

Horloges électriques et installations horaires perfectionnées.

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

Demandé le 11 mars 1949, à 14^h 8^m, à Paris.

Délivré le 28 mars 1951. — Publié le 1^{er} août 1951.

(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 les horloges électriques et plus particulièrement les horloges importantes du type bien connu Fery, à pendules moteurs, comportant de longues aiguilles trotteuses et munies de dispositif de réglage ou de synchronisation, ainsi que des mécanismes chargés de fermer plusieurs interrupteurs robustes à divers intervalles de temps (demi-seconde, seconde, double-seconde, demi-minute, quart de minute, multiples de 5 minutes, etc.).

Les horloges du type considéré doivent accomplir des travaux mécaniques relativement importants et sont, par suite, très exposées aux dérèglages et aux arrêts provenant des variations des frottements et de l'encrassement des contacts électriques.

Les horloges électriques connues du genre considéré ayant été établies avec des mécanismes compteurs analogues aux mouvements d'horlogerie mécanique de gros volume, il a été nécessaire d'atténuer les effets des forces passives instables. Jusqu'à présent, ce résultat n'a été obtenu que par la mise en œuvre des particularités de construction suivantes :

1° Employer un pendule très lourd et des organes magnéto-électriques de grandes dimensions, capables de fonctionner avec un rendement élevé malgré l'importance de la puissance mécanique à produire;

2° Prolonger la durée de la force électromagnétique motrice sur une partie importante des courses du pendule; (autrement dit, adopter une amplitude de marche voisine de l'amplitude-limite minimum pour laquelle le pendule-moteur commence à faire tourner pas-à-pas la roue à rochet qui commande le contact d'entretien, les aiguilles du cadran ainsi que tous les interrupteurs et commutateurs utiles).

Ces caractéristiques de fonctionnement présentent les inconvénients suivants :

1° La marche autonome est compromise par une faible réduction de la tension électrique de la pile. Par suite, il est indispensable d'utiliser une pile spéciale analogue aux piles-étalons constantes (par exemple, une pile à liquide Latimer-Clark, qui est fragile et dont la fabrication est difficile et coûteuse);

2° L'emploi d'un pendule très lourd et d'une bobine de grand diamètre nécessite une construction massive du bâti et du socle de l'horloge et elle conduit à des moyens de fixation compliqués. Les moindres vibrations peuvent amener des arrêts, la sûreté de marche due à la différence entre l'amplitude de régime et l'amplitude-limite minimum étant très faible;

3° Pour transporter les horloges considérées, il faut retirer les balanciers et les emballer avec beaucoup de précautions, car ces balanciers sont munis de cliquets très délicats. La mise en place du balancier, lors de la pose de l'horloge, constitue une opération difficile qui doit être confiée à un ouvrier spécialiste très soigneux. Il arrive souvent que, par suite d'un geste maladroit, la suspension à lames d'acier (très délicate et très fragile) est détériorée ou brisée. Cet accident se produit aussi très fréquemment lorsqu'on manipule le pendule dans le but de modifier la position de la masse de réglage;

4° Malgré l'augmentation du poids du balancier les variations des frottements mécaniques entraînent des changements de l'amplitude de régime. Il en résulte des « sauts de réglage » atteignant souvent plusieurs secondes par jour.

Les horloges connues considérées sont généralement munies d'organes de correction électrique de leur cadence et d'organes de synchronisation. Ces systèmes laissent aussi à désirer pour les raisons suivantes :

1° Le réglage à distance de cadence autonome et la synchronisation du pendule sont obtenus au

moyen d'un dispositif compliqué et de faible rendement comprenant trois bobines spéciales, un potentiomètre et deux piles de gros volume. Ces piles doivent débiter une puissance électrique relativement grande et s'usent inégalement, ce qui entraîne des inexactitudes. Le champ magnétique provenant des piles de réglage nuit aux qualités chronométriques du pendule régulateur muni d'un aimant;

2° La marche synchrone est précaire car elle exige des émissions de courant d'intensité à peu près constante; il faut, de plus, que les écarts entre la période propre du balancier et la période synchronisante restent toujours compris entre des limites très rapprochées et les horloges s'arrêtent si les impulsions d'auto-entretien font défaut;

3° Lorsqu'on se propose de maintenir en concordance un très grand nombre d'horloges, les moyens connus de synchronisation ne permettent pas d'obtenir une marche stable et sûre. Les variations de tension, les accidents locaux et les courants de circulation provenant des tensions induites dans les bobines reliées entre elles provoquent souvent des battements d'amplitude et des arrêts des compteurs chronométriques;

4° Les contacts actionnés par les mécanismes des horloges considérées ne sont pas d'accès facile. Pour les visiter et les nettoyer il faut procéder à des démontages d'organes et à des réparations difficiles qui ne peuvent être faites sur place. De plus, ces contacts peuvent être détériorés par certaines manœuvres des aiguilles, au cours des remises à l'heure. Les réparations à l'atelier sont rendues très gênantes par les difficultés de transport des horloges.

La présente invention, système Marius Lavet, a pour but d'éviter tous ces inconvénients. Elle est caractérisée notamment par des dispositions mécaniques nouvelles qui permettent de réduire les résistances passives irrégulières, telles que les frottements de glissement et d'améliorer la stabilité de l'amplitude des oscillations. Il n'est demandé au balancier-moteur qu'une faible puissance mécanique pour commander dans de bonnes conditions trois longues aiguilles à axes concentriques et de nombreux interrupteurs convenant aux divers récepteurs usuels.

Les organes magnéto-électriques sont de bon aspect. Ils peuvent être alimentés au moyen de piles commerciales à liquides immobilisés de fabrication courante et relativement peu coûteuse. Cette possibilité résulte principalement du fait que les qualités et proportions des organes moteurs et des dispositifs de transmission ont été modifiés de façon que l'horloge n'exige qu'une puissance électrique minimale pouvant subir des variations très importantes. A cet effet, l'amplitude des oscillations assurant la progression dent par dent de la roue à rochet peut varier entre des limites très

écartées, par exemple entre 1,5 et 5 degrés. Une seule bobine de réglage, disposée symétriquement à la bobine d'auto-entretien par rapport à l'axe vertical de l'horloge, permet d'effectuer soit le réglage à distance de la marche autonome, soit la synchronisation du balancier. Dans les deux cas, les forces électromagnétiques utilisées ont une direction à peu près horizontale. La force intermittente opérant la synchronisation concorde toujours avec le mouvement et contribue à la sécurité de la marche; cette force peut subir des variations importantes d'intensité et de cadence sans que la commande synchrone des aiguilles risque d'être troublée; de plus, les organes synchronisants et de réglage ne nuisent pas à la précision de la marche autonome. La bobine de réglage peut permettre aussi de rétablir une amplitude satisfaisante de marche autonome en cas d'augmentation des forces passives ou d'affaiblissement de la pile d'auto-entretien.

Tous les contacts électriques de l'horloge perfectionnée suivant la présente invention sont visibles et peuvent être nettoyés très facilement car ces opérations ne nécessitent pas le démontage du mécanisme. Ces contacts, d'ailleurs, ne coupent que des courants de faible intensité passant dans des enroulements de cuivre entourant des aimants permanents en matière dont la perméabilité différentielle est minimale. On réduit de la sorte l'énergie électrocinétique qui détériore les contacts électriques des horloges électriques connues.

Pour transporter l'horloge, il n'est pas nécessaire de décrocher le balancier. Des moyens simples permettent de le bloquer rigidement sur le bâti. Tous les organes fragiles sont très efficacement protégés contre les efforts provenant des chocs ou de manipulations maladroites. A cet effet, des butées s'opposent aux déformations excessives des pièces flexibles et des dispositifs d'accouplement à friction pouvant patiner limitent convenablement les forces exercées sur les petites pièces du mécanisme.

L'invention s'étend aux installations horaires comprenant de nombreuses horloges-mères synchronisées à grande distance, capables d'actionner des récepteurs de forte consommation et notamment des horloges monumentales. Elle s'applique aussi aux mesures du temps de très haute précision et aux systèmes de transmission et de conservation de l'heure exacte par des horloges munies de réserves importantes d'énergie.

L'horloge-mère perfectionnée, complétée par des relais à grand pouvoir de commutation électrique, peut s'adapter avec souplesse aux conditions locales les plus variées et convient spécialement aux installations horaires des grands Services publics. Les organes qui la constituent permettent de réaliser des mouvements horaires d'encombrement

réduit pouvant être logés facilement dans des boîtiers métalliques à fermeture hermétique. Les mouvements en question peuvent être facilement complétés par des organes adaptés aux nouveaux moyens de contrôle et de synchronisation, dont le développement est actuellement envisagé (synchronisation par la fréquence des réseaux de distribution d'énergie ou par signaux horaires transmis par les procédés de la télégraphie ordinaire ou multiple et par les systèmes de radiocommunications. L'invention porte, en particulier, sur des montages perfectionnés utilisant des signaux intermittents pour le maintien et le contrôle de l'exactitude des installations de distribution d'heure.

Les horloges et installations faisant l'objet de la présente demande de brevet sont décrites ci-après, en se référant au dessin annexé dans lequel :

La figure 1 représente les organes magnéto-électriques moteurs d'une horloge perfectionnée selon l'invention;

La figure 2 est une vue en coupe de profil correspondant à la figure 1;

La figure 3 est une vue de profil montrant le dispositif prévu pour assurer le blocage du balancier pendant le transport de l'horloge;

Les figures 4 et 5 montrent les particularités du champ magnétique du nouvel aimant principal agissant sur les enroulements d'auto-entretien et de réglage de l'horloge;

La figure 6 montre le spectre magnétique des aimants utilisés antérieurement à l'invention;

La figure 7 représente le dispositif d'aimantation qui permet d'obtenir la répartition spéciale des lignes de forces caractérisant le nouvel aimant fig. 4 et 5;

Les figures 8 à 14 montrent les nouvelles proportions et disposition adoptées pour le compteur chronométrique et pour les contacts électriques manœuvrés par le rouage;

Les figures 15 et 16 montrent les particularités de construction qui permettent d'assurer une bonne visibilité de tous les contacts et de simplifier le rouage tout en facilitant les opérations d'entretien;

La figure 17 est un diagramme précisant les propriétés chronométriques de l'horloge perfectionnée selon l'invention;

Les figures 18 à 20 représentent les nouveaux dispositifs prévus pour assurer à distance les corrections de la cadence du balancier;

La figure 21 représente une installation chronométrique de haute précision fournissant des émissions de courant de forte intensité inversées toutes les demi-secondes;

La figure 22 représente un dispositif de correction automatique applicable à l'unification de l'heure au moyen d'une série de « tops » de seconde;

Les figures 23 et 24 représentent des dispositifs de remise à l'heure applicables aux horloges perfectionnées selon l'invention;

La figure 25 montre une variante de construction permettant de loger l'horloge dans une boîte ronde de faible diamètre;

Les figures 27 et 28 sont des schémas d'installation permettant d'appliquer les horloges perfectionnées à la transmission de signaux horaires, à la remise à l'heure automatique ainsi qu'au contrôle de distributions d'heure importantes.

Les figures 1 à 5 représentent les principaux organes d'un balancier moteur perfectionné selon la présente invention. La période propre de ce balancier est de une seconde. Les organes magnéto-électriques comprennent deux aimants spéciaux A_1 et A_2 et deux bobines BE et BS. Lorsque le balancier est au repos, les aimants et les bobines ont des formes symétriques par rapport à l'axe vertical de l'horloge, comme l'indique la figure 1. La masse oscillante M comporte deux parties 1 et 2 réglables en hauteur, dont l'une 2 est un écrou moletté de faible poids qui constitue un curseur de réglage destiné aux faibles corrections de cadence.

Les bobines BE et BS entourent les extrémités de l'aimant supérieur A_1 et agissent ainsi sur un rayon R voisin du rayon du centre d'inertie de la masse oscillante. Le pendule est muni d'une pointe de mise d'aplomb se déplaçant devant une règle 4 graduée en degrés, destinée à repérer les amplitudes de fonctionnement ainsi que les angles d'inclinaisons correspondant aux fonctions importantes. (Les valeurs utiles à considérer pour les réglages et mises au point après les réparations sont mentionnées dans une notice jointe à l'appareil).

La règle graduée 4 est fixée sur une équerre 5. Cette équerre porte une vis 6 à tête moletée servant au blocage du balancier en vue du transport de l'horloge sans risque de détérioration. L'équerre 5 est fixée sur la plaque de base 7 du bâti au moyen de vis 8 traversant des trous ovales dans le sens vertical, ce qui permet de choisir aisément, pendant le montage de l'appareil, la position convenable de l'équerre 5 afin que l'on puisse immobiliser solidement le balancier (comme l'indique la vue de profil fig. 3) sans exercer d'efforts de traction excessifs dans la direction verticale. On remarquera sur les figures 2 et 3 la position de la vis 6 par rapport à la plaque de base 7. Après blocage, la masse M du balancier prend appui contre le bâti 7 et les extrémités de l'aimant A_1 appuient sur l'intérieur des bobines BE et BS, ce qui empêche tout mouvement de torsion de la suspension à lames d'acier du pendule. La masse M porte à la hauteur de son centre de gravité un ergot 9 en faible saillie qui s'engage dans un trou

ovale de la plaque de base 7. Dans ces conditions, la masse M ne peut pas prendre des vibrations latérales sous l'influence des fortes secousses et la suspension du balancier ne risque pas d'être détériorée pendant le transport de l'horloge.

Une forte aimantation permanente communiquée aux pièces A1 et A2 produit des champs magnétiques très intenses dans les régions se trouvant vis-à-vis des pôles N_1 , S_1 , S_2 et S_3 indiqués sur la figure 1. Des traits ponctués et des flèches montrent les directions des lignes de force principales et les figures 4 et 5 montrent aussi, avec plus de détails, les particularités du circuit magnétique permanent développé par l'aimant A_1 . On remarquera que près de l'extrémité gauche G de l'aimant A1, le champ magnétique extérieur est à peu près radial sur une longueur l relativement faible par rapport à la longueur de la bobine BE. Lorsque le pendule est vertical, la région cylindrique active N_1 de l'aimant A_1 se trouve vis-à-vis du milieu de la bobine BE.

L'aimantation de A1 est bipolaire mais elle est dissymétrique comme l'indiquent les figures 1, 4 et 5; le pôle S_1 du côté de l'extrémité droite de A_1 , se trouve décalé à gauche de la bobine BS lorsque le pendule oscille à une faible amplitude (de l'ordre de un degré et demi). Il n'y a plus de lignes de force externes radiales dans le cylindre ferromagnétique compris entre S1 et D; autrement dit, dans ce volume, les « domaines élémentaires de Weiss » ont des directions d'aimantation très variées réparties au hasard et l'aimantation résultante, ou aimantation apparente, est nulle.

L'aimant bipolaire représenté sur les figures 4 et 5 se distingue ainsi des aimants bipolaires antérieurement appliqués aux horloges électriques. En effet, les lignes de force des aimants ordinaires connus ont, au voisinage des extrémités polaires, les formes représentées sur la figure 6.

Pour obtenir l'aimantation particulière représentée sur la figure 6, il est nécessaire d'employer des produits ferromagnétiques durs de haute qualité et de recourir à des dispositifs d'aimantation particuliers. Selon l'invention on constitue au moins l'aimant A_1 par une matière présentant un champ coercitif supérieur à 400 oersteds, matière représentant, de plus, une très faible perméabilité différentielle (voisine de celle de l'air). On effectue, par exemple, l'aimantation de la façon suivante. On prend un barreau préalablement désaimanté sur toute sa longueur au moyen d'un champ alternatif décroissant jusqu'à 0, puis on procède à l'aimantation définitive par le dispositif fig. 7, constitué par une pièce F en fer doux méplat, repliée en forme de U et percée de deux trous du diamètre de l'aimant. Les régions N_1 et S_1 se trouvent entourées de fer doux sur les longueurs l et l' (indiquées par les figures 4 et 5).

En lançant dans le fil une ou plusieurs émissions d'un courant continu I très élevé, on obtient l'aimantation désirée. On retire ensuite l'aimant A_1 et il en résulte une certaine perte d'aimantation; celle qui persiste est suffisamment élevée et très stable. Le champ magnétique extérieur obtenu correspond aux figures 1, 4 et 5.

Les organes moteurs décrits ci-dessus sont utilisés de la façon suivante: la bobine BE est réservée pour produire les impulsions d'auto-entretien actionnant le pendule; la bobine BS est destinée à la synchronisation ou à certaines corrections de cadence dans les conditions qui seront précisées plus loin.

Les figures 8 à 16 indiquent les particularités de construction du mécanisme et elles permettent à un homme de métier de reconnaître les changements apportés à la construction des appareils connus. Les figures 8, 8 bis et l'échelle fig. 9, indiquent les proportions et les dimensions adoptées, de préférence, pour l'encliquetage de commande du compteur chronométrique. Lorsque le pendule est vertical, l'extrémité du cliquet moteur 10 occupe par rapport à la denture de la roue à rochet à 8 dents 11, la position indiquée sur la figure 8 bis. La dent d_1 est attaquée lorsque le pendule se déplaçant dans le sens f , se trouve avant la verticale d'un angle α_2 d'environ 1,5 degré. Le cliquet mène la roue à rochet sur un parcours angulaire du pendule de 3 degrés, dont la moitié a lieu après la verticale. A la fin de ce parcours, le rochet 11 progresse brusquement de lui-même, sous l'influence de la chute d'un galet rotatif 12 agissant sur une roue à rochet 13, comme l'indique la fig. 11. Le galet soigneusement pivoté, appartient à un sautoir d'axe O2. Ce sautoir est relativement lourd; il est composé de platines découpées 14 et 15 réunies par des piliers 16 et 17 (fig. 12). Les pivots du galet tournent dans les coussinets en bronze dur ou en pierres.

L'axe O_1 du rochet 11 porte un pignon 18, engrenant avec la roue dentée 19 entraînant l'axe O3 de l'aiguille trotteuse. La roue 19 est reliée à l'axe O3 par un ressort flexible 20, formant liaison à friction, pouvant patiner lorsqu'on déplace l'aiguille trotteuse AT (fig. 15 à 16) pour une remise à l'heure. L'axe O_1 porte aussi le rochet 13 (à 8 dents) du sautoir et une came 21 destinée à actionner un interrupteur électrique se fermant toutes les deux secondes, durant 1 seconde. Cet interrupteur est représenté spécialement sur la figure 10; il comporte un galet rotatif 22 monté sur l'extrémité d'un ressort très flexible 23 reposant sur une contre-lame 24. La came 21 présente 4 bossages faiblement ondulés qui viennent successivement soulever le galet 22 lorsque la roue à rochet 11 progresse de deux dents. La lame 23, en se soulevant, établit un contact entre une gou-

pille 25 et deux lamelles 26 munies de garnitures en métal précieux. L'expérience montre que ce dispositif d'interrupteur fonctionne avec une très faible dépense d'énergie mécanique, car le travail effectué par la came 21 pour soulever 23 est en grande partie restitué lorsque le galet 22 retombe.

Le sautoir 14-15 est muni d'un doigt réglable 27 (fig. 13) qui abaisse les extrémités d'un ressort de contact à deux lamelles 28 (voir fig. 12 et 14). Les extrémités de ces lamelles sont garnies de tubes en métaux précieux 29. Lorsque le sautoir occupe la position fig. 11, les garnitures 29 sont légèrement écartées d'une goupille conductrice isolée 30, en raison de la pression du doigt 27. Lorsque le rochet 11 progresse de 1 dent, le sautoir à galet 12 se soulève ainsi que le doigt 27, ce qui permet aux lamelles 28-29 d'établir un bon contact électrique avec la goupille 30. Le contact intermittent 29-30 est utilisé pour alimenter périodiquement la bobine d'auto-entretien BE. Il ne se détériore pas car l'intensité du courant et l'auto-inductance du circuit sont très faibles.

L'aiguille des minutes 31 et l'aiguille des heures 32 sont commandées par le mécanisme représenté sur les figures 15 et 16. Les axes tubulaires faisant respectivement 1 tour en 1 heure et 1 tour en 12 heures sont guidés par un tube mince 33, en acier inoxydable, solidement maintenu par une assiette 34, à l'intérieur de la cage du rouage.

Le rouage comporte, en plus, un axe O_4 , entraîné par engrenages, chargé de commander un interrupteur-inverseur de distribution d'heure INV (type minute, demi-minute ou quart de minute). Il comporte aussi un axe O_5 , tournant de 1 tour par heure permettant d'actionner un contact I5 se fermant une fois toutes les 5 minutes. Enfin, la minuterie actionne une grande roue de déclenchement RD tournant à la vitesse de 1 tour par 24 heures. (Cette roue permet, par exemple, de déclencher des sonneries à des heures choisies à volonté de 5 en 5 minutes, selon un programme journalier, au moyen de dispositifs d'interrupteurs en série, connus en eux-mêmes).

Le cadran de l'horloge est ajouré en son centre comme l'indique la figure 15 et l'on voit que tous les contacts électriques délicats sont visibles. On peut donc facilement vérifier leur bon fonctionnement et l'on peut même les nettoyer sans avoir à démonter le mécanisme. Il est prévu de pouvoir retirer le cadran CD de l'horloge sans démonter les aiguilles; pour cela, il suffit d'amener les aiguilles (montées à friction) dans les positions représentées fig. 15 et de retirer le cadran en sens f après l'avoir disposé obliquement selon le tracé ponctué CD', fig. 16.

Les organes perfectionnés que l'on vient de décrire présentent les propriétés suivantes :

L'enroulement BE peut être choisi de façon que

l'amplitude de régime obtenue par une pile usuelle de 1,4 volt soit comprise entre 3 et 5 degrés. L'expérience montre que ce résultat est assuré au moyen d'un courant très faible établi chaque seconde par le contact 29-30. L'horloge peut aussi fonctionner avec une amplitude deux fois plus faible et, par suite, la sûreté de marche obtenue est très grande.

Les propriétés chronométriques de l'horloge sont indiquées sur le diagramme fig. 17, dans lequel la courbe ponctuée (1) représente, à titre de comparaison, le retard rt d'un pendule libre (dépourvu de mécanisme) lorsque l'amplitude d'oscillation croît. Le pendule perfectionné présente un retard qui décroît lorsque l'amplitude croît, comme l'indique la courbe en traits pleins (2). L'allure de cette courbe provient du fait que l'impulsion motrice se donne sur un petit parcours avant la verticale et sur un parcours plus grand après la verticale; de plus, le sautoir 12-16-17, relativement lourd, cause un choc assez important qui a lieu à l'instant de l'attaque de la roue à rochet 11 par le cliquet 10, c'est-à-dire avant le passage du pendule par la verticale. On sait que les forces motrices et passives agissant sur un pendule modifient la loi des variations de la période d'oscillation en fonction de l'amplitude des pendules auto-entretenues. Selon l'invention on choisit de préférence la valeur de la masse pendulaire pour que la courbe (2) passe par un minimum lorsque l'amplitude prend une valeur maximum A_m plus grande que l'amplitude de régime A_2 obtenue au moyen d'une pile normale. Cette amplitude A_2 est choisie 2 à 3 fois plus grande que l'amplitude minimum A_d suffisante pour faire fonctionner le compteur chronométrique (amplitude minimum de démarrage). Dans ces conditions, lorsque, par suite d'une augmentation anormale de l'amortissement l'amplitude passe de A_r à A'_r , la période propre augmente légèrement et cause un petit retard τ (ce retard τ est de l'ordre de quelques secondes par jour). Ces propriétés sont mises à profit pour favoriser le réglage et la synchronisation de l'horloge, au moyen de la bobine BS, ainsi que cela sera expliqué plus loin.

L'horloge décrite ci-dessus peut être complétée par un correcteur magnétique de cadence formé par un petit aimant A_3 (représenté séparément fig. 18) disposé comme l'indique la fig. 19. Cet aimant développe un champ magnétique agissant sur A_2 . En changeant son orientation au moyen d'un bouton BR extérieur au boîtier, on peut modifier un peu la cadence et faire avancer ou retarder l'horloge de quelques secondes par jour. L'effet peut d'ailleurs être plus ou moins modéré; il suffit de constituer l'aimant A_3 par une matière moderne de champ coercitif très élevé et de la désaimanter partiellement, après une aimantation

NS à saturation. L'influence peut être notée sur une graduation et cet étalonnage reste ensuite constant. Un autre moyen de réglage de la cadence est indiqué par la fig. 19. Il consiste à relier les extrémités de la bobine BS à un rhéostat à manette M. Une résistance est insérée dans le circuit de façon que la modification maximum d'amortissement fasse varier l'amplitude d'une faible quantité, entre A_r et A'_r , comme l'indique la fig. 17. Pour utiliser ce dispositif, on commence par régler l'horloge (soit par le curseur 2, soit par l'aimant A_3 , fig. 19) de façon que, lorsque M est au milieu de la graduation, l'horloge fonctionne aussi exactement que possible. Ensuite on peut rétablir l'exactitude en déplaçant M de façon à renverser la tendance à l'avance ou au retard. En général, les variations à redouter à la longue proviennent d'un affaiblissement de la pile ou d'une augmentation des frottements; l'amplitude décroît et la courbe 2, fig. 17, montre que l'horloge a tendance à retarder. Ce retard est corrigé en déplaçant M pour augmenter la résistance du rhéostat, ce qui a pour effet d'augmenter l'amplitude. Cette correction, par suite, favorise la sécurité de fonctionnement.

La figure 20 représente un autre dispositif de réglage à distance de la cadence qui consiste à faire passer dans BS un très faible courant de sens et d'intensité variables. Ce dispositif comprend une seule pile S, un potentiomètre P et des résistances R_1 et R_2 formant un pont de Wheatstone. La bobine BS est montée dans la diagonale MC du pont. Le déplacement de la manette M permet de changer le sens et la valeur du courant de réglage i . Pour un certain sens de i , la bobine BS exerce sur S_1 une force F_1 dirigée en sens inverse de la composante horizontale de la pesanteur lorsque le pendule est incliné vers la droite. Cette force fait donc retarder l'horloge. Un effet contraire a lieu lorsqu'on renverse le sens du courant i . L'expérience montre que l'on peut ainsi modifier la marche de quelques secondes par jour au moyen de courants i extraordinairement faibles, (moins de 1/10 milliampère). Des corrections plus importantes peuvent être obtenues, par exemple, en court-circuitant l'une des résistances R_2 au moyen d'un des interrupteurs I_1 ou I_2 . Ce dispositif permet donc soit de modifier très légèrement la cadence du balancier pour rattraper une variation de quelques secondes en plusieurs jours, soit d'opérer des corrections plus importantes pour corriger en moins d'une heure une variation de quelques secondes.

Lorsque le circuit de la bobine BS est fermé, il se produit un amortissement dû au fait que des courants sont induits dans BS, ce qui entraîne une perte d'énergie et une réduction d'amplitude. Cette réduction d'amplitude ne nuit pas à la sécurité de

marCHE de l'horloge perfectionnée, parce que l'amplitude A'_r (fig. 17) est relativement grande devant Ad ; de plus, la force électro-motrice induite devient très faible lorsque l'amplitude décroît, le pôle S_1 ne pénétrant plus dans la bobine BS. L'usure de la pile unique S ne peut en aucun cas amener un renversement du sens du courant de correction i . On voit que l'on a évité les inconvénients des systèmes connus de réglage basés sur l'emploi de deux piles en opposition débitant des courants de correction comparativement élevés.

Les principaux organes décrits ci-dessus permettent de réaliser des installations complexes de mesure du temps et de distribution d'heure présentant l'avantage de fonctionner avec une très haute précision et offrant une très grande sécurité. La figure 21 représente à titre d'exemple une installation destinée, par exemple, à produire des émissions inversées chaque demi-seconde destinées à actionner des enregistreurs importants et de nombreuses horloges réceptrices à trotteuses dans une station de traction électrique ou dans une usine où l'on dispose d'une puissante batterie d'accumulateurs SA.

La mesure du temps est assurée par deux pendules conjugués, l'un PL quasi-libre, n'entraînant pas de rouage et l'autre PE servant d'horloger-relais, chargé d'actionner un compteur chronométrique ainsi que des contacts robustes. Les deux pendules ont une période de 1 seconde et peuvent être réalisés avec les organes, figure 1. Ils sont munis, près de leurs suspensions, d'interrupteurs 35, 36, 37 et 38, du type connu à lamelles très souples soulevées périodiquement par des doigts non frottants. On sait que ces interrupteurs ne causent pas sensiblement de pertes d'énergie.

Le pendule PL commande synchroniquement le pendule PE. Il lui impose sa cadence au moyen de la pile SR et de la bobine BS₂, grâce au contact de seconde 36. Le contact 37 peut être inséré en série dans le circuit, de façon que le courant soit toujours coupé par PE. La stabilisation de l'oscillation synchrone de PE est assurée par la butée 39 et par des réglages selon les principes exposés dans le n° 2, 1938, p. 104 à 110 des « Annales Françaises de Chronométrie » (mémoire Lavet).

Le pendule-relais PE actionne deux interrupteurs 40 et 41, analogues à l'interrupteur 29-30 précédemment décrit (interrupteurs se fermant chaque fois que le pendule PE passe au voisinage de la verticale en sens f_1). Le contact 36 se ferme pendant une demi-oscillation à droite de la verticale et le contact 37 est prolongé un peu après le passage de PE par la verticale en sens f_2 . La tension de SR est choisie relativement élevée de façon que les deux pendules PL et PR se déplacent simultanément en sens f_2 et passent par la verticale exactement au même instant.

L'interrupteur 40 envoie dans la bobine BE₁ un très faible courant fourni par une pile-étalon SE. L'impulsion qui en résulte compense la perte d'énergie extrêmement minime tendant à amortir l'oscillation de PL. Cette impulsion se produit lorsque le pendule passe au voisinage de la verticale en sens inverse de la flèche f_2 . L'amplitude se règle automatiquement à la valeur constante pour laquelle la force contre-électromotrice induite dans BE₁ est sensiblement égale à la force électromotrice invariable de SE. Comme le pendule PL n'entraîne aucun mécanisme, le courant débité par la pile-étalon SE est extraordinairement réduit et l'impulsion motrice n'a pas sensiblement d'influence sur la période d'oscillation de PL. Ce pendule PL se comporte comme un oscillateur idéal non amorti. L'enroulement BE₁ doit être choisi de façon que l'amplitude de PL soit assez faible; on peut aussi améliorer l'isochronisme de l'oscillation au moyen d'un petit et faible aimant n s constant fixé sur la tige du pendule et repoussé par deux autres petits aimants constants $s'n'$ et $s'n''$ fixés latéralement sur le bâti, comme l'indique la figure 21. (Il suffit que le couple de répulsion magnétique compense la différence : $PL(\hat{a} - \sin \hat{a})$, formule dans laquelle P est le poids du pendule, L sa longueur et \hat{a} son inclinaison.)

Le contact 41 est inséré dans un circuit comprenant la pile de secours SS et la bobine BE₂. L'amplitude déterminée par la butée 39 est choisie relativement grande de façon que, pendant la marche synchrone au moyen de SR, la force contre-électromotrice induite dans BE₂ soit égale à la force électromotrice de SS. Dans ces conditions le contact 40 et la pile de secours SS ne s'usent pas pendant le fonctionnement normal.

Le contact 38 actionne sous une très basse tension un relais-pendulaire de très faible consommation à tube de mercure unipolaire 42 au moyen de la batterie SA, par l'intermédiaire des fusibles 43, de la résistance de protection 44 et du potentiomètre 45. Le relais 42 commande un autre relais pendulaire très robuste et de plus forte consommation 46 muni de deux tubes commutateurs à mercure formant inverseurs, ainsi qu'un relais à action différée dont la bobine 47 est shuntée par un condensateur 48 de forte capacité. Ce condensateur reste chargé en permanence par les émissions coupées toutes les secondes, de sorte que 47 reste constamment traversée par un courant chargé de maintenir une armature de forte inertie qui ferme le contact 49. Ce contact alimente la bobine 50 d'un contacteur bipolaire 51 à deux directions.

Le circuit d'utilisation à desservir aboutit aux bornes 52. Il est normalement actionné par le relais-inverseur pendulaire 46, comme le montre la figure, mais si ce relais s'arrête pour une cause

accidentelle quelconque, le condensateur 48 se décharge complètement et la bobine 47 relâche son armature; le contacteur 51 n'est plus excité et l'on peut profiter de son mouvement de retour pour relier les bornes 52 à un dispositif émetteur de secours ES. (Ce dispositif peut être constitué par un inverseur manœuvré au moyen d'une horloge synchrone ou par tout autre dispositif.) En même temps on peut actionner un avertisseur 53 signalant l'accident.

La marche de l'horloge régulatrice PL pourrait être corrigée à distance, pendant le fonctionnement normal, soit par un dispositif magnétique 54 (analogue au système A3, figure 19), soit par un courant pulsé de fréquence étalon 1 Hz envoyé dans BS₁.

On voit que l'installation, figure 21, présente les avantages suivants : le pendule conserve l'heure exacte avec une très haute précision car les frottements mécaniques, toujours sujets à des variations capricieuses, sont complètement éliminés. Les variations de la pile SR et les modifications des frottements de l'horloge PE n'ont qu'une influence négligeable sur la cadence directrice, car l'amplitude de PE est stabilisée par la butée 39 et les impulsions de BE₁ sont constantes et n'influent pas sur la durée d'oscillation de PL. Si pour une raison quelconque le pendule PL s'arrêtait, le pendule-relais PE continuerait à fonctionner grâce au contact 41 et à la pile de réserve SS. Dans le cas d'un défaut plus grave immobilisant le relais pendulaire 42, l'émetteur de secours ES serait mis automatiquement en service et l'avertisseur 53 serait actionné.

La figure 22 représente un dispositif capable d'assurer depuis un poste central très éloigné (poste de T.S.F. par exemple, ou poste central de dispatching) le maintien de l'exactitude du pendule PL à une petite fraction de seconde près, au moyen d'une émission continue ou discontinue de très brèves signaux audibles ayant lieu au début des secondes du temps universel (diffusé par le Bureau International de l'Heure). Ces « tops » de seconde peuvent être reçus par un relais sélectif d'un système connu, par exemple, au moyen d'un relais RA type « Actadis » ou analogue à lame vibrante muni d'un contact connu 55 (pratiquement coupé lorsque la lame réceptrice prend une grande amplitude de résonance). Le but du dispositif, figure 22, est de corriger une différence de phase éventuelle entre les « tops » de seconde et les instants de passage du pendule PL par la verticale en sens f_2 .

Chaque rupture du contact 55 entraîne la mise en jeu d'un relais auxiliaire et la fermeture du contact 56. Il peut en résulter l'envoi d'une brève émission motrice dans la bobine BS₁. Toutefois, un procédé spécial permet de faire agir utilement

cette bobine pendant un temps limité indépendant de la durée de l'émission des « tops » de seconde. Ce procédé est le suivant :

1° La bobine BS1 est montée en série avec le contact 35 manœuvré par le pendule PL;

2° Une butée non flexible 57 est disposée à une faible distance de la masse du pendule PL lorsque cette masse termine ses oscillations normales vers la droite (la butée intervient seulement lorsque l'amplitude des oscillations augmente);

3° Le pendule PL est réglé préalablement de façon qu'il présente en marche autonome un très léger retard systématique. Ce retard doit être au plus d'un quart de seconde dans l'intervalle maximum de réception des signaux formés par des trains de « tops » de seconde;

4° Le dispositif sélectif figure 22 est constamment en fonction ou bien est mis de temps en temps en activité par un interrupteur horaire quelconque IH fermant le contact 58.

Ce système fonctionne de la façon suivante : lorsque les « tops » du signal sont reçus, le pendule PL est, en général, légèrement en retard et des impulsions brèves de forte intensité en sens f_2 sont reçues par la bobine BS1. Dans ces conditions l'amplitude augmente et le pendule rebat sur la butée rigide 57. Les chocs réduisent considérablement la durée d'oscillation et le retard est rapidement corrigé. Dès que la correction désirée est obtenue, le contact 35 se coupe avant les débuts des « tops » de seconde. Dans ces conditions (les contacts 35 et 56 étant montés en série), la bobine BS1 ne reçoit plus d'émissions. A partir de cet instant les « tops » du signal n'ont plus d'effet. Le pendule, ne recevant plus d'énergie, perd de l'amplitude et ne frappe plus la butée 57. Il prend donc une marche autonome non troublée. Les chocs ne se renouvelleraient que si le pendule prenait à la longue du retard.

On remarquera que l'émission des « tops » peut être interrompue à un instant quelconque. Les seules conditions à remplir sont les suivantes :

1° La durée de chaque signal doit être suffisante pour permettre l'action de la butée 57 et la correction d'un retard de 1/4 de seconde (la pratique montre que ce résultat peut être aisément obtenu au moyen d'une quinzaine de « tops » successifs de seconde);

2° Dans l'intervalle entre deux trains de « tops » de correction, le déphasage de PL ne doit pas dépasser 1/4 de seconde.

Avec un pendule de haute précision les émissions peuvent être reçues deux fois par jour seulement. Naturellement, si les signaux rythmés sont plus fréquents, il est possible de maintenir l'exactitude d'une horloge de qualité chronométrique médiocre.

Les signaux peuvent être fournis par un émet-

teur spécial de T.S.F., comme l'émetteur Washington WWV actuellement en service aux États-Unis. Ils pourraient aussi être diffusés de temps en temps par un poste d'émissions radiophoniques. Il est à noter que les systèmes antérieurs de remise à l'heure par T.S.F. sont peut-être précis et exigent des émissions à des heures invariables, ce qui gêne beaucoup l'exploitation normale des postes émetteurs; le nouveau procédé décrit ci-dessus permet d'éviter ces inconvénients.

La figure 23 représente schématiquement une installation de remise à l'heure automatique de l'horloge perfectionnée selon l'invention. La remise à l'heure est opérée à longs intervalles par un signal bref émis au début d'une minute exacte. La marche est corrigée par des courants de durée et d'intensité variables induits dans la bobine BS, courants qui modifient la cadence dans le sens utile pour ramener lentement les aiguilles en concordance avec celles de l'horloge-étalon émettant le signal.

L'horloge remise à l'heure est représentée en HM; elle compte au moins un aimant A_1 , une bobine d'auto-entretien BE, une bobine de réglage BS et un distributeur 1/2 minute INV. Ce distributeur établit les contacts de polarités inversées au début des secondes 0 et 30.

Tous les organes utiles pour assurer la remise à l'heure progressive sont groupés dans un coffret contenant un mouvement horaire récepteur 1/2 minute HR (du type à bobine oscillante 59), un relais polarisé 60 à 3 positions et un électro-aimant de remise à zéro 61.

Le signal horaire émis au début d'une minute ronde peut être reçu au moyen d'un relais sélectif à résonance RR, du type à lame vibrante 62, établissant un courant permanent 63, lorsque la lame 62 prend une vibration de grande amplitude et maintient soulevée la masse 64 (de forte inertie). A la seconde 0, le commutateur 65, solidaire de la bobine 59 passe de la position I à la position II. Lorsque le contact 63 se ferme le commutateur 65 se trouve soit dans la position I, soit dans la position II, selon que HM est en retard ou en avance. Les connexions électriques établies conformément au schéma figure 23 permettent d'obtenir les résultats suivants : suivant la position de 65, un courant de sens déterminé est envoyé dans la bobine 60 et celle-ci est déplacée dans un sens ou dans l'autre. Dans son mouvement la bobine 60 entraîne un commutateur 66 à trois positions qui est chargé d'agir sur BS dans le sens utile pour corriger l'avance ou le retard. Ce commutateur est muni d'un voyant indicateur de fonctionnement V. Après un certain temps de correction, le commutateur 66 est ramené à la position neutre (position milieu) par l'électro-aimant 61 alimenté au moyen d'un contact 67 actionné par le récepteur HR.

Au lieu d'utiliser le relais RR, on pourrait commander la correction par un bouton 68. Il suffirait d'appuyer sur ce bouton au début exact d'une seconde pour obtenir que le commutateur 66 fût déplacé dans le sens convenable. La correction serait supprimée automatiquement au bout d'un certain temps par l'interrupteur 67. Par la répétition chaque jour la manœuvre du contact 68 pendant la vérification de l'installation (au moyen, par exemple, d'un récepteur de T.S.F. recevant les signaux horaires internationaux), on assurerait le maintien de l'exactitude d'une horloge-mère usuelle à quelques secondes près.

Le dispositif correcteur de cadence représenté figure 23 fonctionne comme les organes figure 19. Ce dispositif pourrait évidemment être remplacé par les organes figure 20. Au lieu d'une remise à l'heure très lente, on peut assurer une remise à l'heure relativement rapide par le dispositif à commande manuelle représenté schématiquement sur la figure 24. Ce système consiste à faire passer dans la bobine BS un courant de direction et de durée variables destiné à modifier la cadence du balancier dans le sens convenable pour rattraper un retard ou une avance déterminée. L'appareil figure 24 comporte un mouvement d'horlogerie quelconque qui fait progresser très lentement la roue à rochet 69 en sens f_1 . Un bras indicateur 70 pouvant être déplacé devant une graduation en secondes permet d'afficher la variation à corriger (variation déterminée en observant l'horloge pendant l'audition d'un signal horaire). Un commutateur A-R est prévu pour indiquer que la correction qui doit être effectuée est soit une avance, soit un retard. Cet appareil fonctionne de la façon suivante : si l'horloge retarde, par exemple, de 5 secondes, on place le levier 70 devant la division 5 et on amène le commutateur dans la position A. Dans ces conditions le contact IT se ferme et un courant de sens convenable est envoyé dans la bobine de réglage BS. Sous l'influence d'un poids 71, le bras 70 muni d'un cliquet 72 accompagne le mouvement très lent du rochet 69. En fin de course le bras 70 coupe le contact IT. On peut régler la valeur du courant traversant BS et la vitesse de 70 pour que la modification de période assure la remise à l'heure désirée. Pendant l'action correctrice, l'appareil figure 24 indique à chaque instant l'état probable de l'horloge par rapport à l'heure exacte. Le mouvement actionnant le rochet 69 peut être constitué par un mouvement récepteur à impulsion, un mouvement à moteur synchrone ou même un mécanisme à échappement et balancier actionné par le poids 71. L'appareil figure 24 permet d'éviter un inconvénient grave des systèmes de réglage usuels par potentiomètre : il arrive souvent que la personne qui est chargée de déplacer le potentiomètre néglige de

ramener la manette au zéro; par suite l'horloge abandonnée sur l'avance ou le retard peut accuser, au bout de quelques jours, des variations considérables. Avec le dispositif figure 24, une seule opération suffit pour opérer une correction importante de période et cette correction est arrêtée automatiquement en temps utile par l'interrupteur IT.

Le mouvement de l'horloge perfectionnée décrit en se référant aux figures 1 à 19 peut permettre de réaliser des horloges à boîtier et à cadrans ronds d'un diamètre relativement faible (30 à 40 centimètres). Dans ce cas il convient d'augmenter la distance entre la suspension et l'axe O_3 des aiguilles. La figure 25 montre un dispositif qui permet d'obtenir ce résultat. Le cliquet 10 agissant sur la roue à rochet 11 est articulé sur bras oscillant 73 pivotant en O_6 . Le bras est terminé en bout par une fourche dans laquelle s'engage la goupille 74 portée par la tige du pendule.

Les figures 26, 27 et 28 montrent une installation dans laquelle les horloges perfectionnées sont appliquées à l'unification et au contrôle de l'heure sur un réseau très étendu desservi par une ligne 75 qui est seulement réservée de temps en temps à la transmission d'un signal horaire rythmé et peut servir à d'autres usages. Le signal est constitué par une émission de courant alternatif de 50 Hz haché à la fréquence 1 Hz (voir fig. 27). La durée D du signal est, par exemple, de 15 à 60 secondes et ce signal est transmis normalement 1 fois par heure pendant la première minute. Le poste émetteur du signal, représenté sur la figure 26, comporte une horloge de précision HM munie d'un contact de seconde 76 intercalé dans un circuit de commande comprenant le secondaire d'un transformateur TR (relié en secteur alternatif) et un contacteur 77. Ce contacteur est commandé par une horloge à déclenchement HD selon un programme pouvant être modifié à volonté. Un interrupteur 78 et un manipulateur 79 permettent de supprimer l'envoi d'une émission lorsqu'elle gêne l'utilisation normale de la ligne 75.

L'installation horaire synchronisée et contrôlée par le signal figure 27 est représentée sur la figure 28. On a considéré à titre d'exemple non limitatif le cas d'une distribution d'heure importante comportant une horloge-mère principale HM_1 , une horloge-mère de secours HM_2 et une horloge mécanique monumentale régularisée par un balancier 80 (battant la seconde). L'appareillage de remise à l'heure et de contrôle est constitué par les appareils suivants :

1° Une horloge réceptrice témoin à seconde HR chargée de fermer aux moments des émissions des signaux des contacts 81 et 82 pendant 1/2 minute. (On supposera que la durée D figure 27 est également de 1/2 minute);

2° Un contacteur 83 reliant le primaire du trans-

formateur TR' à la ligne 75 lorsque le contact 81 est établi;

3° Un redresseur 84 intercalé entre le secondaire de TR' et la bobine de réglage BR de HM₁;

4° Un relais sélectif à résonance RR accordé sur 50 Hz et relié au secondaire de TR'. Ce relais est chargé de couper périodiquement le contact 85 pendant la durée $D = 1/2$ minute du signal (coupures successives à la fréquence de 1 Hz);

5° Un avertisseur AV est monté en série avec les contacts 82, 85 et la source électrique 86.

L'horloge HM₁ est remise à l'heure par correction du déphasage de son balancier selon le principe déjà exposé plus haut en se référant aux figures 21-22. L'horloge HM₂ est à la fois auto-entretenu et synchronisée par HM₁. Les organes d'auto-entretien IS et S' sont établis de façon qu'ils ne s'usent pas pendant la marche synchrone normale et qu'ils interviennent seulement comme secours en cas d'arrêt accidentel de HM₁. Un commutateur 87 permet de relier la bobine de réglage BS soit au transformateur-redresseur 84, soit à un dispositif de correction manuelle RG type figure 19, ou figure 20, ou figure 24. L'horloge HM₂ est munie d'un contact de seconde synchronisant l'horloge monumentale par le procédé Lavet déjà cité (système décrit dans le n° 2 — 1938 des « Annales Françaises de Chronométrie »). L'application de ce procédé aux horloges anciennes est facilitée par le fait que les organes synchronisants sont amovibles et sont groupés sur un support 88 de pose et de réglage faciles.

L'installation figure 28 fonctionne de la façon suivante : au moment de l'émission d'un signal, les contacts 81 et 82 se ferment pendant 1 minute, et l'horloge HM₁ peut se trouver en retard d'au plus 1/4 de seconde. La bobine BS reçoit un train d'impulsions à la fréquence 1 Hz et son déphasage est corrigé par le procédé figure 21-22 déjà exposé. Pendant la fermeture du contact 82, le contact 85 est coupé périodiquement et l'avertisseur donne un son modulé à la fréquence 1.

Si l'horloge-réceptrice témoin HR ne marque pas l'heure exacte, par exemple si elle est décalée de plusieurs secondes, les contacts 82 et 85 restent fermés simultanément pendant plusieurs secondes sans interruption et l'avertisseur fait entendre un son continu qui prévient le surveillant de l'installation (un relais à action différée pourrait immédiatement alerter un poste de contrôle éloigné).

Divers changements peuvent être apportés aux dispositifs précédemment décrits sans s'écarter de l'esprit de l'invention. En particulier, l'horloge à pendule quasi-libre, représentée au bas de la figure

21, pourrait être enfermée dans un boîtier étanche et, notamment, elle pourrait être protégée par un globe de verre rempli d'hydrogène sec. Les contacts 41, figure 21 et IS, figure 28, pourraient être réalisés comme le contact bien connu de Hipp qui se ferme seulement lorsque l'amplitude du pendule décroît au-dessous d'une certaine valeur. Les valeurs indiquées pour les fréquences et les durées des signaux modulés, dont les applications sont envisagées plus haut, pourraient être modifiées. Les nombreux moyens connus de transmissions de signaux peuvent être utilisés (télécommunications par courants porteurs de haute fréquence et de fréquences audibles sur les lignes de transport d'énergie, procédés de télégraphie multiple sur les lignes téléphoniques, systèmes de télécommandes combinés avec les appels sélectifs sur les lignes servant à régler la circulation des trains; émissions radiophoniques faiblement modulées à une très basse fréquence non audible, reçue par filtrage, etc.).

Dans l'installation représentée sur la figure 21, les contacts 37 et 35 ne sont pas indispensables : la bobine BS2 peut être alimentée directement par le contact de seconde 36, mais dans ce cas, le pendule PE prend un petit déphasage constant (en arrière) par rapport à PL. On peut aussi alimenter BS1 par le contact de seconde 56, sans l'intermédiaire de 35. Dans ce dernier cas, les chocs correcteurs sont interrompus lorsque le pendule PL termine ses oscillations en sens f_2 lorsque le contact 56 se ferme.

RÉSUMÉ.

La présente invention a pour objet des perfectionnements apportés aux horloges électriques du type à balanciers moteurs et aux installations commandées par ces horloges.

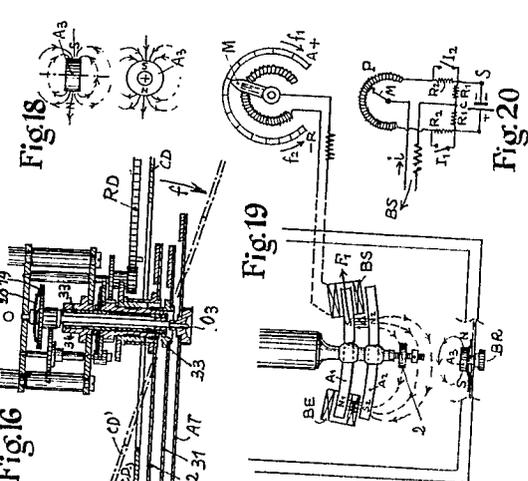
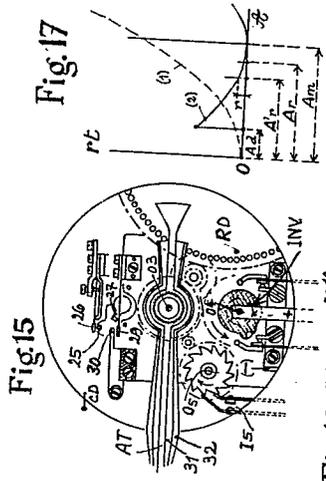
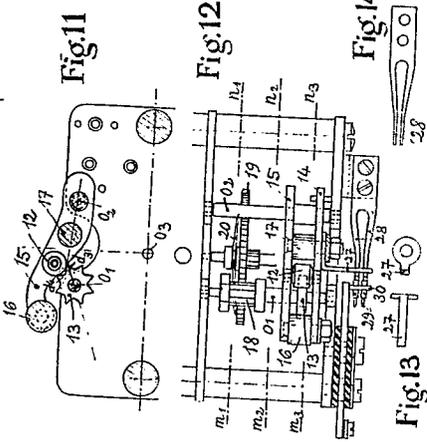
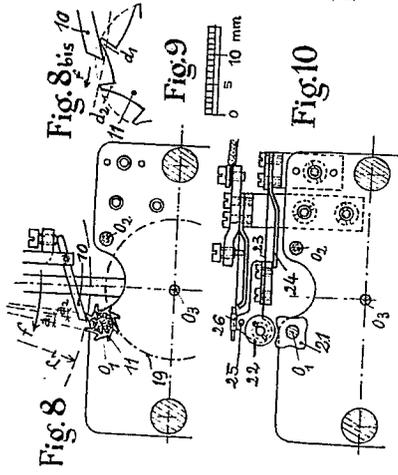
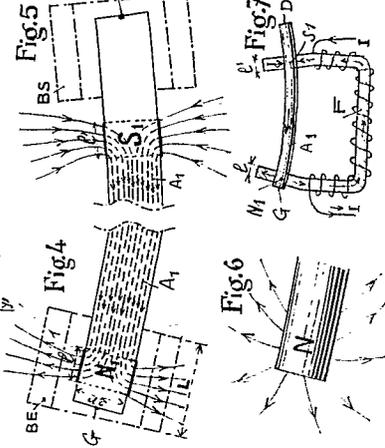
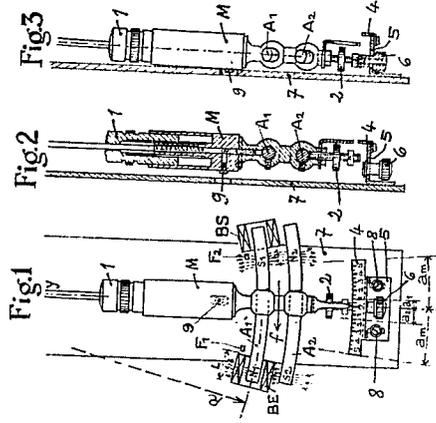
Les améliorations portent notamment :

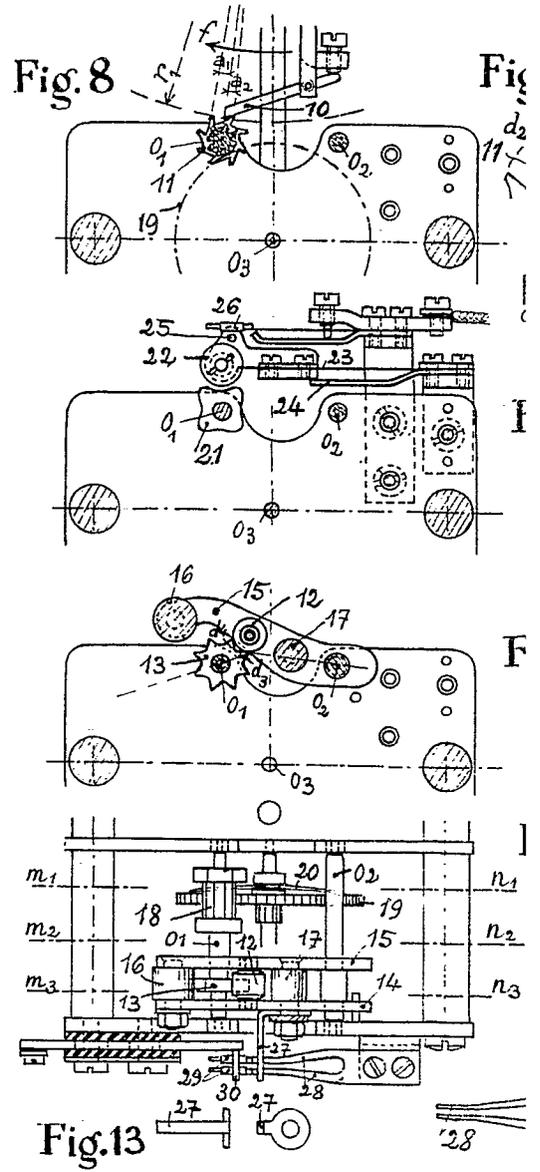
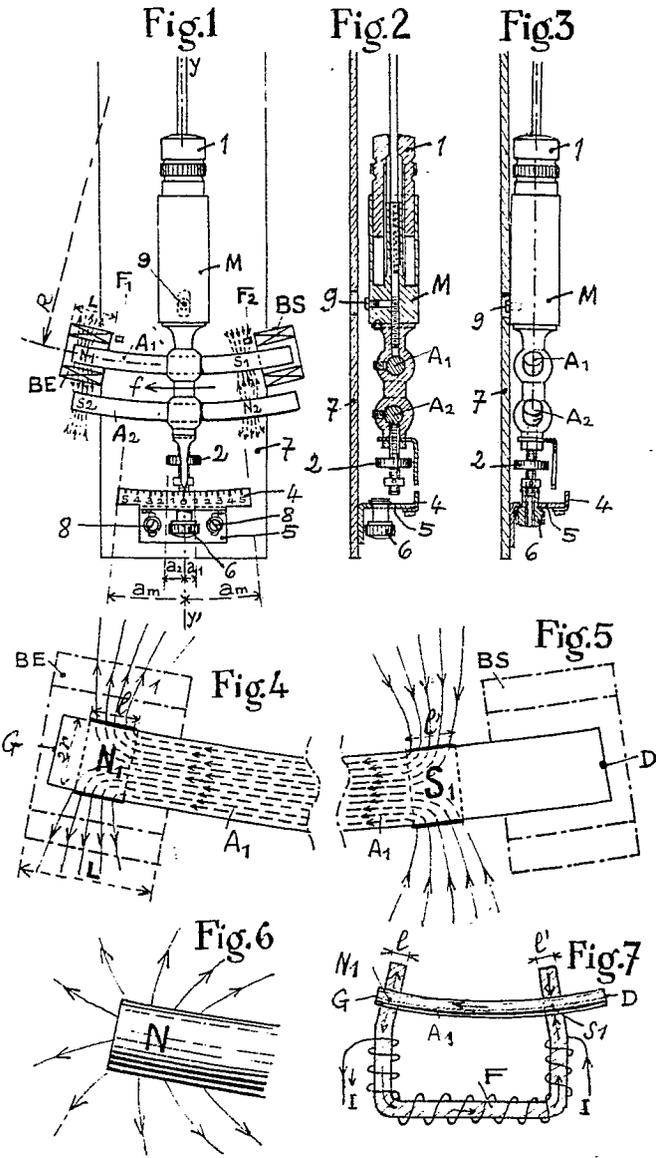
- a. Sur les organes magnéto-électriques qui assurent le fonctionnement autonome, la synchronisation et les corrections de marche à distance;
- b. Sur les détails de construction et la disposition des interrupteurs facilitant les visites des contacts et les opérations d'entretien;
- c. Sur les proportions nouvelles et les combinaisons d'organes qui permettent d'obtenir une très haute précision de marche et un contrôle des indications;
- d. Sur divers dispositifs qui permettent de maintenir l'exactitude de l'installation horaire et d'améliorer la sécurité de fonctionnement des distributions d'heure.

SOCIÉTÉ ANONYME

DES ÉTABLISSEMENTS LÉON HATOT.

rue Beudant, 9. Paris (XVII^e).





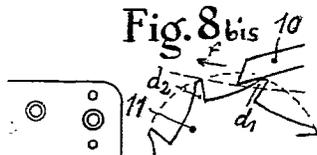


Fig. 9

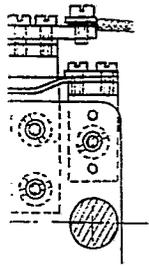
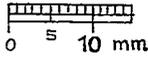


Fig. 10

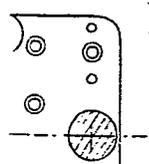


Fig. 11

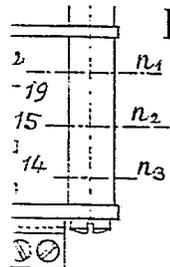


Fig. 12

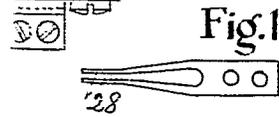


Fig. 14

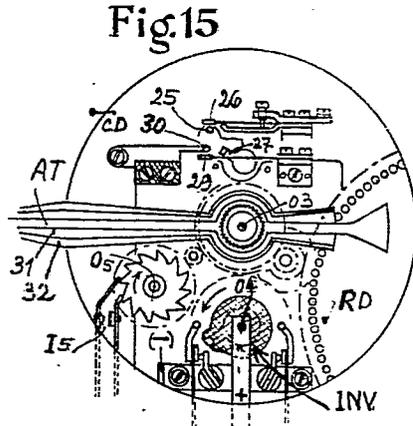


Fig. 15

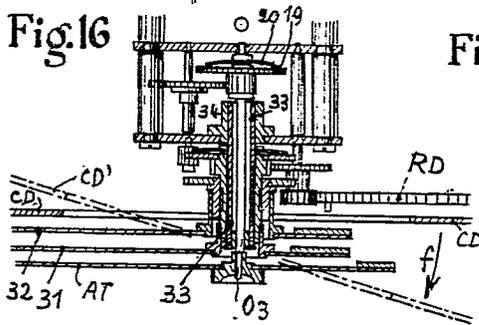


Fig. 16

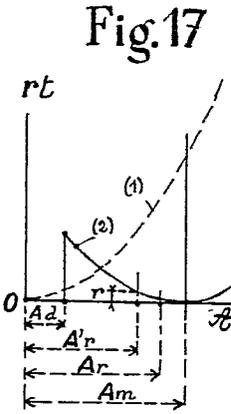


Fig. 17

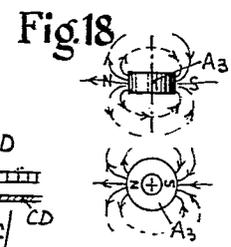


Fig. 18

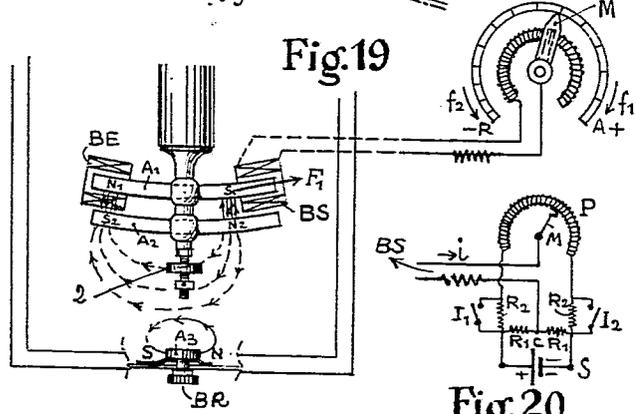


Fig. 19

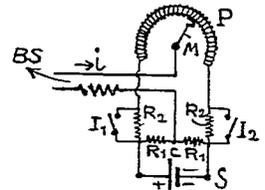


Fig. 20

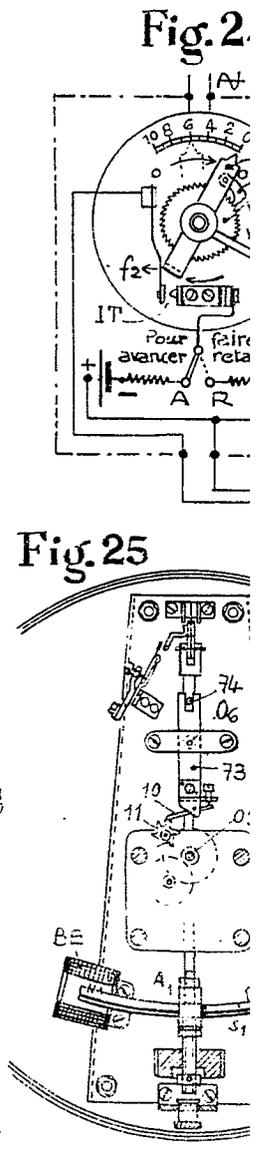
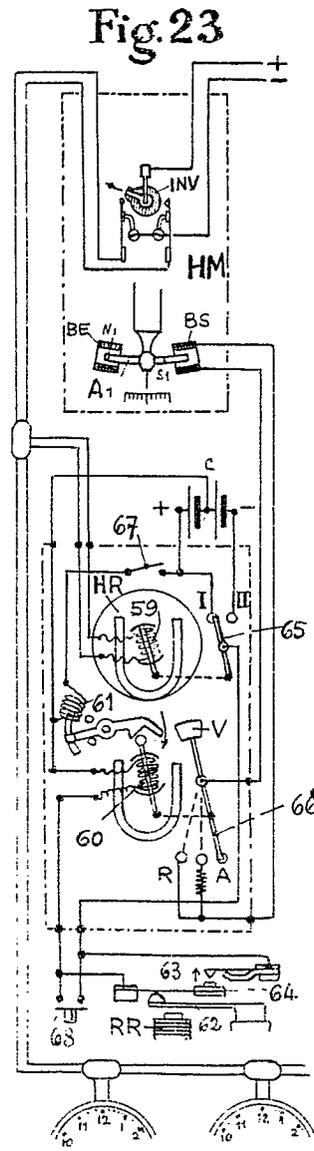
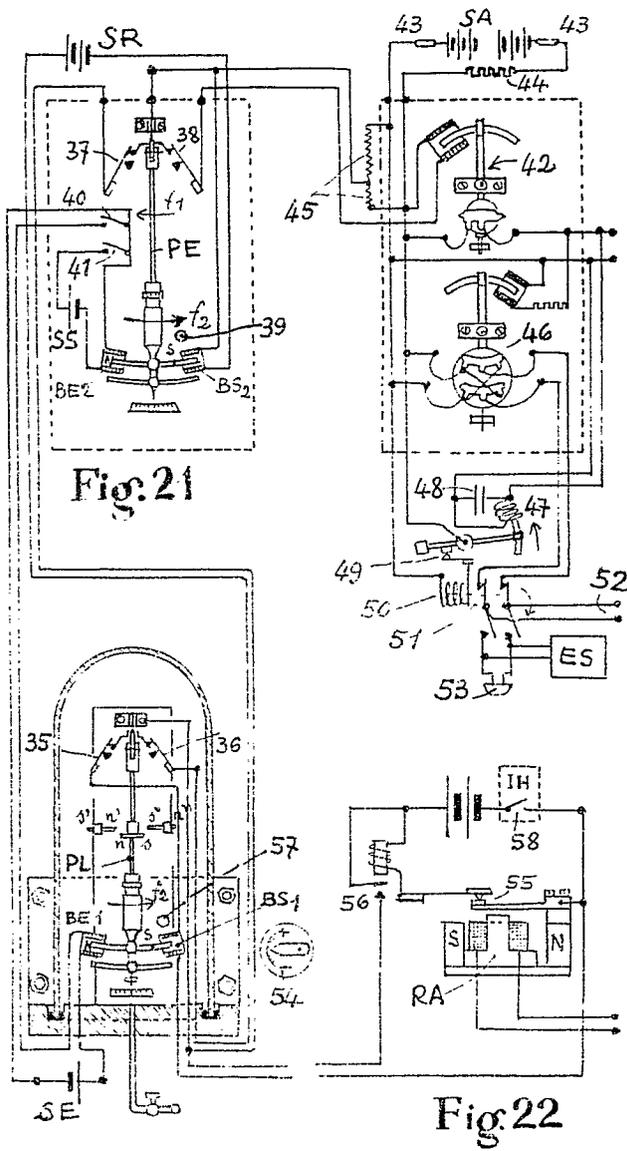


Fig. 24

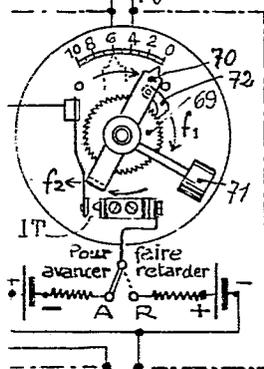


Fig. 25

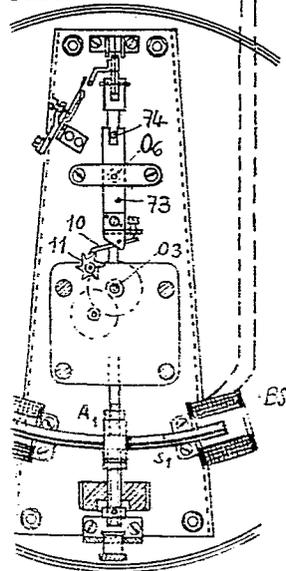


Fig. 26

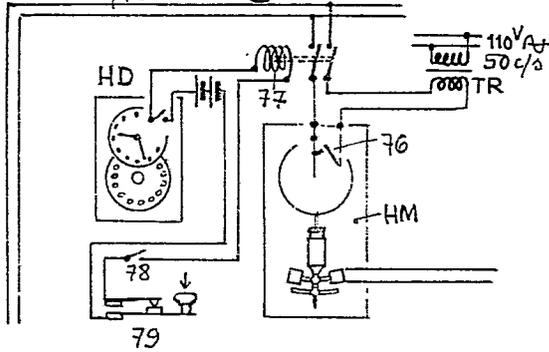


Fig. 27

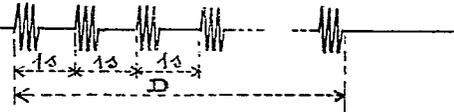


Fig. 28

