

LA REMISE A L'HEURE AUTOMATIQUE DES PENDULES PAR LA T. S. F.

Par Gustave HARISSEL

IL n'existe pas de pendule, même de pendule astronomique, si précise soit-elle, qui, abandonnée à elle-même pendant un temps plus ou moins long, ne finisse par s'écarter notablement de l'heure normale. Les plus grandes précisions que l'on puisse obtenir, en dehors des observatoires, sont de l'ordre de un à deux dixièmes de seconde par jour : si la remise à l'heure juste n'est pas faite régulièrement, l'écart avec l'heure réelle finit par atteindre une demi-minute en quelques mois. Ce qui n'est rien pour une pendule domestique, aurait de graves inconvénients dans les grandes administrations et surtout pour les régulateurs employés par les compagnies de chemins de fer.

Une bonne pendule de précision, un régulateur électrique bien installé, peut conserver l'heure exacte à une seconde près par jour : l'écart est donc insignifiant pour le commun des mortels puisqu'il ne dépasse pas une demi-minute au bout d'un mois, soit six minutes par an, résultat vraiment excellent.

Il y a cependant intérêt pour tous à corriger régulièrement les écarts, quelque minimes qu'ils soient. Les sanfilistes l'ont bien compris, puisqu'ils s'imposent la tâche journalière de remettre à l'heure juste leurs pendules et leurs montres en observant les signaux horaires transmis par la tour Eiffel... quand ils ne laissent pas passer l'heure. Mais la manœuvre n'est pas sans danger quand on opère sur des pendules de précision, car les aiguilles dont on interrompt brutalement la marche agissent sur un mécanisme extrêmement délicat qui demande à être manipulé avec beaucoup de ménagements.

Certains régulateurs électriques comportent un dispositif de remise à l'heure à distance. Au moment où l'on perçoit le « top » horaire dans le récepteur, on appuie sur un bouton à portée de la main pour ramener à zéro l'aiguille des secondes qui repart aussitôt dès que l'on cesse d'appuyer. Quelques minutes avant l'heure prévue pour ces signaux, une sonnerie électrique, actionnée d'ailleurs par le régulateur électrique lui-même, attire l'attention du sanfiliste.

Ce progrès en a entraîné un autre, concep-



FIG. 1. — VUE GÉNÉRALE DE LA PENDULE A RÉGLAGE AUTOMATIQUE PAR SIGNAL HORAIRE SPÉCIAL.

A 9 h. 25' 25" la tour Eiffel émet un signal spécial qui dure cinq secondes et se termine donc à 9 h. 26' 30" exactement. La remise à l'heure s'effectue

automatiquement et l'aiguille des secondes est ramenée à la division 30 du cadran.

tion déjà ancienne du général Ferrié, membre de l'Académie des Sciences et du Bureau des Longitudes, exécuté par les ateliers Brillié frères. C'est la remise à l'heure entièrement automatique des régulateurs, à l'aide d'un signal d'une durée de cinq secondes, émis, comme les autres signaux horaires, par la tour Eiffel. Il est envoyé pendant les émissions préliminaires des signaux horaires à 9 h. 26'25" et prend fin à 9 h. 26'30" exactement (heure d'hiver). La remise à l'heure s'effectue sans aucune intervention étrangère au moment précis où le signal se termine. Dans ce cas spécial, l'aiguille des secondes est ramenée, non à la division zéro, mais à la division 30 du cadran, de manière à être bien d'accord avec le pendule de l'Observatoire à cet instant. Ce choix a été imposé par la disposition actuelle des signaux horaires internationaux qui ne permet pas l'introduction d'un nouveau signal se terminant sur une minute juste.

Le dessin schématique des connexions de la pendule, que nous publions (fig. 2 ci-contre) va nous permettre d'expliquer le fonctionnement général du système.

Dans un rayon de 10 kilomètres autour de la station émettrice (tour Eiffel) l'antenne peut être remplacée par un petit cadre de 40 spires ; on augmente la dimension de ce cadre proportionnellement à la distance. Si l'on désire se servir d'une antenne, on peut se contenter d'un fil de 60 mètres de longueur tendu à 15 mètres de hauteur pour des distances de 400 kilomètres au maximum ; à 600 kilomètres, l'antenne doit être plus importante, selon les conditions locales (altitude, orientation).

Notre schéma est celui de la pendule qui

fonctionne à la gare Saint-Lazare, dans la salle du bureau des renseignements. Le circuit oscillant récepteur est constitué par le cadre *K* et par un condensateur ; il a été établi et réglé une fois pour toutes sur la longueur des ondes émettrices du signal horaire. Avec des antennes aériennes, on peut monter le poste sur un circuit oscillant quelconque (Tesla ou Oudin).

Les deux fils du circuit oscillant sont reliés aux transformateurs des lampes amplificatrices. Le courant est amplifié mille fois puis transformé en courant continu pour actionner les relais. Le courant de haute fréquence qui parcourt le circuit oscillant est donc transformé d'abord en courant de basse fréquence (fréquence musicale) puis en courant continu et, de plus, amplifié avant chaque transformation.

Le circuit du courant continu comporte un relais sensible *RS* polarisé par un aimant permanent en fer à cheval. Les deux fils sont reliés l'un à l'entrée, l'autre à la sortie d'une bobine susceptible d'osciller entre les deux branches de l'aimant permanent. Au repos, l'index de l'armature de la bobine appuie sur le butoir de droite tandis que sous l'action du signal horaire y compris les signaux préparatoires, cet index est ramené sur le butoir de gauche. Comme ce butoir est

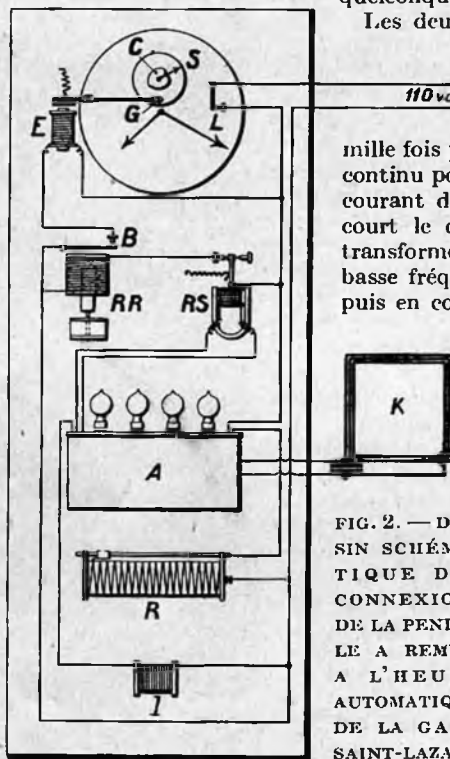


FIG. 2. — DES-
SIGN SCHÉMA-
TIQUE DES
CONNEXIONS
DE LA PENDU-
LE A REMISE
A L'HEURE
AUTOMATIQUE
DE LA GARE
SAINT-LAZARE

K, cadre ; *A*, boîte des transformateurs ; *RS*, relais sensible ; *L*, contact commandé par la pendule pour fermer le circuit local du courant d'alimentation ; *RR*, relais retardé ; *B*, contact de l'armature du relais *RR* ; *E*, électro de remise à l'heure ; *G* galet solidaire de l'armature de *E* appuyant sur la came en cœur *C* ; *S*, creux de la came en cœur ; *R*, rhéostat ; *I*, bobine de self.

avec le circuit local d'alimentation, il reçoit du courant à 110 volts dès que ce circuit a été fermé par une came agissant sur le contact *L* et l'envoie dans l'enroulement d'un autre relais *RR*, dit relais retardé.

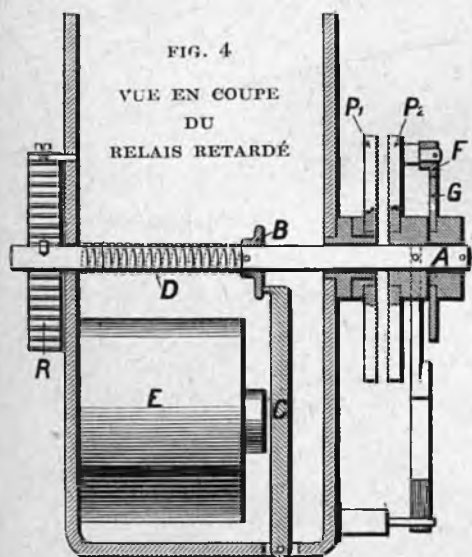
Tous les signaux horaires transmis par la tour Eiffel sont donc reçus et transformés en courants continus qui agissent sur les relais *RS* qui actionne, à chaque émission, le relais *RR*. Mais seule l'émission de cinq secondes doit agir sur le régulateur ; il faut donc que le relais *RR* soit construit de

telle sorte qu'il demeure insensible sous l'action de tout courant dont la durée ne serait pas d'au moins quatre secondes et demie.

Une première solution est intervenue, empruntée aux relais différés de l'industrie électrique. La bobine comporte un noyau mobile terminé par un piston à clapets dans un petit cylindre. Quant un courant traverse les bobines, le noyau se soulève lentement et retombe brusquement dès que cesse le passage du courant. Le réglage étant fait pour une ascension de cinq secondes, par exemple, tout courant d'une durée inférieure soulèvera le noyau, mais d'une quantité insuffisante pour lui permettre d'atteindre la lame établissant le contact en *B*. Aucun nouveau circuit ne peut donc être fermé sous l'action d'un courant de courte durée.

Ce relais a été remplacé récemment par un autre plus compliqué que représente l'une de nos photographies et que nous allons décrire sommairement (fig. 4, 5 et 6).

Il comporte un plateau d'embrayage P_1 , strié sur une de ses faces, monté fou sur l'arbre *A* et commandé électriquement par le régulateur ; il tourne pendant toute la durée de l'allumage des lampes à trois électrodes à raison d'un tour par minute.



P_1 , plateau d'embrayage ; *A*, arbre ; P_2 , deuxième plateau fixé sur l'arbre *A* et maintenu dans une position fixe par le ressort spirale *R* qui commande *A* ; *E*, électro ; *C*, armature appuyant sur le plateau *B* solidaire de l'arbre *A* ; *D*, ressort spécial repoussant l'arbre *A* vers la droite pour éloigner P_2 de P_1 quand le courant cesse de parcourir l'électro *E* ; *F* cliquet fixé au plateau P_2 en prise avec la roue à rochet *G*.

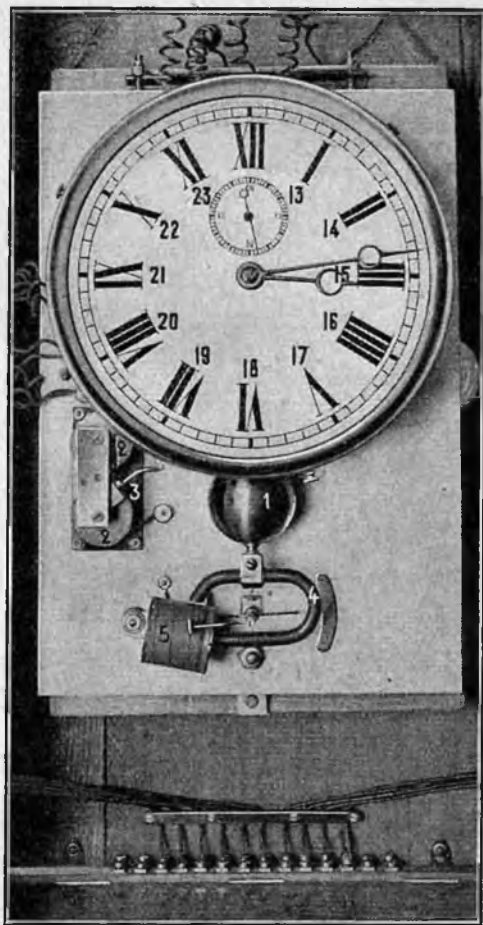


FIG. 3. — LE RÉGULATEUR

1, Boule du balancier ; 2, bobines de l'électro *E* du schéma général ; 3, commande du levier de réglage ; 4 et 5, entretien magnétique du balancier.

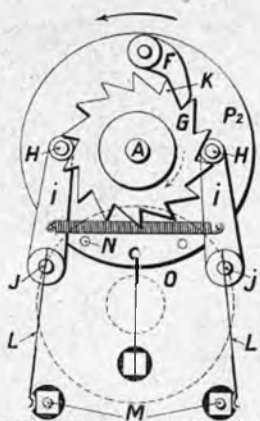
En face, et solidaire du même arbre *A*, un deuxième plateau P_2 , semblable au premier, reste au repos tant qu'il n'est pas en contact avec P_1 . Ce plateau P_2 est maintenu dans une position fixe par un ressort spirale *R*, qui agit constamment sur l'arbre *A*.

Le courant du relais sensible (*RS* de notre schéma général) traverse l'électro *E* qui attire son armature *C*. Celle-ci vient appuyer sur le plateau *B* solidaire par une goupille de l'arbre *A*. Le plateau *B* entraîne donc l'arbre *A*, lequel amène le plateau P_2 en contact avec le plateau P_1 . L'entraînement de P_2 est assuré par P_1 à un tour par minute.

Lorsque le courant cesse dans l'électro *E*, le ressort *D*, agissant sous le plateau *B*, pousse l'arbre *A* vers la droite et provoque ainsi la

séparation des plateaux P_1 et P_2 ; celui-ci, sollicité par le ressort spirale R revient rapidement à sa position de repos.

Pendant le contact entre P_1 et P_2 , ce dernier plateau tourne d'un angle proportionnel à la durée du courant venant du relais sensible et, partant, des signaux de T. S. F. Mais le plateau P_2 porte un cliquet F en prise permanente avec une roue à rochet G qui tourne folle sur le même arbre A . Cette roue est maintenue au



repos par deux galets H (fig. 5) solidaires des leviers I pivotant autour des axes J . Sous l'action d'un signal court (une seconde, par exemple), le plateau P_1 tourne dans le sens de la flèche d'un soixantième de tour puis revient à sa position de repos. Si le signal a une durée de cinq secondes, le plateau P_2 , entraîné par P_1 , tourne de cinq soixantièmes de tour et le rochet G , d'une dent, de sorte que le cliquet F retiendra la dent K .

Dès que cessera l'émission

FIG. 5. — VUE DE FACE DU MÉCANISME DE RELAIS RETARDÉ (VOIR FIG. 4)

A , arbre ; P_2 , plateau solidaire de l'arbre ; F , cliquet de la roue à rochet G ; $H H$, galets des leviers I engagés dans la roue G ; J , axes des leviers I ; K , dent de la roue G représentant une révolution de $5/60^\circ$ de tour ; $L L$, balais solidaires des leviers I ; $M M$, broches de contact sur lesquelles appuient les balais $L L$ pour établir le circuit avec le relais E (schéma général) ; N , broche susceptible de venir en contact avec le balai O si la durée du courant dépassait cinq secondes et demie, pour empêcher le relais de continuer à fonctionner.

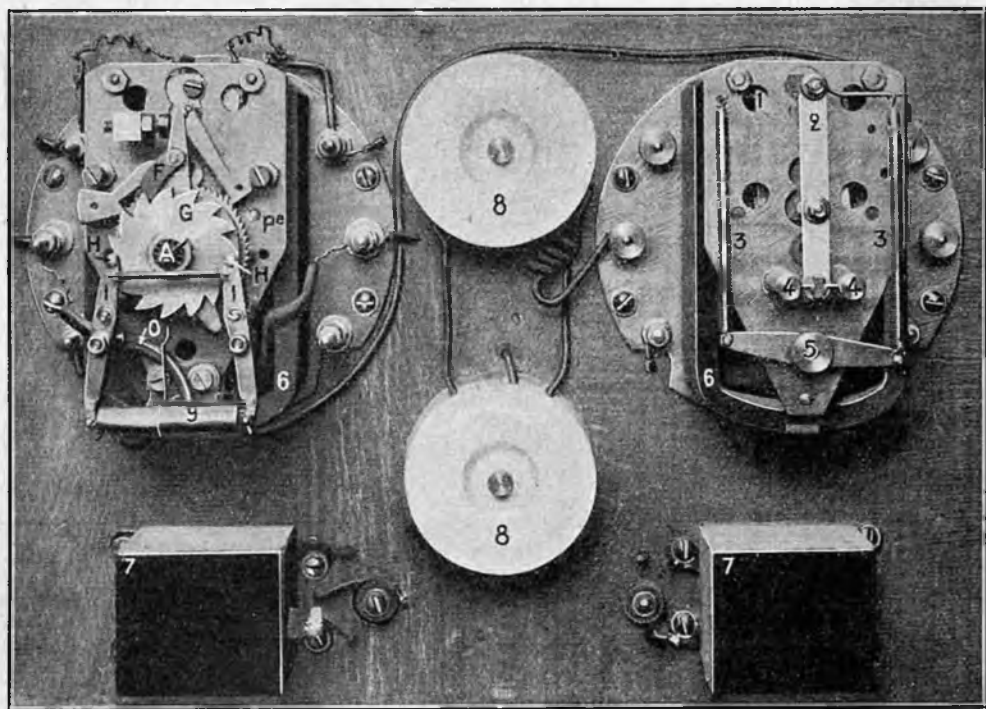


FIG. 6. — LE RELAIS SENSIBLE ET LE RELAIS RETARDÉ

A droite : relais sensible (RS du schéma général) : 1, bobine ; 2, armature ; 3, ressorts de l'armature ; 4, butoirs ; 5, axe du balancier d'oscillation des ressorts ; 6, aimant en fer à cheval. — En bas et au centre : 7, condensateurs ; 8, résistances. — A gauche : relais retardé (RR du schéma général) P_e , platine de support ; G , roue à rochet ; F , cliquet ; $H H$, galets des leviers I ; 9, petit frein à air comprimé ; O , balai susceptible de venir en contact avec les broches N (fig. 5) ; A , arbre.

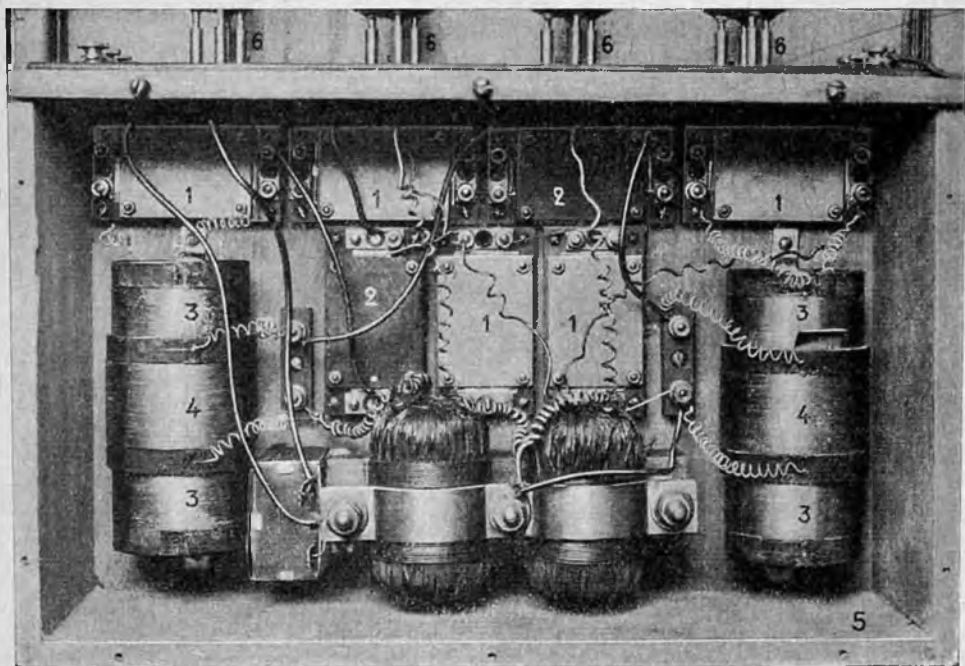


FIG. 7. — VUE GÉNÉRALE DES TRANSFORMATEURS

3 3, circuits primaires ; 4 4, circuits secondaires ; 1 1 1, condensateurs ; 2 2, résistances ; 5, boîte des transformateurs ; 6, lampes amplificatrices à trois électrodes ordinaires.

de courant, le plateau P_2 , dégagé de P_1 , reviendra à sa position de repos sous l'action du ressort R , la roue G , entraînée dans le même sens, soulèvera les deux galets H qui passeront au-dessus d'une dent ; les deux leviers I , qui terminent deux balais L , viendront appuyer sur les deux broches M pour fermer le circuit de l'électro de remise à l'heure (E du schéma général fig. 2).

Sur notre photographie (fig. 6), on remarque que les leviers I sont prolongés par deux branches (sous lesquelles sont les balais L) réunies par deux petits tubes télescopiques. Ces tu-

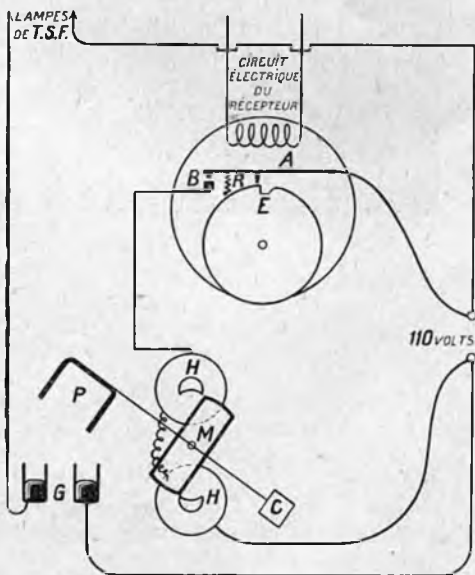


FIG. 8. — SCHÉMA DU RELAIS A MERCURE
E, disque à encoche ; A, lame-ressort terminée par le contact B ; R, ressort de traction de la lame ; H H, électro-aimant à armature tournante M ; C, contrepoids ; P, plongeurs ; G, godets à mercure.

bes constituent un petit frein à air qui prolonge légèrement le contact pour éviter une remise à l'heure trop brusque.

Ce relais, qui est une pièce mécanique de précision, ne peut donc faire fonctionner le système de remise à l'heure, commandé par l'électro E que sous l'action d'un courant de cinq secondes. Mais si un courant étranger d'une durée supérieure à cinq secondes venait à actionner le relais, aucun dérèglement du mécanisme ne pourrait se produire par suite de la présence sur le plateau P_2 de broches N venant rencontrer, au bout de cinq secondes

et demie, un balai fixe *O* ; ce contact aurait pour effet de mettre les appareils hors d'action pour toute la journée suivant le signal.

Le contact horaire de cinq secondes n'aura donc plus aucune action sur le mécanisme, pas plus d'ailleurs que les courants étrangers survenant par la suite. La remise à l'heure s'effectuera alors le lendemain dans les mêmes conditions que précédemment.

Le relais retardé remplit donc parfaitement sa fonction, mieux que le précédent système qui obligeait la pendule à subir l'action de tous les courants étrangers d'une durée de cinq secondes et plus, à quelque moment de la journée qu'ils surviennent, ce qui n'était pas sans présenter de graves inconvénients en déréglant fréquemment la marche de la pendule.

Voyons maintenant par l'intermédiaire de quel mécanisme s'effectue la remise à l'heure, c'est-à-dire comment le relais retardé commande l'aiguille des secondes.

Le circuit du courant d'alimentation sur l'électro *E* étant fermé par le contact *B* (schéma général), l'armature de cet électro est attirée. Cette armature se termine par un galet *G* qui, au repos, est écarté du mécanisme de remise à l'heure. Mais au moment de l'attraction, ce galet se rapproche d'une came en cœur *C*, calée sur l'axe de l'aiguille des secondes. Il pèse sur le profil de cette came et l'oblige à se déplacer jusqu'à ce qu'il pénètre dans sa cavité *S* qui correspond à la position 30 du cadran de l'aiguille des secondes du régulateur.

Par conséquent, que cette aiguille soit en avance ou en retard de vingt-neuf secondes, elle sera amenée automatiquement sur la division 30 par le signal de remise à l'heure. Ajoutons que la came *C* est un organe emprunté à l'horlogerie courante ; c'est le système adopté dans la construction des chronographes pour maintenir l'aiguille des secondes en vue d'un chronométrage.

L'installation générale de cette pendule comporte encore, en dehors des résistances de chauffage des lampes, un relais à mercure qui établit et coupe le circuit d'allumage des lampes aux instants convenables.

Pas plus que la came en cœur, le relais à mercure n'est pas un organe nouveau, mais il a trouvé une intéressante application dans le dispositif général de la pendule à remise

à l'heure. Il comporte un disque à encoche *E*, actionné par le circuit du récepteur, faisant un tour en vingt-quatre heures (fig. 8). Au-dessus est fixé une lame ressort *A* portant une pointe et terminée par un contact *B*. Cette pointe appuie en permanence sur la périphérie du disque à encoche, sollicitée par un faible ressort *R* qui tire constamment sur la lame-ressort *A*. A l'heure précise de l'allumage des lampes, la pointe tombe dans l'encoche *E* et le contact s'établit en *B*. Le courant d'alimentation parcourt alors les électros *HH* ; l'armature *M*, montée sur un axe horizontal, se place en face des noyaux des deux électros taillés en conséquence. Les deux branches du plongeur *P* pénètrent alors dans les deux godets à mercure *G* et envoient le courant de 110 volts dans les lampes.

Lorsque le disque *E*, qui continue sa révolution, a relevé la pointe franchissant le plan incliné de l'encoche, le contact *B* se

rompt, le courant d'alimentation cesse de parcourir les deux bobines du relais à mercure et l'armature reprend sa position de repos, qui est celle indiquée sur notre figure et sur la photographie ci-dessus, sous l'action du contrepois *c* terminant le levier portant les plongeurs à son autre extrémité.

Cette pendule, dont il existe déjà quelques modèles en divers endroits des réseaux de chemins de fer français, fonctionne à la gare Saint-Lazare depuis quelque temps, sans que l'on ait jamais constaté la moindre irrégularité dans sa marche.

G. HARISSEL.

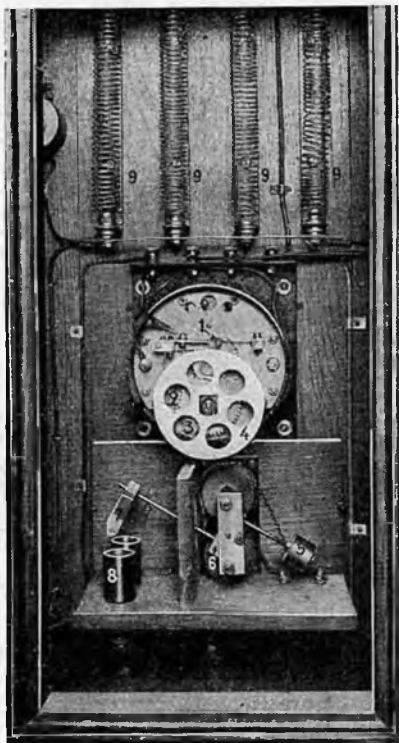


FIG. 9. — RELAIS A MERCURE

1, lame-ressort ; 2 3, trous d'allègement de la roue à encoche ; 4 ; 5, contrepois ; 6, électro-aimant ; 7, plongeur ; 8, godet à mercure servant de contact électrique.