

Brevet Français N° 413,191

**M. Charles FÉRY, résidant en France (Seine)***Horloge électrique à pendule libre et à force constante*

La commande des aiguilles d'une horloge régularisée par un balancier ou pendule peut se faire de deux façons : ou bien le pendule régulateur est mis en marche par les rouages mêmes qui entraînent les aiguilles, ainsi que cela a lieu dans les horloges mécaniques ordinaires ou dans les horloges à remontage électrique ; ou bien, au contraire, le pendule est chargé d'un double rôle consistant non seulement à régulariser le mouvement, mais aussi à le produire. Un exemple de ce dernier dispositif qui a reçu le nom d'horloge à balancier moteur est donné par la pendule électrique bien connue due à Hipp. Une application a été faite aussi par le demandeur avec le dispositif qui a fait l'objet de son brevet n° 313.144 du 1<sup>er</sup> août 1901.

Le pendule est avant tout un organe régulateur ; il faut, si on veut obtenir le maximum de régularité, lui laisser la plus grande liberté possible.

Yvon Villarceau a démontré que dans le cas du balancier circulaire des montres, et Lippmann a démontré également dans le cas du pendule, que c'est au point mort (la verticale pour le pendule) que l'impulsion doit être donnée au système réglant si on ne veut pas y apporter de perturbation.

Cette condition est très difficile à réaliser dans un pendule commandant les aiguilles, surtout si on veut le soustraire aux variations de tension du ressort moteur ou du voltage de la pile qui l'actionne.

Le présent dispositif a pour but de réaliser les deux conditions théoriques suivantes :

1<sup>o</sup> Restitution de l'énergie au pendule oscillant dans le voisinage immédiat de sa verticale ;

2<sup>o</sup> Impulsion constante donnée au pendule tant que la pile n'a pas baissé au-dessous d'un voltage-limite inférieur pour lequel l'horloge s'arrête.

Les moyens de réaliser cette invention seront bien compris par la description qui va suivre en regard du dessin annexé.

Le schéma fig. 1 montre le principe du système. Le pendule A qui porte au point O une suspension ordinaire est muni comme d'habitude d'une masse pesante M de forme appropriée ; il peut aussi être compensé par les procédés ordinaires. A sa partie inférieure est disposée une petite roulette a qui lors du passage du pendule par la verticale vient appuyer sur une roulette b fixée à l'extrémité d'un bras de levier B pivotant en c.

Ce levier B vient alors fermer le courant d'une pile P en appuyant légèrement sur un contact d porté par le levier C qui peut pivoter en e. Dans cette situation, ce levier C qui porte une petite masse pesante m à son extrémité est retenu par l'extrémité f de l'armature D de l'électro-aimant E ; la masse m ne réagit pas sur le levier B qui porte la roulette b. Mais dès que le courant de la pile P qui n'a pas besoin d'être constant passe dans l'électro E, celle-ci rappelle son armature D pivotant en g et la masse m alors abandonnée à elle-même pèse sur l'extrémité du levier B.

Il en résulte que, dès que le pendule a légèrement dépassé la verticale, la roulette b appuie verticalement sur la roulette a et qu'une composante tangentielle prend naissance et tend à pousser le balancier hors de la verticale en lui donnant une impulsion. Cet effet cesse dès

que le levier moteur C vient buter sur l'extrémité *f* de l'armature D de l'électro-aimant. Le levier B qui porte à son extrémité une petite masse *h* légèrement plus lourde que la roulette *c* continue son mouvement à bascule et vient reposer sur la vis de butée *i*.

A ce moment le pendule se trouve complètement libre et continue son mouvement après avoir reçu une quantité d'énergie représentée par la chute de la masse  $m$  tombant d'une hauteur limitée et qui se trouve remise en place par le ressort antagoniste  $r$  de l'électro-aimant.

Les mêmes phénomènes se passent au retour du pendule par la verticale, de sorte que ce balancier reçoit une

électro-aimant polarisé, une bobine se déplaçant dans un champ magnétique, un noyau de fer ou pôle d'aimant aspiré par un solénoïde, etc.

La fig. 2 est une variante du même système. La roulette *a* passe dans la verticale sur un doigt ou ergot *b* porté par le levier *B* pivotant en *c*. Ce levier fait appuyer sur la vis *i* par l'intermédiaire du ressort à boudin *n* le levier *D* qui porte les bobines *o o* engagées sur les branches de l'aimant *F*. Par suite du contact produit entre la roulette *a* et l'ergot *b* du levier *B*, les bobines *o o* placées dans le champ de l'aimant *F* sont attirées par cet aimant et viennent faire buter le levier *D* qui les porte

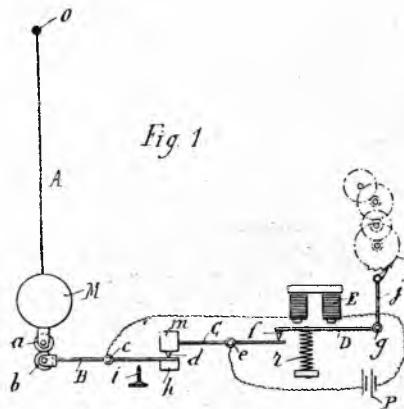


Fig. 1

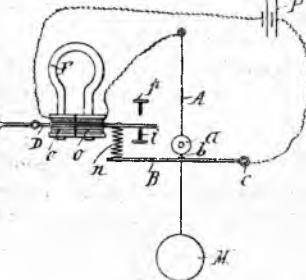


Fig. 3

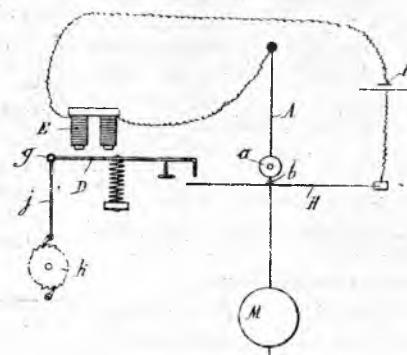
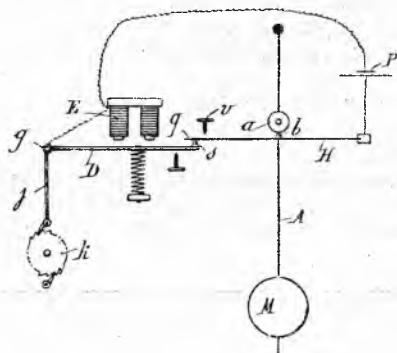


Fig.6

impulsion à chaque oscillation simple sans qu'il y ait de « coup perdu ».

On voit facilement que les variations du voltage de la pile, tant que ce voltage sera suffisant pour attirer la palette D, n'ont pas d'influence sur l'énergie fournie au pendule.

Les oscillations simples du balancier sont totalisées à la façon ordinaire par la roue  $k$  qui est entraînée par un cliquet porté par une tige  $j$  qui suit les mouvements de l'armature D. Cette roue  $k$  aura 60 dents dans le cas d'un pendule à seconde (longueur 1 m. environ) ou 120 dents dans le cas du pendule de 0 m. 25.

Il va sans dire qu'on pourra remplacer l'électro-aimant E, choisi à cause de sa simplicité pour exposer le principe de ce système, par tout autre organe transformant l'énergie électrique en travail mécanique, par exemple un

contre la vis  $p$ . Le ressort  $n$  se trouve ainsi tendu, et il restitue de l'énergie au pendule, comme le fait la masse  $m$  dans le dispositif de la fig. 1. Dès que le pendule dépasse la verticale, le contact cesse et tout le système mobile vient reposer à nouveau sur la vis de butée  $i$ .

A l'extrémité du levier portant les bobines *o o*, on a montré un échappement à ancre *G* qui fait progresser la roue des secondes, laquelle commande tout le rouage menant les aiguilles.

Les fig. 3 et 4 du dessin montrent des moyens simples qui peuvent être employés pour appliquer le principe de restitution constant qui permet de soustraire le balancier aux variations de voltage de la pile P.

Dans la fig. 3, le ressort  $H$  qui porte un doigt ou ergot  $b$  appuie normalement sur la vis de butée  $v$ . Quand le pendule passe dans la verticale, le ressort se trouve

écarté par le galet ou roulette *a* qui appuie sur le doigt *b*. L'extrémité *q* du ressort *H* vient toucher l'extrémité *g* de la palette *D* de l'électro *E* ou de tout autre dispositif (électro polarisé, levier portant une bobine dans un champ magnétique, etc.). L'attraction de ce levier mobile en *g* a pour effet de bander le ressort *H*, de sorte que le balancier qui a fourni du travail pour écarter ledit ressort reçoit un travail plus grand que celui qu'il a fourni après avoir dépassé la verticale, puisque le ressort est à ce moment bandé par l'organe moteur. Ce dernier peut commander une minuterie, par exemple par un cliquet sectionnant une roue dentée *k* portant un cliquet de retenue *s*.

Dans la disposition de la fig. 4, le ressort *H* conserve le même degré de tension avant et après la verticale, mais il agit plus longtemps après ce passage : en temps normal, son extrémité appuie sur la palette de l'organe moteur ; la roulette *a* au passage de la verticale écarte ce ressort, et la roulette faisant contact avec le doigt *b* porté par le ressort, le courant électrique passe dans les bobines *E* qui rappellent l'armature *D*. Après avoir dépassé la verticale, ce ressort aura donc une plus grande course à parcourir et il agira plus longtemps pour pousser le pendule ; c'est cette différence de chemin qui produira la restitution.

Dans tous ces exemples de réalisation, on voit que :

1<sup>o</sup> Le pendule reçoit son impulsion dans le voisinage immédiat de la verticale et qu'il termine librement son oscillation ;

2<sup>o</sup> Le voltage de la pile n'intervient pas, un poids ou un ressort étant interposé et servant à limiter l'énergie fournie au pendule à chaque oscillation.

On remarque que, contrairement aux pendules ordinaires qui portent l'organe moteur après les rouages, ou aux pendules à balancier moteur où il est appliqué sur le balancier même qui conduit ainsi les roues, le système objet de l'invention comporte l'organe moteur entre le pendule du balancier et le train d'engrenages, ce qui le différencie de tous les systèmes actuels et évite toute dépendance du balancier régulateur par rapport aux rouages.

Dans le cas de l'application de ce système à la transmission de l'heure, un contact sera placé sur la roue d'échappement qui fait son tour en une minute.

Si, au contraire, on se propose d'actionner des récepteurs synchronisés (système Wolf ou Cornu par exemple) il suffira de munir d'un contact supplémentaire l'un des leviers du dispositif fig. 1, ou celui *B* du dispositif fig. 2, ou l'un des leviers des dispositifs fig. 3 et 4, qui battent la seconde, la demi-seconde, ou une fraction de seconde, suivant la longueur du balancier, et toute minuterie devient inutile.

L'emploi du balancier ordinaire des pendules peut présenter des impossibilités ; dans les navires par exemple où la connaissance exacte de l'heure est indispensable on a recours au balancier circulaire, dont la durée d'oscillation est réglée par un ressort dit « spiral ».

Le mode d'entretien d'énergie qui fait l'objet de cette invention peut s'appliquer avec la plus grande facilité à la commande d'un balancier circulaire à ressort spiral. Le chronomètre électrique ainsi constitué peut être employé, soit comme horloge autonome, soit comme transmetteur, en envoyant des courants électriques à intervalles réguliers pour faire avancer les aiguilles de récepteurs électriques placés dans les diverses cabines du navire.

Sur l'axe du balancier A (voir le plan fig. 5) et au-dessus ou au-dessous du plan renfermant le balancier lui-même est fixée la roulette *a* équilibrée par la masse *J*. Elle soulève à son passage au point mort (position d'équilibre) le ressort *I* et ferme ainsi le circuit d'une pile sur l'électro *E* ou sur tout autre dispositif transformant l'énergie électrique en travail mécanique. Le ressort *I* se détend alors sur la roulette *a* et une force tangentielle prend naissance et entretient le moment d'oscillation du balancier A. On peut atteindre facilement ainsi à l'amplitude totale de 360° (180° de part et d'autre du point mort) qui est nécessaire à la bonne marche du système. La palette *d* de l'électro ou du système moteur porte un bras auxiliaire, non représenté sur la figure, qui commande les roues de la minuterie chargée de faire progresser les aiguilles ou de distribuer les contacts à intervalles de temps égaux comme dans les exemples précédents. La serge *A* du balancier porte deux masses *u* *u'* qu'on peut fixer avec des vis ; ces masses dites de compensation changent en effet cette dernière quand on les déplace le long de la lame, qui est bi-métallique, en faisant varier sa longueur utile *t* *u* et *t'* *u'*.

Ce système jouit des propriétés générales et des avantages expliqués précédemment pour le pendule ou balancier rectiligne des horloges ; l'amplitude est indépendante du voltage de la pile, et la restitution de l'énergie est produite lorsque la roulette du balancier circulaire rencontre normalement le ressort qui doit donner au balancier l'impulsion nécessaire pour son oscillation.

La roulette ou galet que porte le pendule rectiligne ou le balancier circulaire pourrait être remplacé au besoin par une pierre dure, agate, rubis, saphir, pièce en acier poli, etc., taillée suivant un profil convexe, mais le frottement serait ainsi augmenté ; la pierre ne pourrait pas être employée pour le passage du courant comme il est indiqué pour quelques-uns des dispositifs décrits.

Lorsque la roulette doit servir au passage du courant elle sera constituée par un métal inoxydable et le courant lui sera amené (voir le détail fig. 6) par un spiral *x* très faible soudé d'une part sur l'axe *z* et de l'autre en *y* à la tige du balancier, de manière à éviter le passage du courant par les pivots graissés. On pourra aussi faire arriver le courant par une lame légère appuyant sur l'axe de la roulette et formant balai.