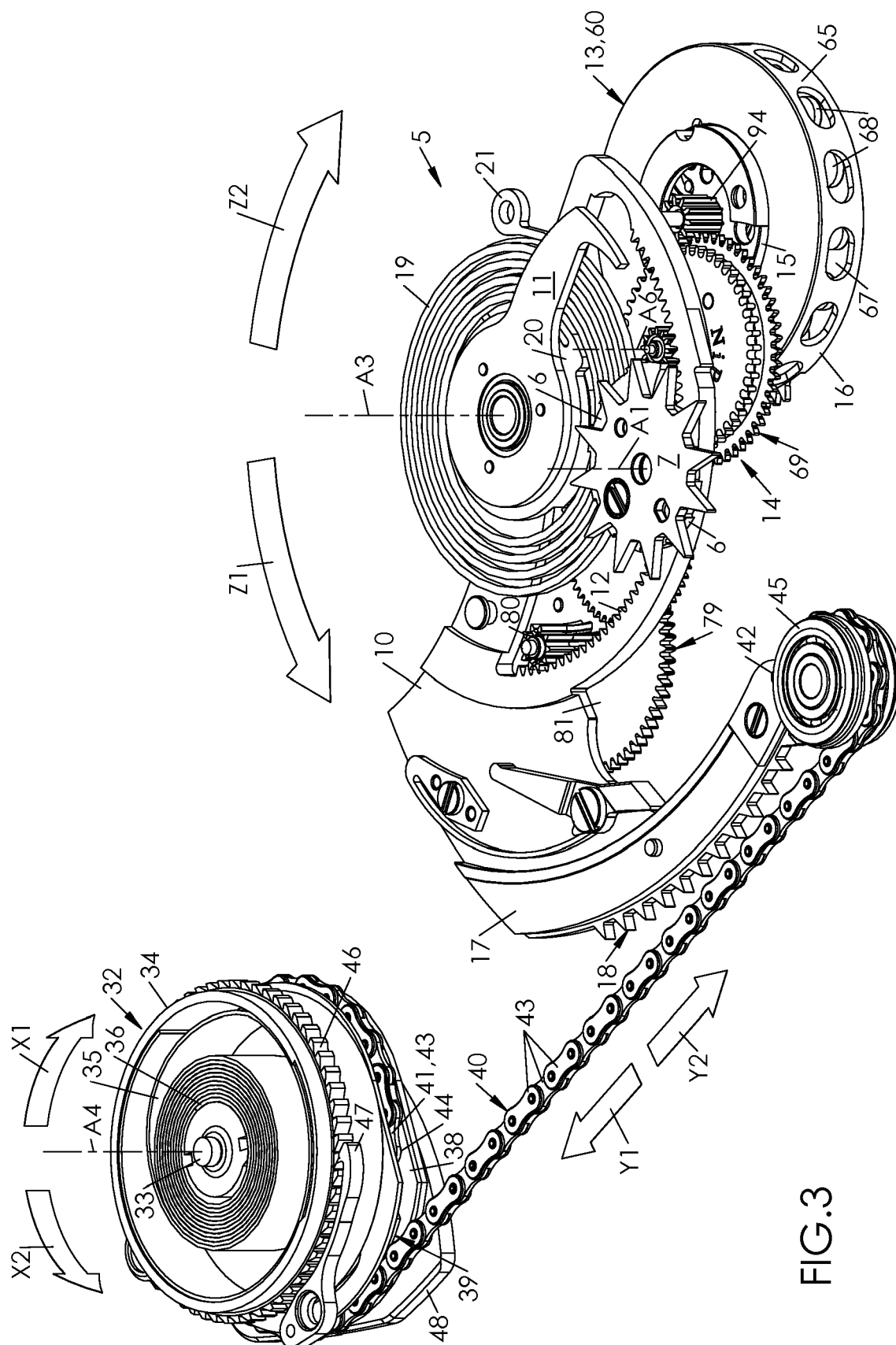


FIG.3

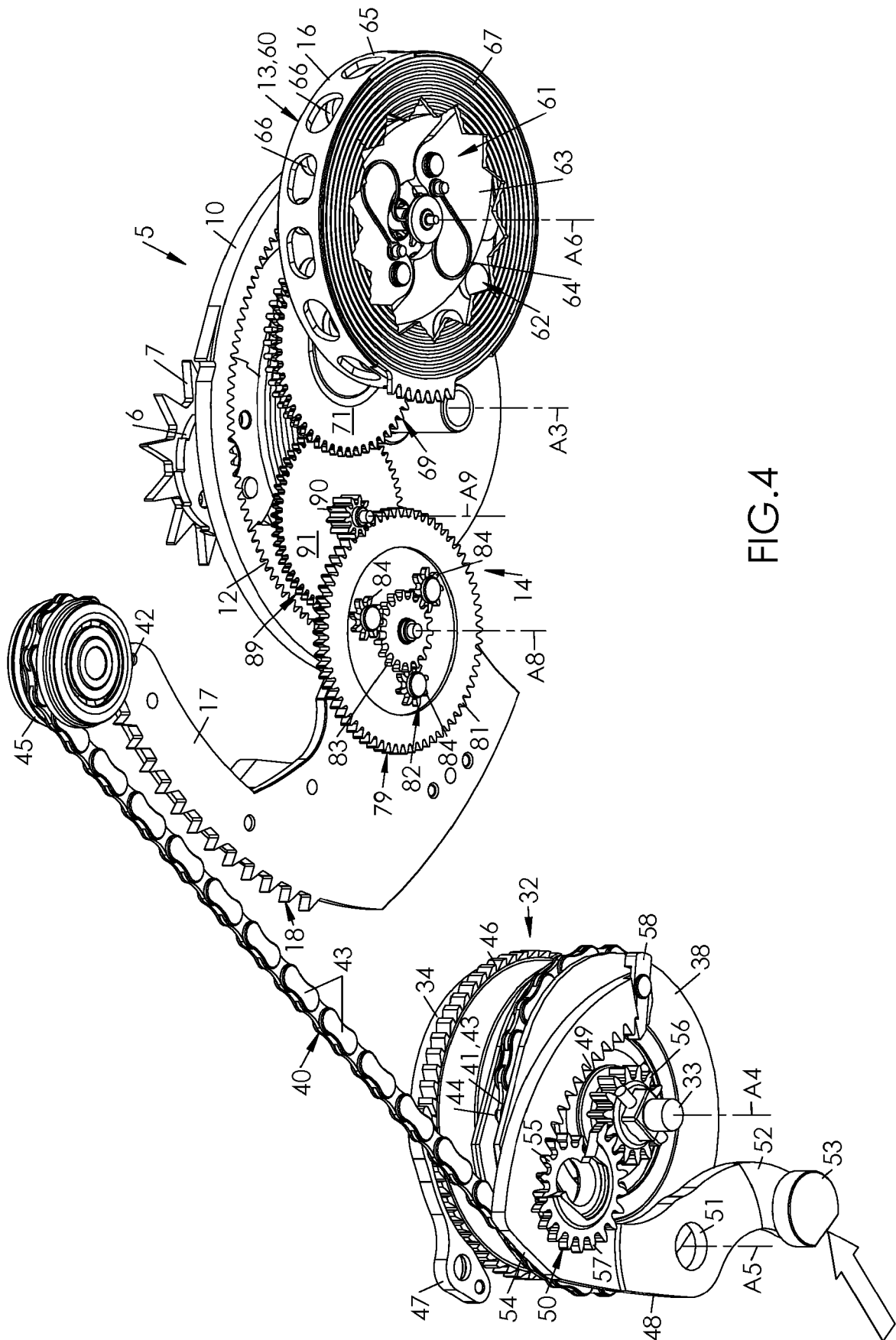


FIG. 5

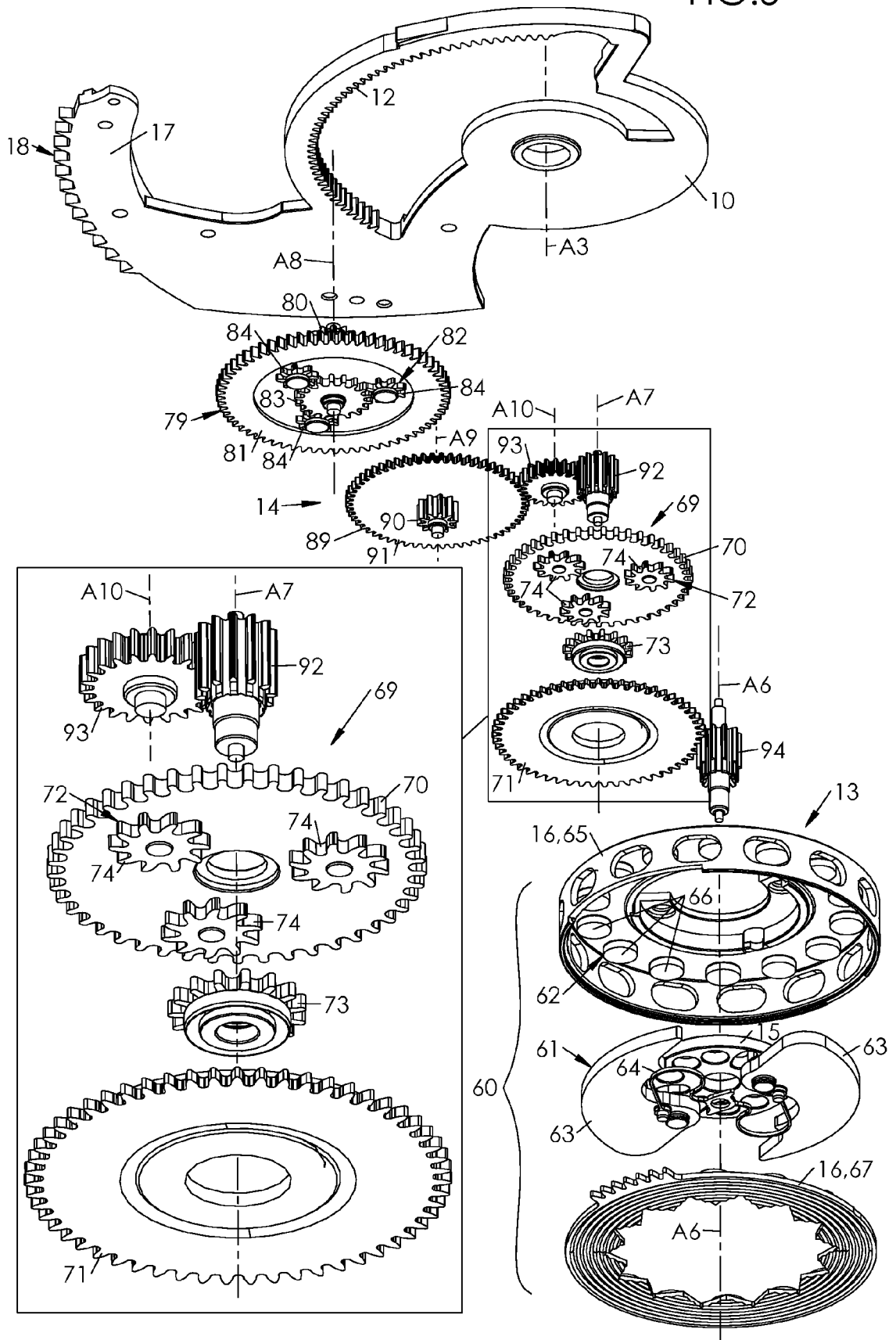
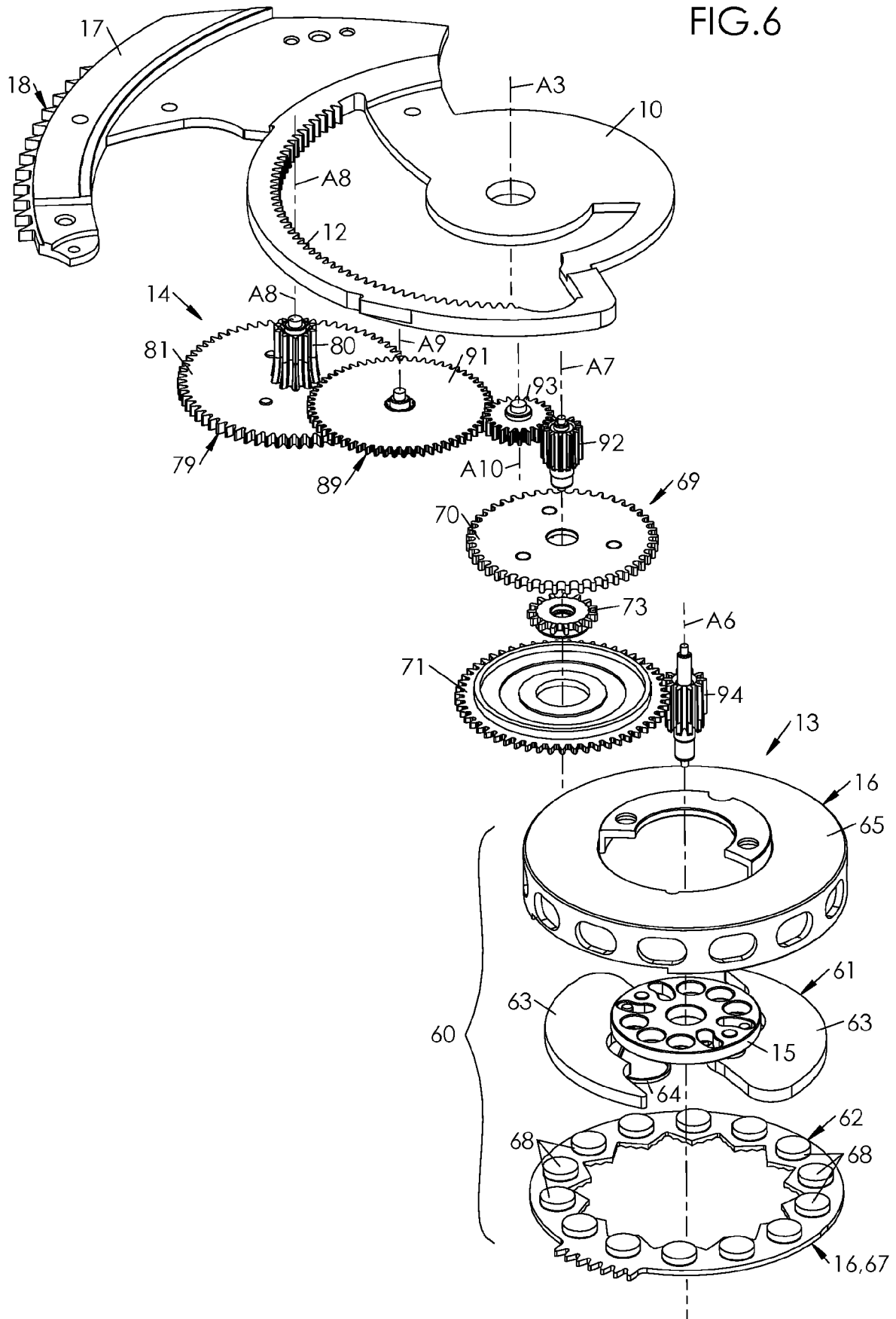
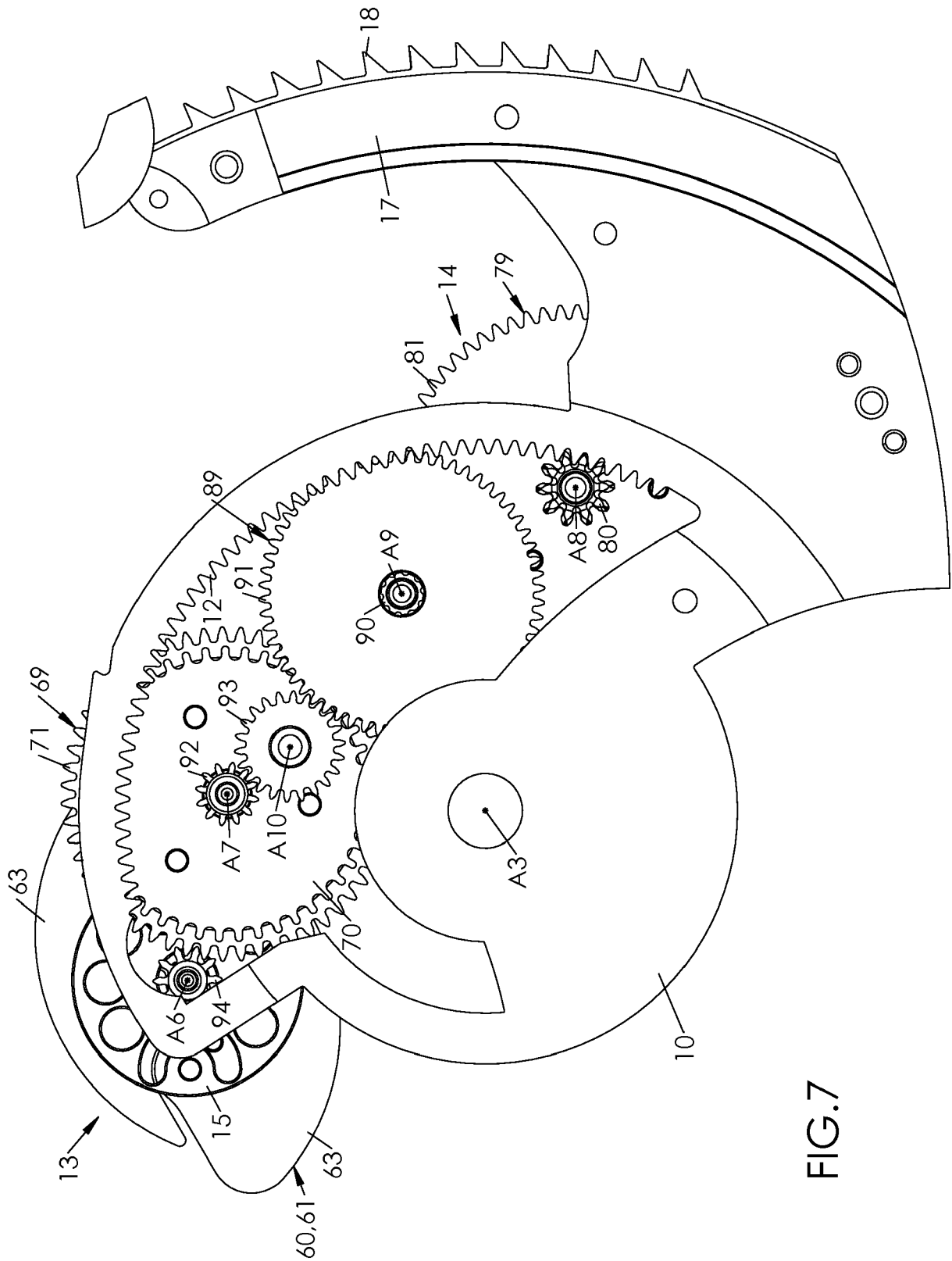


FIG.6





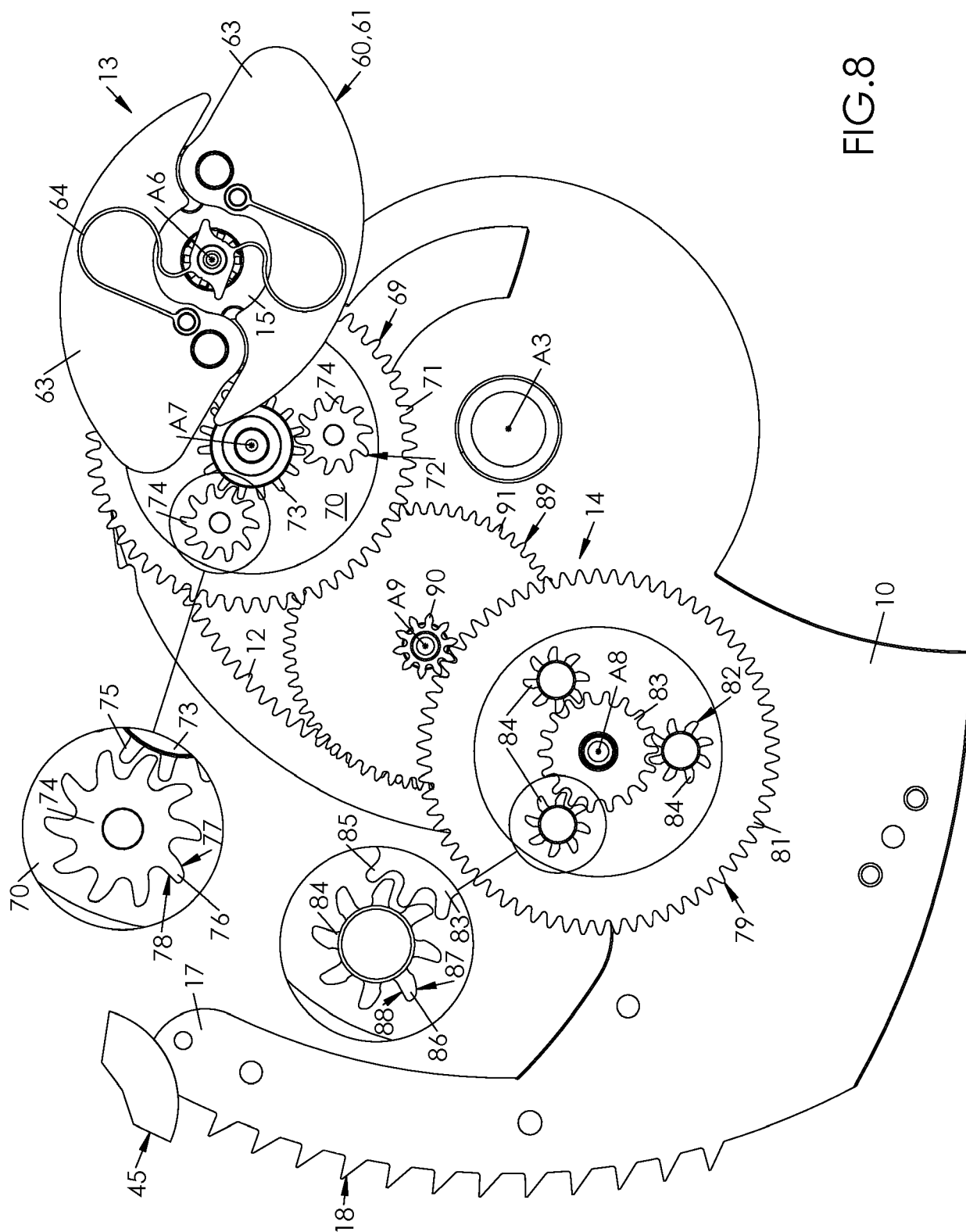


FIG.9

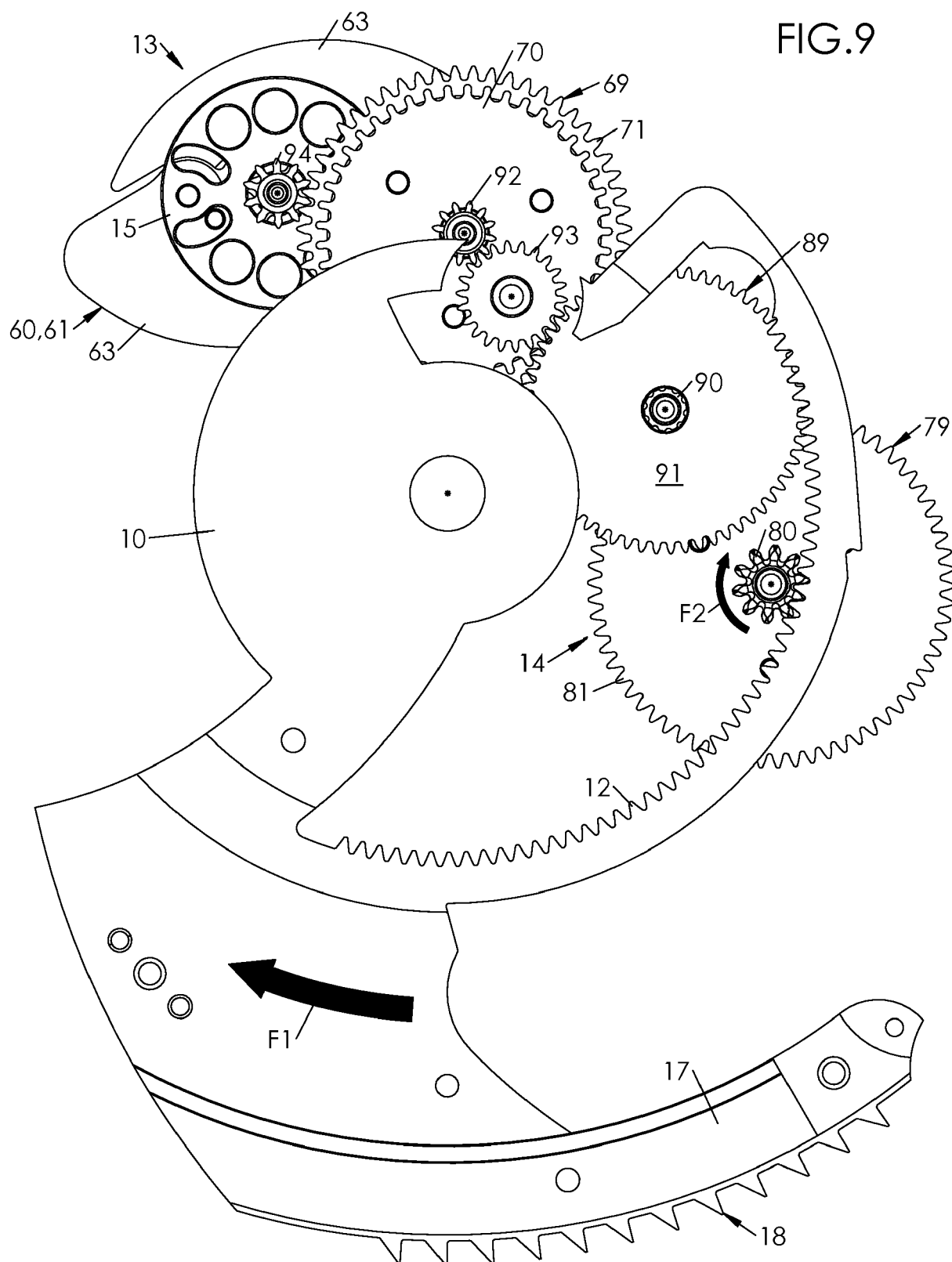


FIG.10

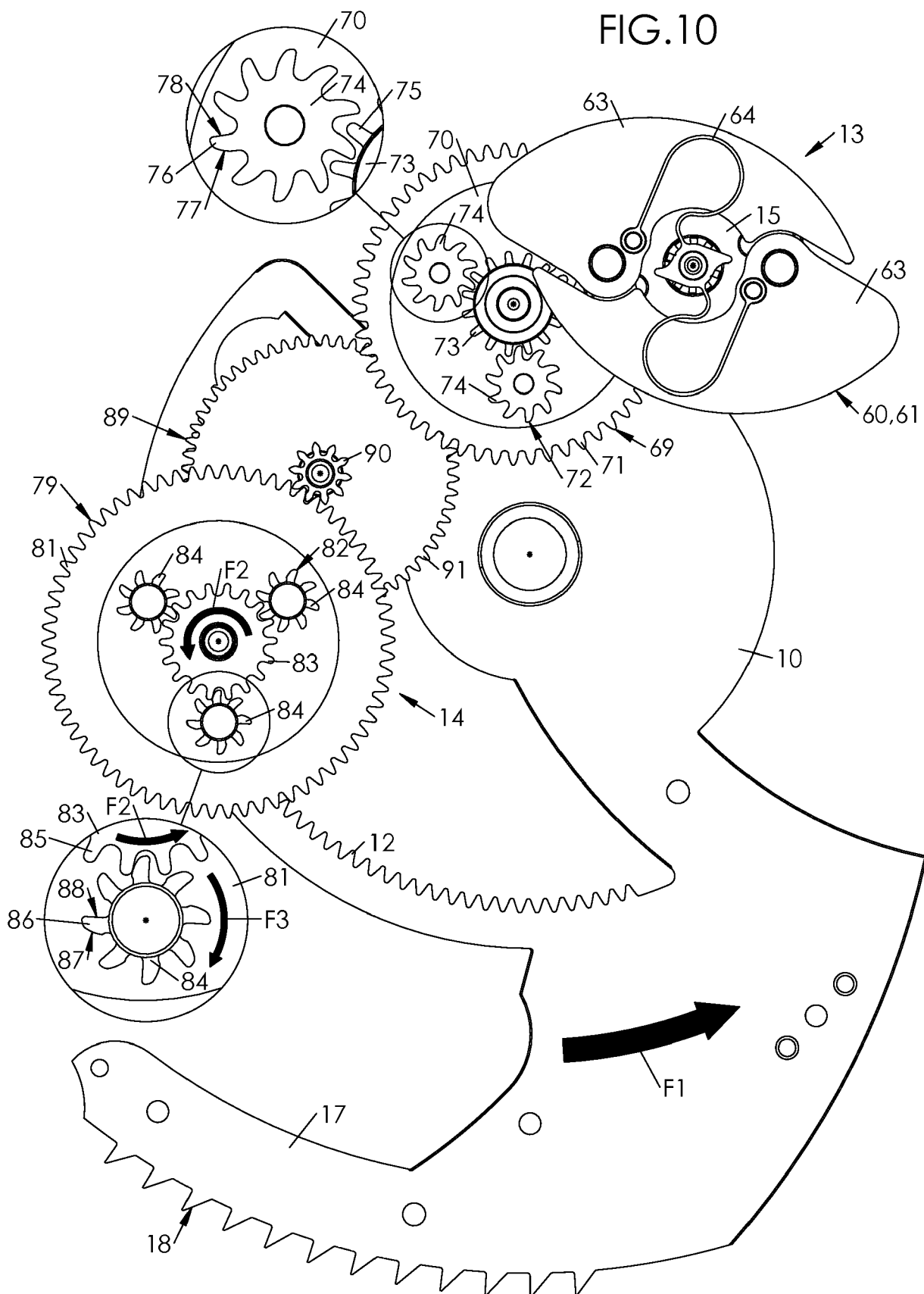


FIG.11

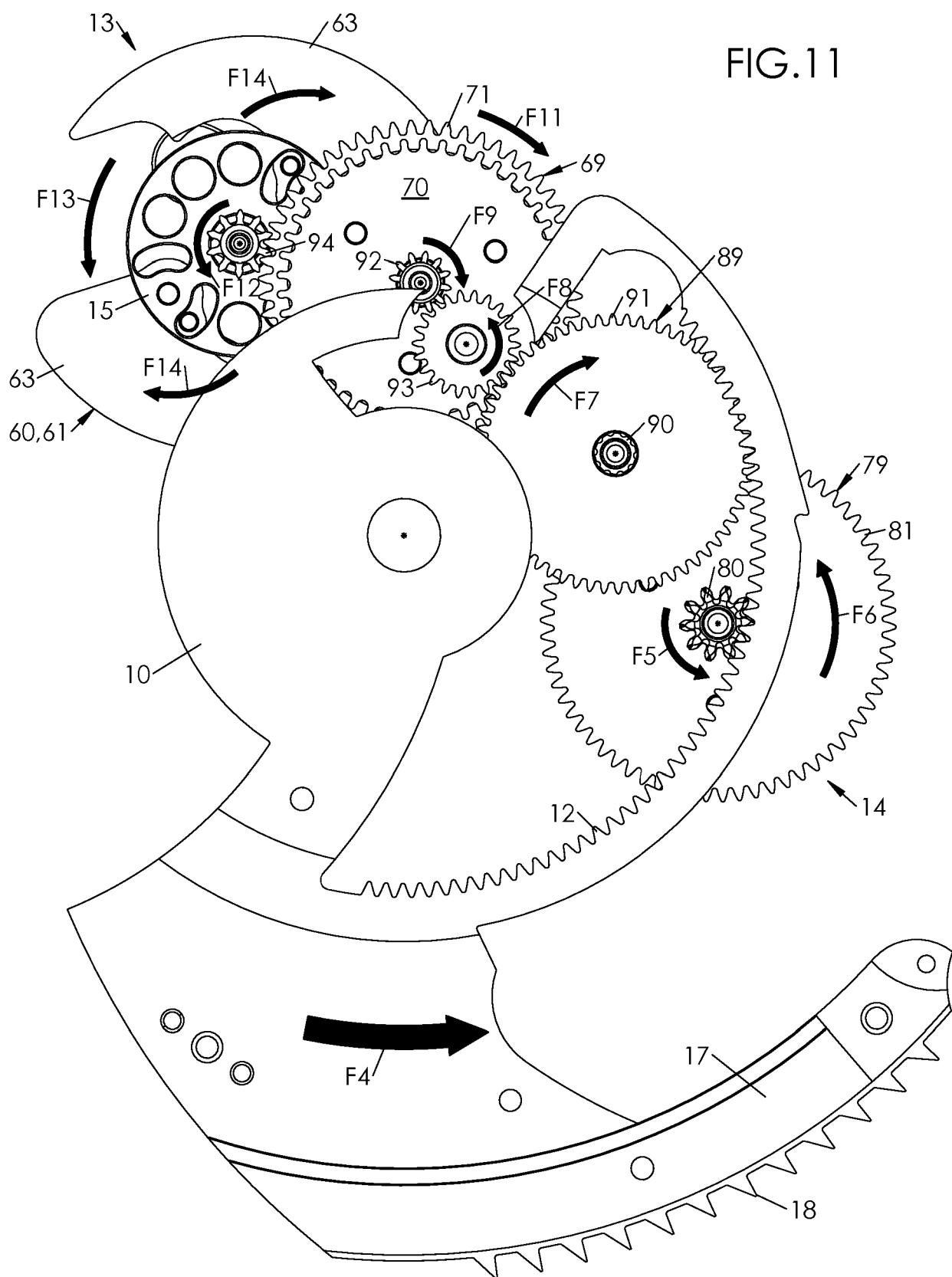
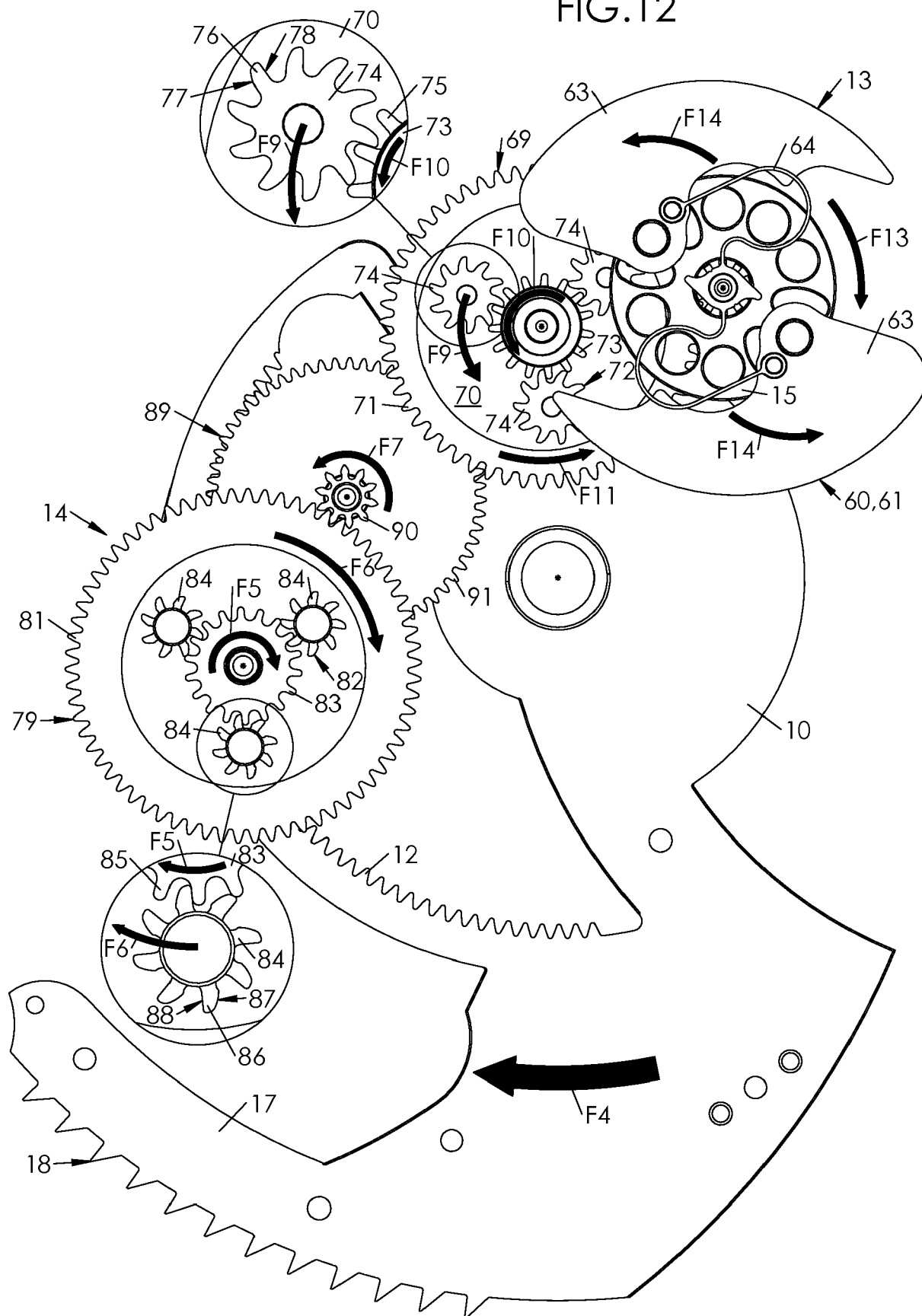


FIG.12



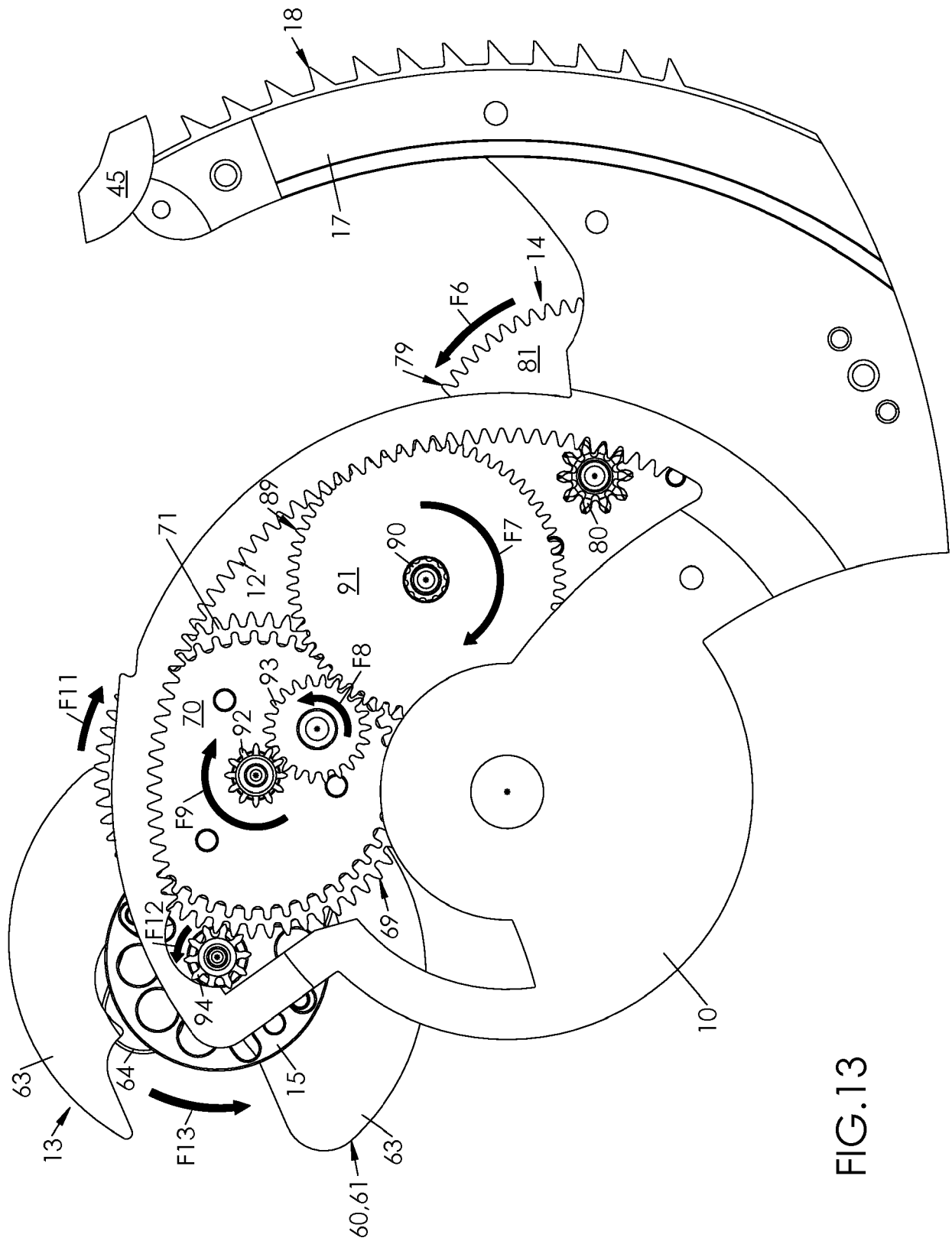


FIG. 13

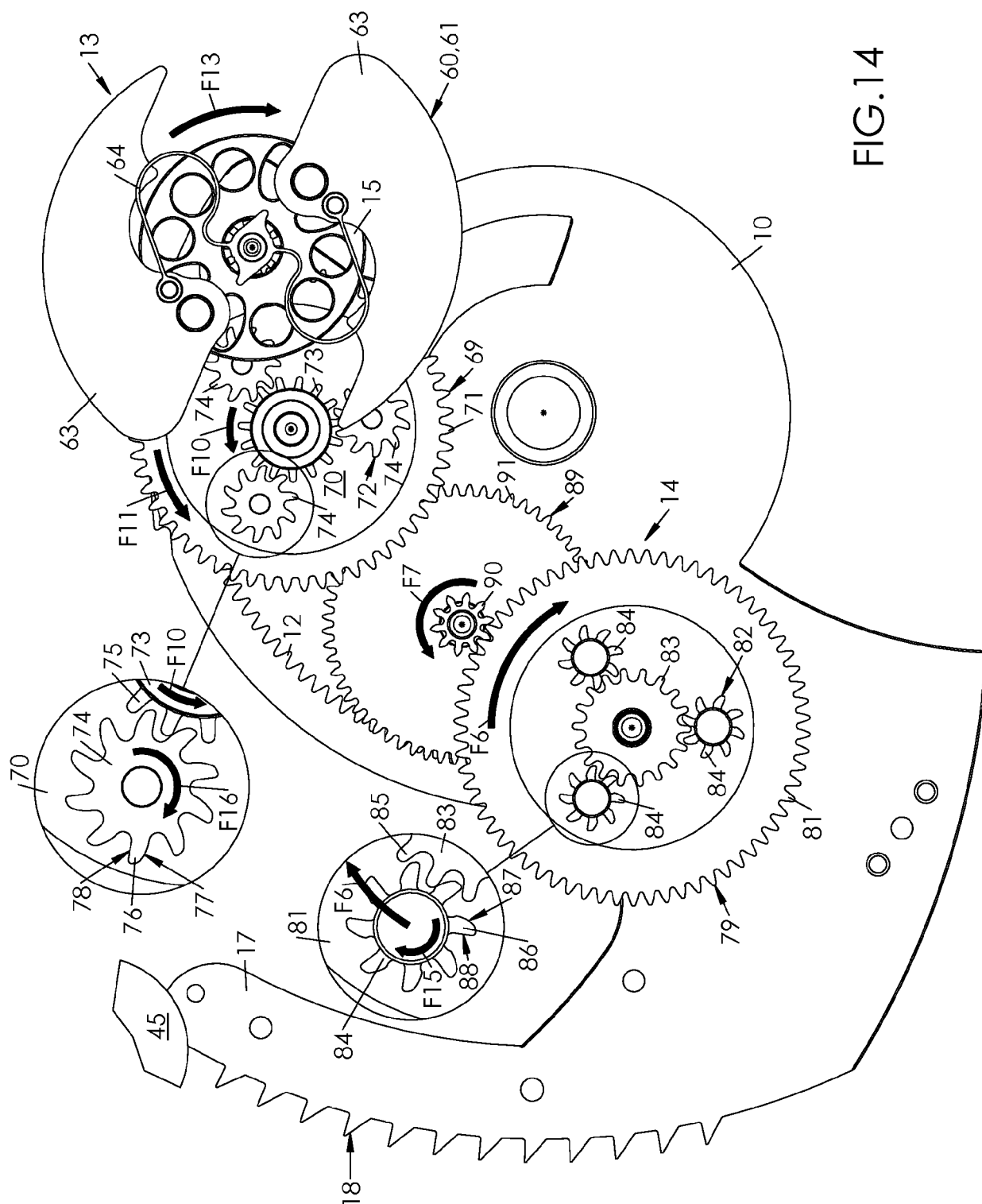


FIG. 14



RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 18 15 0369

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	DE 41 20 886 A1 (INT WATCH CO IWC [CH]) 14 janvier 1993 (1993-01-14)	1,15	INV. G04B21/12 G04B11/00 G04B11/02
A	* colonne 2, ligne 42 - colonne 4, ligne 3; figures 1-3 *	2-14	

X	EP 0 451 339 A1 (INT WATCH CO IWC [CH]) 16 octobre 1991 (1991-10-16)	1,15	
A	* colonne 2, ligne 55 - colonne 4, ligne 37; figures 1-6 *	2-14	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			G04B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
La Haye		25 octobre 2018	Cavallin, Alberto
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.92 (P04C02)



Numéro de la demande

EP 18 15 0369

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

REVENDEICATIONS DONNANT LIEU AU PAIEMENT DE TAXES

La présente demande de brevet européen comportait lors de son dépôt les revendications dont le paiement était dû.

☐ Une partie seulement des taxes de revendication ayant été acquittée dans les délais prescrits, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les revendications pour lesquelles aucun paiement n'était dû ainsi que pour celles dont les taxes de revendication ont été acquittées, à savoir les revendication(s):

☐ Aucune taxe de revendication n'ayant été acquittée dans les délais prescrits, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les revendications pour lesquelles aucun paiement n'était dû.

ABSENCE D'UNITE D'INVENTION

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir:

voir feuille supplémentaire B

☒ Toutes les nouvelles taxes de recherche ayant été acquittées dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour toutes les revendications.

☐ Comme toutes les recherches portant sur les revendications qui s'y prêtaient ont pu être effectuées sans effort particulier justifiant une taxe additionnelle, la division de la recherche n'a sollicité le paiement d'aucune taxe de cette nature.

☐ Une partie seulement des nouvelles taxes de recherche ayant été acquittée dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les parties qui se rapportent aux inventions pour lesquelles les taxes de recherche ont été acquittées, à savoir les revendications:

☐ Aucune nouvelle taxe de recherche n'ayant été acquittée dans les délais impartis, le présent rapport de recherche européenne a été établi pour les parties de la demande de brevet européen qui se rapportent à l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications, à savoir les revendications:

☐ Le présent rapport supplémentaire de recherche européenne a été établi pour les parties de la demande de brevet européen qui se rapportent à l'invention mentionnée en premier lieu dans les revendications (Règle 164 (1) CBE)



ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B

Numéro de la demande

EP 18 15 0369

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet européen ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-6(complètement); 12-15(en partie)

Train épicycloïdal unidirectionnel

2. revendications: 7-11(complètement); 12-15(en partie)

Second mobile débrayable

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 18 15 0369

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.
25-10-2018

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 4120886 A1	14-01-1993	AUCUN	
EP 0451339 A1	16-10-1991	DE 4012010 A1 EP 0451339 A1	17-10-1991 16-10-1991

EPO FORM P0450

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

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

Documents brevets cités dans la description

- EP 2487547 A [0013]

Littérature non-brevet citée dans la description

- **C.-A. REYMONDIN et al.** Théorie d'Horlogerie. Fédération des Ecoles Techniques, 2015, 222 [0011]
- **F. LECOULTRE.** Les Montres Compliquées. 2013, 74 [0011]