

Perfectionnements apportés aux mécanismes horaires et aux appareils analogues.

SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS LÉON HATOT résidant en France (Seine).

Demandé le 17 septembre 1953, à 11 heures, à Paris.

Délivré le 20 octobre 1954. — Publié le 31 mars 1955.

(Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'article 11, § 7, de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.)

La présente invention concerne plus particulièrement les horloges et les montres électriques actionnées par des sources d'énergie de faible puissance, à courant continu ou redressé.

Ces appareils devant fonctionner pendant des années avec une grande régularité et sans nécessiter d'opérations d'entretien, on rencontre de très nombreuses difficultés dont les principales sont rappelées ci-dessous :

1° Les contacts électriques fréquemment répétés doivent fonctionner avec de faibles forces sans altération des parties conductrices; ils constituent des organes délicats et introduisent des pertes d'énergie par frottements variables;

2° Les organes d'impulsion et de guidage des pièces mobiles fonctionnent aussi avec des pertes relativement élevées et instables; les résistances passives dues aux chocs et aux frottements de glissement répétés continuellement entraînent la détérioration des surfaces glissantes, notamment l'altération des surfaces polies; il est souvent nécessaire de recourir à des lubrifiants dont l'efficacité ne persiste pas longtemps.

La présente invention se propose d'éviter ou d'atténuer ces inconvénients dont les effets sont particulièrement nuisibles à la marche des instruments horaires. Les moyens préconisés sont évidemment applicables à divers mécanismes et aux petits moteurs servant à des usages variés.

L'un des moyens fondamentaux entrant dans le cadre de l'invention consiste à supprimer les contacts électriques légers fonctionnant fréquemment et à les remplacer par des dispositifs de déclenchements immatériels agissant sur des amplificateurs électroniques ne renfermant pas de tubes à vide, ni de cathodes chauffées. Il est prévu, en particulier, d'opérer les déclenchements d'impulsions motrices au moyen de faibles courants induits provoquant le développement de courants moteurs plus importants, grâce

à des amplificateurs miniatures du type connu dénommé « transistor ».

Un autre moyen fondamental consiste à réduire toutes les forces motrices et les pressions des pièces mobiles donnant lieu à des pertes mécaniques instables; par exemple, on réduit les pressions des surfaces frottantes par des effets de répulsions magnétiques.

On remarquera que la combinaison des moyens ci-dessus est nécessaire pour résoudre l'ensemble des problèmes posés par l'établissement des petits instruments capables de longues durées de marche avec une faible énergie électrique. En particulier la réduction des pertes mécaniques est nécessaire pour permettre l'application avantageuse des amplificateurs « transistors », modèles miniature et subminiature. Le choix de ces organes de faible encombrement s'impose notamment pour les pendulettes portatives et les montres électriques.

Les particularités de mise en œuvre de la présente invention (système Marius Lavet) sont exposées ci-après, avec plus de détails, au cours de la description, à titre d'exemples, de divers appareils perfectionnés. Au dessin annexé :

Les fig. 1 à 3 montrent l'application de l'invention à l'entretien électromagnétique, sans contact électrique, d'un balancier pendulaire;

La fig. 4 représente le sautoir perfectionné d'un compteur chronométrique;

La fig. 5 montre une variante de construction du pendule entretenu représenté sur la fig. 5;

Les fig. 6 à 9 représentent des dispositifs perfectionnés selon l'invention, appliqués à des horloges à élasticité ou à des montres portatives à balanciers circulaires;

La fig. 10 représente une variante de construction du système fig. 6;

La fig. 11 représente un nouveau moteur magnéto-électrique rotatif qui ne comporte pas de contact périodique ou de collecteur;

Les fig. 12 à 15 montrent des dispositifs auxiliaires destinés à réduire les pertes d'énergie instables;

Les fig. 16 et 17 représentent schématiquement une variante de construction du système fig. 11.

La fig. 1 montre, à titre de premier exemple, l'application de l'invention au perfectionnement de l'horloge électromagnétique représentée sur les fig. 1 à 20 du brevet n° 986.536, déposé le 11 mars 1949 par la société demanderesse. Les changements apportés à cet appareil sont les suivants :

La bobine de gauche BE (bobine motrice) n'est plus alimentée par l'interrupteur périodique 29-30, mais bien par le courant de sortie d'un amplificateur « transistor » ATr. La bobine de droite renferme deux enroulements jumeaux l'un très plat BC, destiné à fournir le faible signal d'entrée de l'amplificateur, l'autre BS réservé pour la synchronisation éventuelle de l'horloge. L'aimant  $A_1$  (fig. 4 et 5 du brevet 986.536) est un peu modifié en ce qui concerne l'emplacement du pôle  $S_1$  de façon que, lorsque le pendule M passe à la verticale, le pôle  $S_1$  se trouve en face de l'enroulement BC et à gauche de l'enroulement BS. La partie  $S_1D$  reste désaimantée. La région polaire  $S_1$  doit être très courte de façon que le champ radial issu de  $S_1$  soit très intense. L'aimant  $A_2$  du brevet 986.536 peut être supprimé ou remplacé par une simple traverse en fer doux F améliorant le circuit magnétique.

La fig. 1 du dessin ci-joint montre les organes moteurs de l'horloge ainsi transformée, qui fonctionne de la façon suivante :

La partie F du flux magnétique embrassée par la bobine BC varie en fonction du temps  $t$  comme l'indique le diagramme fig. 2a, dans lequel T représente la période d'oscillation du pendule. Par suite la force électromotrice  $e$  engendrant le signal d'entrée de ATr est de la forme fig. 2b, car elle est proportionnelle à la dérivée du flux F par rapport au temps. On voit que la tension de commande  $e$  se développe seulement lorsque le pôle  $S_1$  passe devant les spires de BC. La polarité de  $e$  dépend du sens de déplacement du pendule et, en général, la f.é.m.c est alternative et non sinusoïdale. La valeur de crête croît lorsque l'amplitude augmente.

L'amplificateur ATr, convenablement branché, délivre un courant moteur pulsatoire  $i_m$  (voir fig. 3) envoyé dans la bobine motrice BE. On remarquera que les impulsions de courant  $i_m$  sont déphasées par rapport aux maxima de tension  $e$  (voir déphasage  $t_r$  sur la fig. 2).

L'amplificateur « transistor » assure l'élimination de l'influence des tensions de commande

d'une polarité déterminée et, par suite, les impulsions motrices dues à  $i_m$  sont espacées de l'intervalle T. Elles sont brèves et ont lieu seulement lorsque le pendule passe au voisinage de la verticale.

L'expérience montre que l'on peut choisir les positions relatives de  $N_1$ ,  $S_1$ , BE et BC ainsi que les caractéristiques des enroulements et de l'amplificateur de façon que la perte d'énergie provenant de la création du signal de commande soit plus faible que le travail moteur dû à  $i_m$ . Il est ainsi possible de réaliser des conditions d'entretien voisines de celles qui sont obtenues au moyen d'un contact périodique. Une amplification modérée est suffisante, car la bobine BC peut engendrer facilement, par intermittence, une puissance de l'ordre de 0,1 milliwatt, déclenchant la mise en jeu d'une puissance motrice instantanée de l'ordre du milliwatt.

Par exemple, on a constaté que l'on entretient un pendule moteur de  $T = 1s$  avec un « transistor » du type connu dit « PNP à jonction » relié aux enroulements et à la pile S comme le montre le schéma de principe fig. 3. Il est évident que d'autres schémas connus pourraient être appliqués.

L'énergie électrique est fournie par une petite pile usuelle débitant une puissance moyenne très faible (inférieure à 0,0001 watt).

Lorsqu'on ne prend pas de précautions particulières, on constate qu'une petite variation de la tension de la pile cause une forte modification de l'amplitude de régime. Cette propriété défavorable provient du fait que l'augmentation de la vitesse de l'aimant  $A_1$  entraîne l'augmentation de la tension induite fournissant le signal de commande.

Un point important de l'invention consiste à améliorer la stabilité de l'amplitude du pendule régulateur en recourant à l'un ou plusieurs des procédés suivants :

1° Shunter l'enroulement BS (réservé à la synchronisation éventuelle de l'horloge) de façon qu'il se produise automatiquement un amortissement (par courants induits) rapidement progressif lorsque l'amplitude des oscillations tend à devenir exagérée;

2° Profiter d'une forte augmentation de la force contre-électromotrice induite dans BE pour limiter la progression des impulsions de courant  $i_m$ ;

3° Recourir à l'un des montages d'amplification connus qui permettent de limiter le courant de sortie  $i_m$ , soit par un phénomène de saturation, soit par une contre-réaction (courant de sortie réagissant sur le courant d'entrée de façon à réduire progressivement l'amplification);

4° Régulariser la tension de la source d'élec-

tricité ou le courant de réponse  $i_m$  par l'un des nombreux moyens déjà utilisés en électrotechnique;

5° Profiter du décalage variable de l'impulsion de courant  $i_m$  par rapport au mouvement pour réduire le travail moteur lorsque la vitesse augmente.

La possibilité de ce dernier moyen de régulation résulte du fait que, pendant le temps  $t_r$  (voir fig. 2), le parcours du pendule après chaque passage à la verticale est plus ou moins grand selon sa vitesse; un calage convenable de la bobine BE permet alors de faire décroître le travail moteur lorsque la vitesse augmente, car la force électromagnétique s'annule lorsque les lignes de force radiales sont éloignées des conducteurs de BE.

La suppression du contact électrique périodique permet d'apporter des modifications avantageuses au compteur chronométrique utilisé dans les horloges à balancier moteur. En effet, pour bien assurer les passages successifs du courant moteur dans un dispositif d'interrupteur tel que celui qui est représenté fig. 14 et 15 du brevet n° 986.536, il faut mettre en jeu des forces passives plus importantes que celles qui permettraient d'obtenir seulement le bon fonctionnement mécanique de l'encliquetage. L'emploi d'une alimentation par l'amplificateur ATr permet de réduire la pression du sautoir sur la roue à rochet et, par suite, la puissance mécanique exigée par la commande des aiguilles et la consommation électrique. Le gain est important, car les organes  $A_1$ , BE se comportent comme un moteur magnéto-électrique dont le rendement tend vers 1 lorsque la charge tend à s'annuler.

D'autres avantages pratiques proviennent de la réduction du bruit et des frottements.

Un moyen auxiliaire d'atténuer les chocs et les frottements consiste à former le sautoir 15 et la roue à rochet 13 par des matières ferromagnétiques de champ coercitif très élevé (cunio, cunifié...) et d'aimanter ces pièces de façon que le bec du sautoir et les dents périphériques de la roue présentent la même polarité, comme l'indique la fig. 4 du dessin ci-joint. On peut obtenir ainsi que la force créant l'adhérence du sautoir sur les dents soit très faible, ou même légèrement négative, grâce à la répulsion magnétique.

Le pendule étant entretenu comme on vient de l'exposer, il peut se produire un léger dérèglement chronométrique lorsque la pile S varie, mais on peut atténuer les modifications de période par un correcteur magnétique du type décrit dans le brevet n° 986.536 (voir fig. 21). Au besoin, les aimants  $n's'$  et  $n''s''$  pourront

être retournée s'il est nécessaire de corriger un retard de l'horloge sous l'influence d'une diminution de la tension de la pile.

La réduction des pertes mécaniques et électriques permet de simplifier la construction des régulateurs à pendule libre (comme celui qui est représenté au bas de la fig. 21 du brevet n° 986.536). En effet, on peut employer des aimants et des bobines moins volumineuses et un balancier moins lourd ou plus court. La fig. 5 du dessin ci-joint représente une réalisation simplifiée du pendule entretenu. On voit que, dans la masse et à l'extrémité du pendule, est encastré un petit aimant cylindrique A dont l'axe et la direction d'aimantation se trouvent dans le prolongement de la tige. Deux bobines plates BC et BE, sans noyaux de fer, sont disposées devant l'aimant A, comme le montre la figure; on relie BC et BE à un amplificateur ATr et le fonctionnement obtenu est analogue à celui du dispositif (fig. 3) précédemment décrit.

Le genre de pendule entretenu fig. 5 est applicable aussi à la réalisation d'horloges électriques simplifiées munies de compteurs chronométriques. Une partie de l'énergie de sortie de l'amplificateur pourrait commander un relais de distribution d'heure, ou une horloge esclave. On pourrait aussi commander de tels appareils récepteurs au moyen de la bobine BC et d'un amplificateur auxiliaire.

Les procédés d'entretien que l'on vient de décrire sont applicables aux horloges et aux chronomètres régularisés ou actionnés au moyen de balanciers circulaires associés à des ressorts spiraux magnétiques. Les fig. 6 à 10 représentent schématiquement divers exemples d'appareils horaires perfectionnés grâce à une nouvelle application des amplificateurs « transistors ».

Dans le système fig. 6, le balancier oscillant est formé par deux disques partiellement évidés  $A_1$  et  $A_2$  montés sur un axe commun O (voir vue de profil fig. 6b). Les pièces sont constituées par une matière de champ coercitif très élevé et seules les parties marquées  $N_1$ ,  $S_1$  et  $N_2$ ,  $S_2$  sont aimantées en permanence. Dans les autres parties, les domaines de Weiss sont laissés en désordre. Les pièces  $A_1$  et  $A_2$  du balancier comportent seulement à leur périphérie les pôles actifs  $N_1$  et  $S_2$ , se faisant vis-à-vis, et le balancier forme un équipage astatique. La bobine fixe BC chargée d'engendrer le signal périodique déclenchant les impulsions motrices est disposée entre  $A_1$  et  $A_2$  comme l'indique la fig. 6 (la position figurée est la position d'équilibre du balancier dont le ressort spiral associé n'est pas représenté).

L'amplificateur à transistor ATr est relié à BC et il engendre un courant qui peut être

dirigé dans un ou plusieurs enroulements tels que BM et BR. L'un de ces enroulements peut commander les impulsions de restitution au balancier de l'énergie perdue. On conçoit que divers dispositifs moteurs connus soient capables de remplir cette fonction (action électromagnétique sur l'axe O du balancier, dispositifs électromagnétiques d'impulsions établis comme ceux qui ont été déjà proposés pour la réalisation de chronomètres et de montres électriques).

A titre d'exemple, une horloge à élasticité susceptible de fonctionner sans remontage avec la précision des chronomètres de marine est représentée sur les croquis schématiques fig. 7 et 8.

Le balancier à axe vertical formé par les masses partiellement aimantées  $A_1$  et  $A_2$  est analogue à celui de la fig. 6. Ce balancier est, par exemple, associé à deux ressorts spiraux (cylindriques ou coniques)  $SP_1$  et  $SP_2$ . Les particularités d'exécution de cet oscillateur peuvent être celles qui ont été exposées par Jules Andrade dans son brevet français n° 447.037 du 26 juillet 1912, et l'on choisira de préférence la forme des spiraux et leurs points d'attache de façon que la pression du pivot inférieur de l'axe soit très faible et que les poussées latérales soient également très réduites pendant l'oscillation.

Pour ne pas troubler l'isochronisme de l'oscillateur considéré, on réalisera le montage électrique représenté à droite de la fig. 8. Les bobines BC, BM et BS sont des bobines à noyau d'air maintenues par un support fixe, non représenté sur la figure. Les principaux organes fonctionnent comme ceux qui ont été décrits précédemment. RH est un rhéostat qui peut permettre de modifier légèrement la valeur  $i_m$  des impulsions de courant envoyées dans la bobine motrice BM. Un condensateur C est chargé de modifier la phase des impulsions de courant  $i_m$ . HR est une horloge réceptrice actionnée par l'intermédiaire d'un relais approprié RL.

Le système fig. 7-8 peut être entretenu à une amplitude d'environ  $270^\circ$  dans les conditions suivantes :

Le pôle  $N_2$  occupe la position fig. 8 lorsque le balancier est au point mort. Par suite, le flux  $F$  traversant la bobine BC, varie comme l'indique le diagramme fig. 9a.

La force électromotrice induite dans la bobine BC varie comme l'indique le diagramme fig. 9b. C'est cette force électromotrice qui détermine le courant d'entrée dans l'amplificateur ATr.

Le courant de sortie amplifié  $i_m$  présente la forme indiquée sur le diagramme fig. 9c. On voit que l'intervalle entre les impulsions de courant est de  $T/2$ . Les actions motrices peuvent être

assimilées à des impulsions brèves qui sont données après les passages au point mort, le retard étant de  $t_r$ . (Ce retard dépend de l'impédance du circuit de sortie comprenant BM et C.) Les passages successifs du courant moteur maximum  $i_m$  ont donc lieu lorsque le balancier occupe des positions angulaires différentes. Par exemple, la position du balancier étant définie par le rayon  $N_2O$  (passant par le pôle  $N_2$ ), les impulsions successives du courant moteur maximum ont lieu lorsque le balancier occupe deux orientations différentes  $n^\circ$  et  $n^\circ$  (voir fig. 8). Il est donc possible de déterminer un emplacement de la bobine BM permettant d'obtenir qu'une seule de deux impulsions de courant successives produise un couple électromagnétique. Pour cela, il suffit que pour l'une des émissions de courant, le pôle  $N_2$  soit éloigné de la bobine BM. Dans ces conditions, les impulsions motrices se succèdent à l'intervalle  $T$ , comme si le balancier était entretenu au moyen d'un échappement mécanique dit « à coup perdu ».

Le décalage de l'impulsion ainsi que les imperfections de construction troublant l'isochronisme, la période  $T$  dépendra un peu de l'amplitude. La cadence des oscillations pourra être corrigée à distance en déplaçant la manette du rhéostat RH. Cet organe électrique jouera ainsi, pour le réglage de l'avance et du retard, le rôle d'une « raquette » (sans toutefois présenter les inconvénients de cet organe mécanique).

Le balancier auto-entretenu peut être synchronisé au moyen d'une bobine auxiliaire BS recevant un courant intermittent de période  $T_s$ , voisine de  $T$ . Cette bobine agira sur  $N_2$  lorsque le balancier termine ses oscillations.

Pour réduire les perturbations causées par les modifications des frottements de l'axe dans ses paliers, on peut utiliser des pivots coniques et des vis-cornets  $V_1C$  et  $V_2C$  préalablement aimantés en permanence comme l'indique la fig. 7. Pour cela, ces pièces seront constituées par des matières nouvelles à champ coercitif très élevé et le degré d'aimantation sera réglé pour que les forces de répulsion magnétique soient juste suffisantes pour éviter l'adhérence exagérée qui cause les frottements nuisibles. On peut même obtenir que les pièces de guidage soient normalement séparées par une petite couche d'air, ce qui permet de supprimer le lubrifiant.

Divers changements peuvent être apportés aux systèmes décrits sans sortir du cadre de l'invention. Par exemple, dans le dispositif fig. 8, le balancier auto-entretenu pourrait être synchronisé au moyen d'un faible signal transmis par les procédés connus de télécommunications avec ou sans fil. Il suffirait que le signal engendre une petite tension électrique périodique  $U_s$

à l'entrée de l'amplificateur ATr; les bobines BM et BS pourraient être reliées en série aux bornes de sortie de ATr, la séparation des fonctions d'entretien et de synchronisation résultant du mouvement de  $N_2$  par rapport aux bobines.

Au lieu d'entretenir un balancier par des impulsions électromagnétiques directes, on peut se proposer d'exercer des impulsions mécaniques par l'intermédiaire d'organes tels que des fourchettes et des leviers d'impulsion analogues aux organes utilisés dans les échappements libres à ancre et à détente.

La fig. 10 représente un système de ce genre. Le balancier amagnétique BAL fait tourner d'un mouvement alternatif saccadé la fourchette F dont le contrepoids  $\Phi$  est aimanté en permanence. Ce contrepoids est disposé entre les noyaux ferromagnétiques (en matière extradouce) de deux petites bobines BC et BM reliées à l'amplificateur ATr. La fourchette F peut aussi actionner au moyen d'une ancre motrice la première roue à rochet  $R_0$  d'un compteur chronométrique.

Ce système fonctionne comme un échappement à ancre. Lorsque la cheville de plateau Ch agit sur la fourchette dans le sens des flèches, le pôle N s'écarte de BC et se rapproche de BM. La bobine BC se comporte comme l'enroulement générateur d'un « pick-up » et déclenche le passage d'un bref courant  $i_m$  qui augmente l'attraction exercée par le noyau de la bobine BM. Par suite, la fourchette F exerce sur le balancier une impulsion motrice et l'on voit que les actions successives de BC et de BM sont comparables aux fonctions dites de « dégagement » et « d'impulsion » des échappements mécaniques usuels.

La fourchette étant en équilibre magnétique instable entre BC et BM, on obtient un bon fonctionnement de l'ancre qui fait progresser  $R_0$  par demi-dents. Cette roue  $R_0$  peut être aimantée radialement comme la roue 13 (fig. 4), de même que les becs  $N'_1$ ,  $N'_2$  pénétrant alternativement dans la denture. Le sautoir mécanique que l'on utilise habituellement dans les mécanismes récepteurs à ancre motrice, peut être remplacé par un sautoir magnétique formé par les aimants  $N_1$ ,  $S_1$  et  $N_2$ ,  $S_2$ .

Dans l'exposé précédent on a décrit divers dispositifs d'entretien applicables aux mouvements alternatifs. Les amplificateurs à transistors permettent aussi d'entretenir des mouvements de rotation continue d'un seul sens.

La fig. 11 représente, à titre d'exemple, un moteur magnétique sans contact alimenté par une batterie S (piles ou accumulateurs) ou par un courant alternatif redressé.

Le moteur comporte un rotor formé par les aimants rotatifs AC et AM. Ces aimants, constitués par des disques aimantés transversalement, jouent le rôle de volants et tournent respectivement dans des stators bipolaires à pôles très enveloppants (forme permettant de réduire les variations cycliques de réductance). Les stators sont munis d'enroulements BC,  $BM_1$  et  $BM_2$ . Les organes AC-BC se comportent comme un alternateur de faible puissance chargé de fournir le signal d'entrée à l'amplificateur ATr. Ce dernier fournit une puissance beaucoup plus élevée à l'enroulement  $BM_1$ - $BM_2$  chargé de faire tourner l'aimant AM. Pour cela l'aimant AC doit être convenablement calé par rapport à AM de façon que les impulsions de courant se produisent toujours lorsque le rotor occupe une position angulaire favorable.

On remarquera que ce principe de commande est analogue à celui du système fig. 1.

Le croquis fig. 11 doit être considéré comme un schéma de principe. Des simplifications de construction peuvent être obtenues en se servant de pièces communes pour obtenir plusieurs fonctions. Par exemple un seul aimant AM pourrait servir à déclencher le signal tout en recevant les impulsions motrices. Au lieu d'un transistor simple, on pourrait recourir à un amplificateur, type Push-Pull, classe B, pour développer un courant alternatif en phase avec le mouvement rotatif de AM. On peut même envisager la création d'un signal polyphasé capable d'actionner par plusieurs transistors un moteur polyphasé donnant un couple utile constant ou faiblement ondulé.

Les moteurs sans contacts sont particulièrement intéressants pour la réalisation d'horloges ou chronomètres du type à remontage électrique actionnés par une source d'énergie permanente (pile, accumulateur), ou courant alternatif redressé avec générateur électrique de secours. Divers organes déjà utilisés dans les horloges dites « secteur » sont applicables; toutefois le démarrage du type de moteur fig. 11 n'étant pas assuré automatiquement, il faut mettre en œuvre des dispositifs auxiliaires, mécaniques ou électriques, pour pouvoir éviter l'arrêt permanent du moteur. Ce résultat est atteint en appliquant aux mouvements horaires régularisés par les échappements ordinaires les combinaisons de moyens suivantes :

a. Moteur (fig. 11), de faible puissance, tournant constamment en actionnant la roue d'échappement par l'intermédiaire d'un ressort spiral ou d'un accouplement à friction ou à hystérésis;

b. Remontage d'un petit barillet à ressort par un moteur (fig. 11) dont la vitesse est réduite

par un frein agissant opportunément lorsque l'armage du ressort devient exagéré;

c. Remontage d'un petit barillet à ressort au moyen d'un moteur (fig. 11) qu'un mécanisme approprié arrête lorsque l'armage est effectué, mais qui est lancé périodiquement par le rouage horaire (par exemple au moyen de la chute brusque d'un bras de lancement à cliquet, que soulève ensuite une came (limaçon ou roue à rochet) tournant lentement.

Il n'est pas utile de décrire en détail la réalisation pratique de ces systèmes car elle est à la portée des hommes de métier. La permanence de la source d'énergie permet de régulariser le couple moteur agissant sur l'échappement et d'obtenir ainsi une grande précision chronométrique.

Pour mieux bénéficier des qualités des nouveaux moteurs, il est utile aussi d'atténuer tous les frottements de glissement. Ce résultat peut être obtenu notamment au moyen des particularités de construction schématisées par les fig. 12 à 15.

La fig. 12 montre comment on peut réduire l'usure et les irrégularités de fonctionnement de l'échappement de Graham. La roue d'échappement Re et les becs de l'ancre Ac sont constitués par des matières peu fragiles présentant un grand champ coercitif et préaimantées comme l'indiquent les flèches. On réduit ainsi les forces de contact entre les pièces qui transmettent le travail mécanique du ressort moteur au balancier. La fig. 13 se rapporte aux échappements à cheville; l'extrémité active de chaque cheville d'ancre est aimantée de façon à tendre à repousser la dent sur laquelle elle agit. La fig. 14 concerne les paliers de guidage des axes; les frottements ont été atténués en constituant les pivots et les coussinets par des matières dures aimantées qui tendent à se repousser.

Toutefois on conserve les jeux très faibles adoptés dans la construction mécanique courante de façon à assurer les guidages précis.

La fig. 15 représente une suspension à couteaux, dont les pièces constitutives Ct et G sont fortement aimantées et tendent aussi à se repousser. Dans tous ces systèmes la force de répulsion magnétique est réglée à une valeur voisine de la force qui tendrait à créer le frottement en l'absence de préaimantation.

Les fig. 16 et 17 représentent deux variantes d'exécution de moteurs établis suivant le principe schématisé par la fig. 11. Les changements permettent de donner une très grande liberté au rotor et conviennent à la réalisation des micro-moteurs. Dans le dispositif fig. 16, l'aimant circulaire A est entouré par un blindage extradoux B1. Il tourne devant les bobines fixes BC

et BM qui ne comportent pas de noyaux ferromagnétiques. Dans le dispositif fig. 17, le rotor est analogue à un équipement galvanométrique astatique, comportent les aimants A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> entre lesquels sont disposées les bobines fixes creuses BC et BM; l'axe, muni du pignon de commande pg, étant soigneusement pivoté, le moteur (fig. 17) peut tourner sous l'influence d'un courant périodique extrêmement faible. Les pertes par aimantation périodiques de fer doux sont évitées.

Les montages d'amplification ont été représentés dans les dessins sous forme de schémas très simplifiés et l'on pourrait évidemment ajouter des organes accessoires utiles destinés soit à améliorer l'amplification, soit à modifier la phase des courants moteurs, soit à éviter les perturbations causées par les variations de tension de la source S ou par les modifications de la température ambiante. Selon des techniques bien connues, on peut ajouter des inductances, des mutuelles inductances, des thermistances, des condensateurs, etc.

Les montages d'auto-entretien pourraient aussi être modifiés. On peut aussi envisager l'établissement des circuits oscillants dans lesquels les transistors joueraient le rôle de résistances négatives, la période d'oscillation étant régularisée par des oscillateurs électromécaniques entretenus type fig. 1 et fig. 7.

Par des montages analogues aux systèmes pendulaires précédemment décrits, on peut entretenir divers types d'horloges et d'étalons de fréquence (notamment les horloges à lames vibrantes, à diapason, à pendules de torsion, etc.).

Les perfectionnements que l'on vient de décrire peuvent être appliqués séparément ou en toutes combinaisons et avec les variantes conformes à l'esprit de l'invention. Dans les systèmes auto-entretenus et synchronisés par l'intermédiaire d'un « transistor » le signal synchronisant pourrait être fourni par un micro-alternateur type AC-BC (fig. 11) actionné par un moteur synchrone branché sur un secteur à fréquence contrôlée.

Les dispositifs fig. 12 à 15 sont applicables aux horloges mécaniques, aux servo-moteurs et à divers instruments de mesure (galvanomètres, compteurs, dynamomètres, balances, etc.).

#### RÉSUMÉ

L'invention a pour objet les principaux perfectionnements suivants, pouvant être appliqués séparément ou en combinaison :

a. Remplacement des contacts électriques intermittents par des dispositifs amplificateurs sans tubes à vide (type ou genre « transistors »),

recevant du mouvement à entretenir un signal obtenu sans contacts matériels (tension induite par exemple) et agissant sur un organe mobile par une action motrice électromagnétique périodique dont la puissance est automatiquement limitée;

b. Atténuation des frictions dans les mécanismes à liaisons complètes réalisés avec de faibles jeux dans les organes de guidage et de transmission de force, par des répulsions magnétiques sensiblement égales aux forces de contact qui, dans les systèmes usuels, donnent lieu à des adhérences et à des arrachements de particules matérielles.

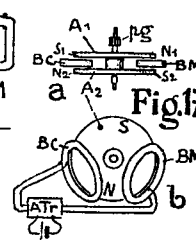
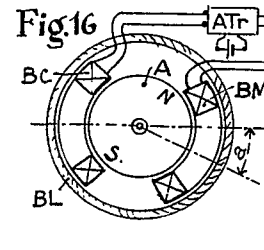
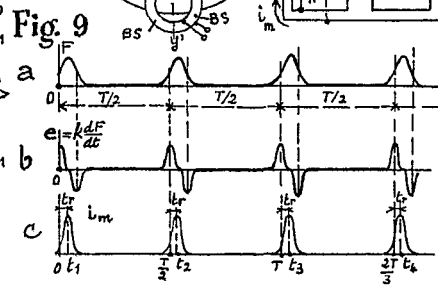
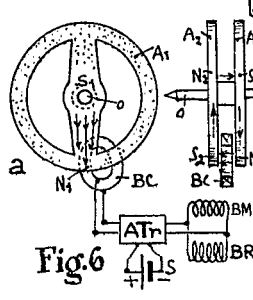
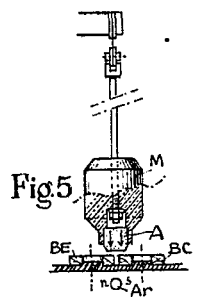
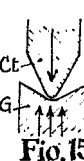
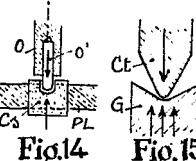
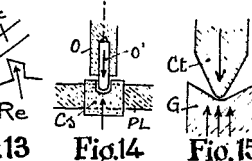
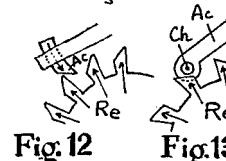
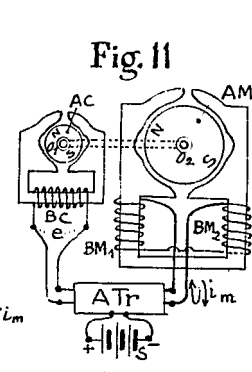
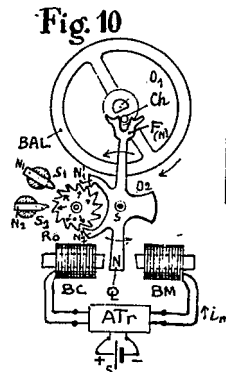
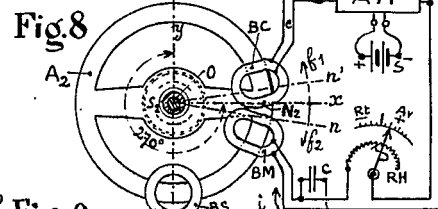
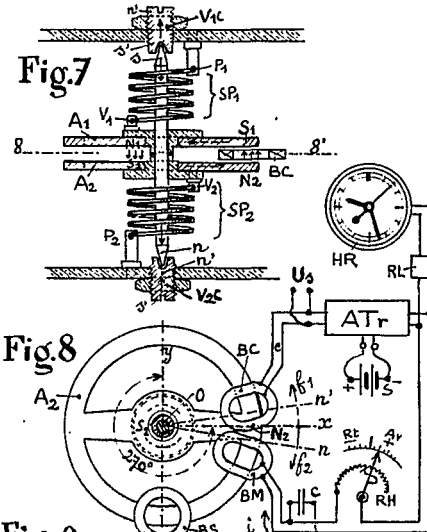
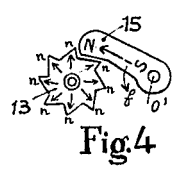
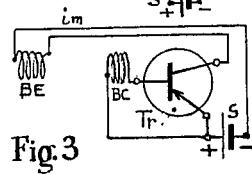
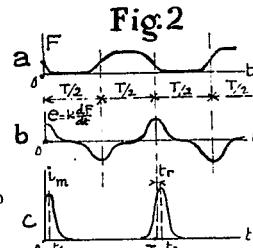
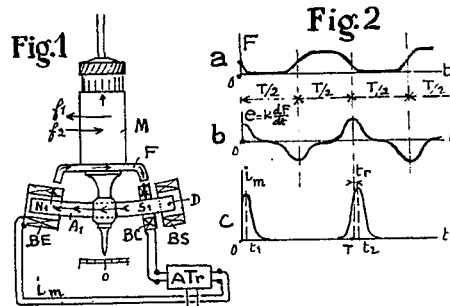
L'invention porte aussi sur des produits industriels nouveaux, notamment sur les horloges, chronomètres, les montres, les micro-moteurs, etc., qui ne comportent pas de contacts électriques intermittents et fonctionnent à l'aide

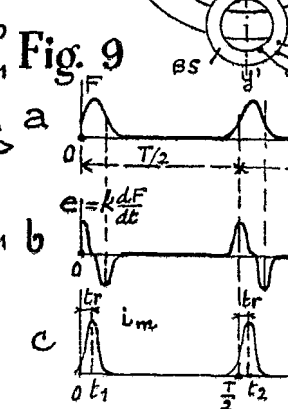
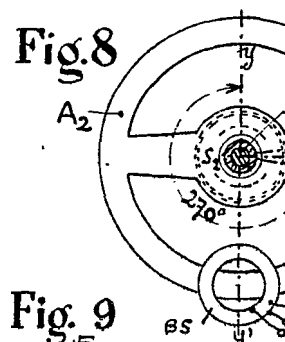
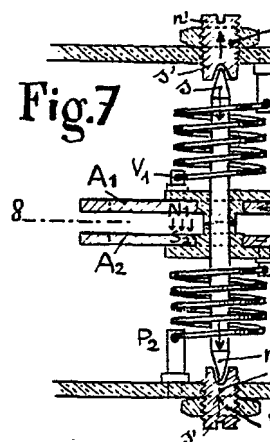
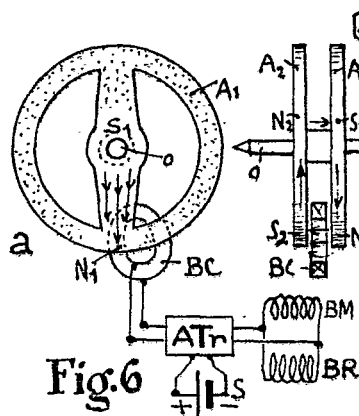
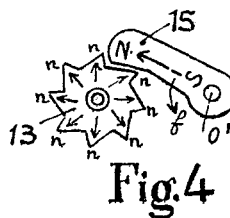
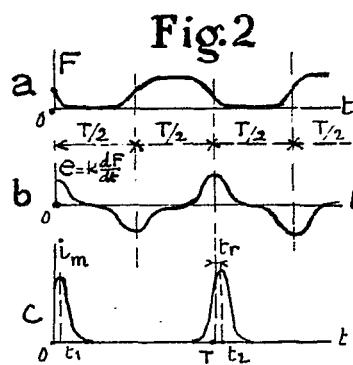
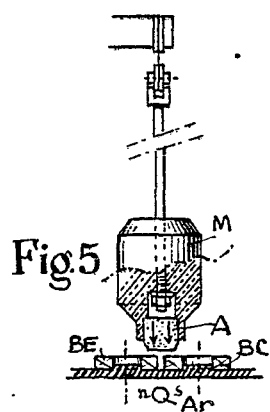
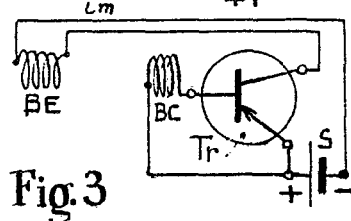
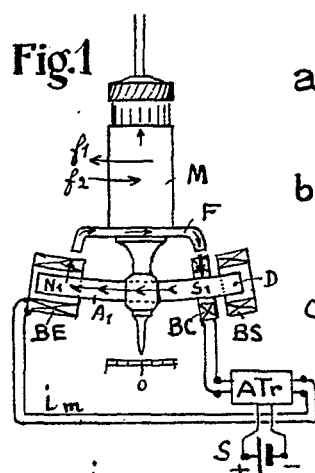
de « transistors » et de générateurs à tension continue de très faible puissance.

L'invention porte aussi sur des organes et pièces détachées de mécanismes perfectionnés, tels que : balanciers partiellement aimantés; roues d'échappement et levées d'ancre; pivots et coussinets préaimantés dans des conditions spéciales assurant la réduction des frottements de glissement.

L'invention s'étend aux balanciers auto-entretenus et contrôlés à distance au moyen de « transistors » qui amplifient à la fois les signaux en phase avec le mouvement alternatif et les signaux synchronisants transmis par fil ou sans fil.

SOCIÉTÉ ANONYME  
DES ÉTABLISSEMENTS LÉON HATOT,  
rue Beudant, 9. Paris (XVII<sup>e</sup>).





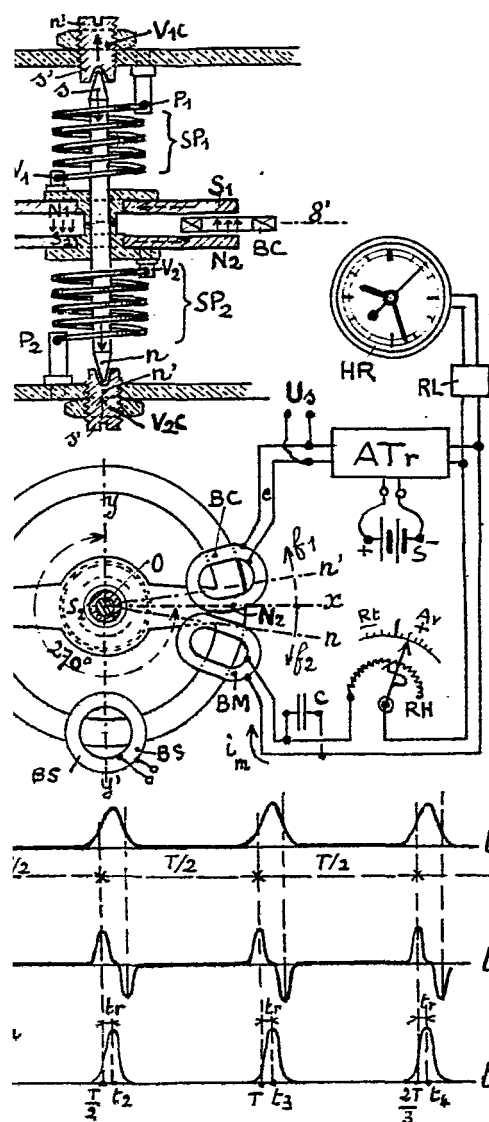


Fig. 10

Fig. 11

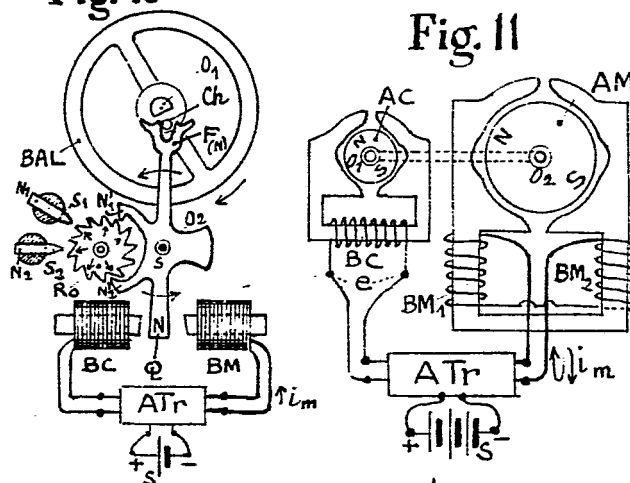


Fig. 12

Fig. 13

Fig. 14

Fig. 15

Fig. 16

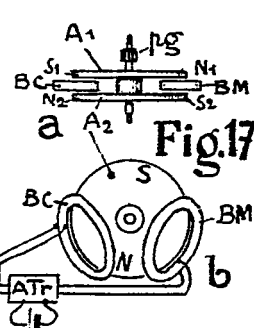
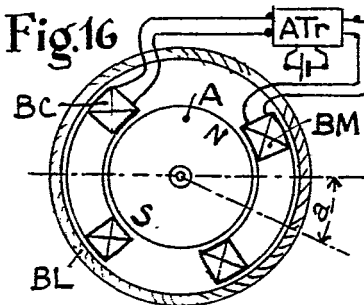


Fig. 17