

LA TRANSMISSION DE L'HEURE DANS LES VILLES

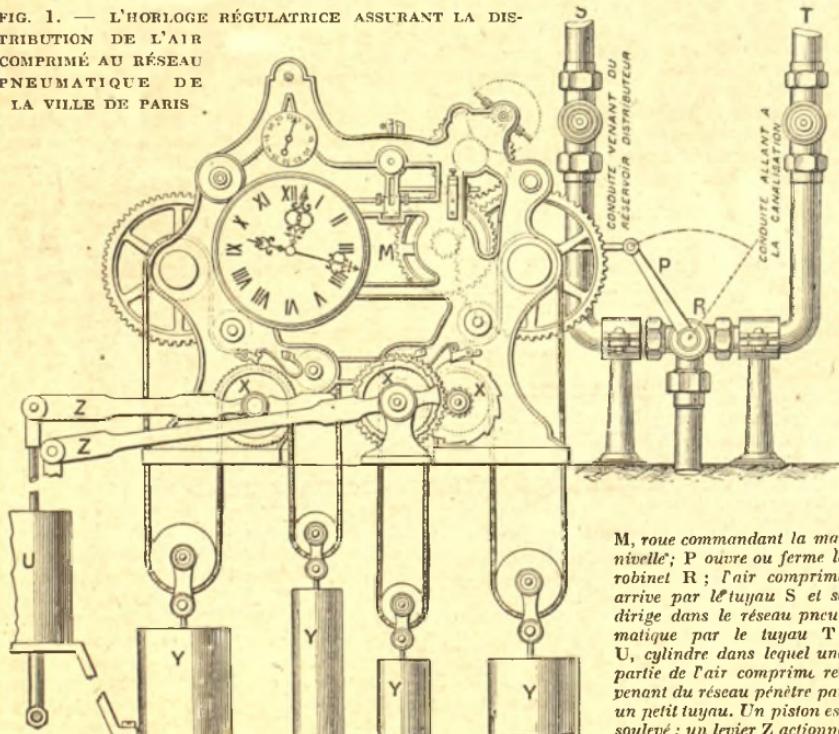
Par R. CHEVALIER

INGÉNIEUR E.P.C.I.

Ce problème, dont l'intérêt n'est plus à démontrer, a été réalisé de deux manières différentes par l'emploi de deux énergies concurrentes : l'air comprimé et l'électricité. L'un et l'autre procédé ont donné d'excellents résultats, mais les conditions atmosphériques exercent sur les appareils récepteurs une influence qui n'est pas sans occasionner certains troubles que l'on

inscrit, bien à tort, au compte du mécanisme ou à celui de l'agent transmetteur. Il ne faut pas oublier que les horloges sont des appareils délicats, s'accommodant mal des régimes de pluie, de brouillard, qui leur sont imposés et qui, à la longue, finissent par avoir raison de la régularité de marche. De temps à autre, quelque horloge publique s'arrête et le passant, mécontent de ne pas trouver l'heure

FIG. 1. — L'HORLOGE RÉGULATRICE ASSURANT LA DISTRIBUTION DE L'AIR COMPRIMÉ AU RÉSEAU PNEUMATIQUE DE LA VILLE DE PARIS



chain de Galle fait remonter au sommet de leur course les contrepoids Y. Il y a, dans cette horloge régulatrice distribuant l'air comprimé, deux cylindres U et quatre contrepoids Y.

à sa place habituelle, s'insurge contre les appareils, les concessionnaires, l'administration municipale, contre tous les rouages sociaux d'un progrès, en somme très réel. Un peu plus de bienveillance permettrait de juger sainement de la valeur des procédés.

Nous allons rappeler la technique du problème de la transmission de l'heure par l'air comprimé et par l'électricité. La première forme, déjà ancienne, n'a pas varié pour ainsi dire depuis le premier jour; quant à la transmission électrique, elle se présente sous de nombreux aspects avec de très ingénieuses combinaisons qui marquent des progrès incontestables dont nos lecteurs vont pouvoir, par ce que nous allons en dire et d'après nos illustrations, apprécier toute la valeur.

L'heure pneumatique.

La Centrale de l'heure pneumatique fut installée vers 1880, dans un immeuble de la rue Sainte-Anne, et les passants peuvent voir encore, au rez de chaussée de cet immeuble, les deux horloges distributrices du temps, qui fonctionnent à tour de rôle. Au sous-sol, de gros réservoirs reçoivent l'air comprimé à cinq kilogrammes, de l'usine de Bercy; cet air est détendu dans d'autres réservoirs pour ramener la pression de travail à 750 grammes, pression largement suffisante au fonctionnement des appareils.

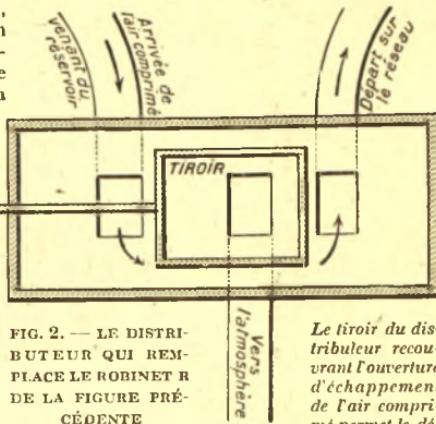


FIG. 2. — LE DISTRIBUTEUR QUI REMPLACE LE ROBINET R DE LA FIGURE PRÉCÉDENTE

part de l'air à la pression de 750 grammes de se diriger sur le réseau des horloges réceptrices. Les flèches indiquent le chemin parcouru par l'air comprimé.

Le tiroir du distributeur recouvrant l'ouverture d'échappement de l'air comprimé permet le dé-

détendeurs interviennent: l'un, branché sur la canalisation à cinq kilogrammes, ne laisse pénétrer dans le réservoir d'arrivée que de

l'air à la pression de deux kilogrammes. De ce réservoir, une canalisation conduit l'air à un robinet automatique à mercure dont l'échappement est relié à deux autres réservoirs où la pression est maintenue normalement à sept cent cinquante grammes. C'est cette pression que le système de transmission automatique commandé par l'horloge-mère, envoie dans tout le vaste réseau de canalisations commandant les horloges.

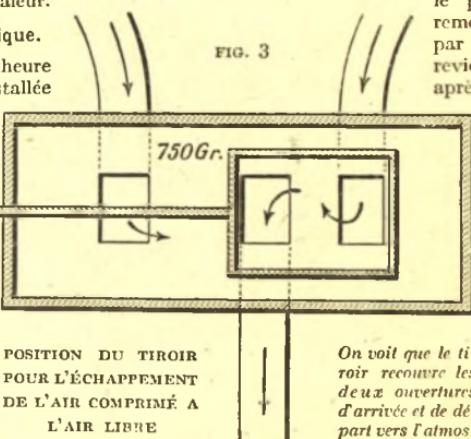
L'horloge régulatrice comporte deux

mécanismes distincts. L'un, celui du mouvement d'horlogerie, est semblable à tous ceux des régulateurs à balancier et à contrepoids,

le poids moteur étant remonté chaque minute par l'air comprimé qui revient des canalisations après avoir actionné les horloges réceptrices.

L'autre, commandé par le premier par l'intermédiaire d'une came et d'une tringle, agit sur le tiroir distributeur de l'air comprimé (figure 1).

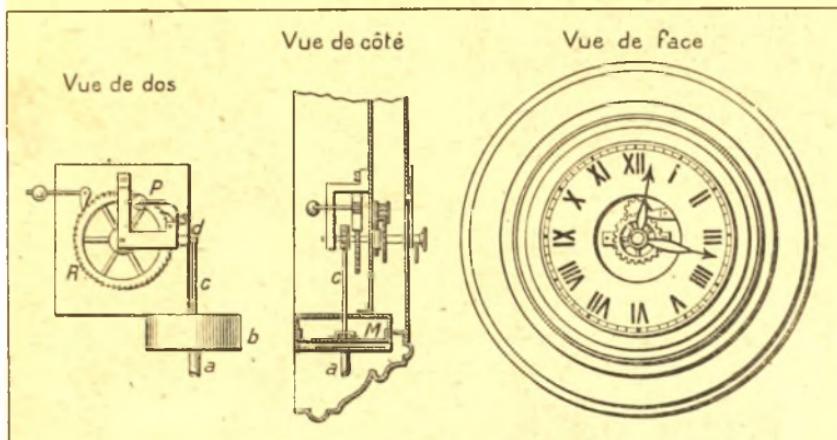
Le tiroir se meut dans une boîte isolée pourvue de trois ouvertures: une de ces ouvertures, constamment ouverte, admet l'air en permanence; cette boîte est donc constamment



POSITION DU TIROIR POUR L'ÉCHAPPEMENT DE L'AIR COMPRIMÉ À L'AIR LIBRE

indiquent le trajet parcouru par l'air comprimé. Pendant ce temps le distributeur reste toujours ouvert à l'arrivée de l'air comprimé venant du réservoir à 750 grammes de pression comme il est dit plus haut.

pleine d'air comprimé à sept cent cinquante grammes. Les deux autres ouvertures, rapprochées l'une de l'autre, sont destinées,



FIGURES 4, 5 ET 6. — MÉCANISME INTÉRIEUR D'UNE HORLOGE RÉCEPTEURICE

L'air comprimé arrive par le tuyau *a*, pénètre dans le soufflet *b*, soulève le piston *M* (remplacé actuellement par une membrane de caoutchouc fermant la partie supérieure du cylindre *b*). Une tringle *c*, articulée en *d* à un levier portant un cliquet *S* muni d'un contrepoids *p*, fait avancer d'une dent une roue *R* à 60 dents. Cette roue entraîne l'aiguille des minutes, qui avance ainsi d'une minute à chaque impulsion. Un deuxième cliquet, à gauche en haut, dans la figure de gauche, empêche la roue de revenir sur elle-même après l'impulsion active qu'elle reçoit par la tringle *c*.

l'une, celle du fond de la boîte, à l'envoi de l'air comprimé dans le réseau très étendue des canalisations, et l'autre à la détente ; celle-ci s'ouvre purement et simplement sur l'atmosphère.

Le tiroir recouvre constamment l'ouverture de retour de l'air comprimé ; à aucun moment, par conséquent, la force motrice contenue dans la boîte ne peut être en relation avec l'échappement.

Pendant les vingt et une premières secondes de chaque minute, le tiroir, porté vers la gauche, ouvre la canalisation du réseau, l'air comprimé passe donc directement dans les tuyaux par la boîte distributrice. Ce temps est matériellement suffisant pour faire fonctionner les horloges réceptrices. Au bout de ces vingt et une secondes, et pendant une nouvelle période de vingt et une secondes, le tiroir distribu-

teur est poussé en arrière par sa tringle, il établit une relation entre les deux ouvertures de départ et de retour de l'air comprimé. Celui-ci, qui a rempli ses fonctions, revient par l'ouverture de départ, passe par le tiroir et s'échappe finalement par la seconde ouverture.

Le tiroir demeure dans cette position jusqu'à la fin de la minute ; il ne se déplace à nouveau, pour permettre un autre départ d'air comprimé, qu'au commencement de la minute suivante. Il y a donc, à la fin de chaque minute, un espace de temps mort pendant lequel ne se produit aucun mouvement d'air à l'intérieur des tubes du réseau. Bien que très court, ce temps est

mis à profit pour effectuer le changement d'horloge ou les réglages nécessaires.

Le tuyau de départ quittant le tiroir distributeur se rend, à l'intérieur de la station centrale, à une sorte de tableau distributeur

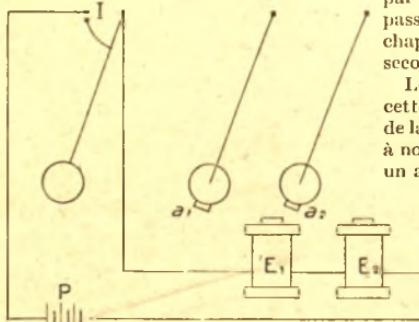


FIG. 7. — PRINCIPE DES HORLOGES SYNCHRONISÉES

I, interrupteur; *P*, pile fournit le courant; *E₁*, *E₂*, électro-aimants; *a₁*, *a₂*, armatures.

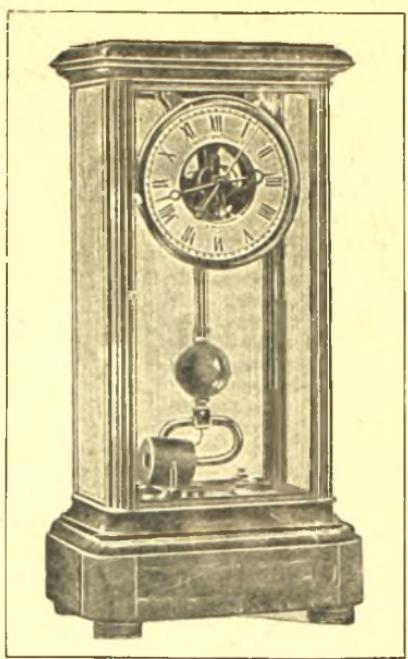


FIG. 8.— RÉGULATEUR ÉLECTRIQUE
SYSTÈME BRILLIÉ

(Type courant pour cheminée)

où il se divise en dix canalisations qui sont l'origine du réseau. Chacun de ces tubes est dirigé, en suivant les parois des égouts, dans un des quartiers de Paris, pour desservir le groupe d'horloges publiques qui y fonctionne.

Les horloges réceptrices ne comportent, pour ainsi dire, aucun mécanisme (fig. 4, 5 et 6). L'organe essentiel *b* est représenté par un léger soufflet cylindrique d'un centimètre environ de hauteur à la base duquel l'air comprimé pénètre par un petit tube *a*. La fermeture supérieure de ce cylindre est représentée par une surface de caoutchouc au milieu de laquelle est fixée une petite tige verticale *C* articulée en *d* sur un levier portant un cliquet *S* muni d'un contre-poids *P*. Le cliquet, constamment engagé dans la denture

de la roue *R*, fait avancer celle-ci de trois dents chaque fois que l'air comprimé vient soulever la membrane de caoutchouc du soufflet. La roue dentée entraîne par son axe l'aiguille des minutes qui se déplace d'une minute sur le cadran. Une démultiplication convenable assure l'avancement régulier de l'aiguille des heures. Ces aiguilles ne peuvent jamais revenir en arrière parce que la roue *R* est bloquée par un second cliquet (en haut, à gauche de la figure de gauche) qui s'oppose à la marche à contresens.

La régularité de marche des horloges pneumatiques est assurée d'une manière très précise par l'absence de mécanisme. Il leur arrive de s'arrêter, mais ces arrêts ne sont jamais que de courte durée, des inspecteurs appartenant à la Compagnie de l'Air comprimé les surveillant chaque jour et signalant aussitôt les arrêts à l'administration, qui envoie un de ses agents, le lendemain au plus tard, procéder à la remise en marche.

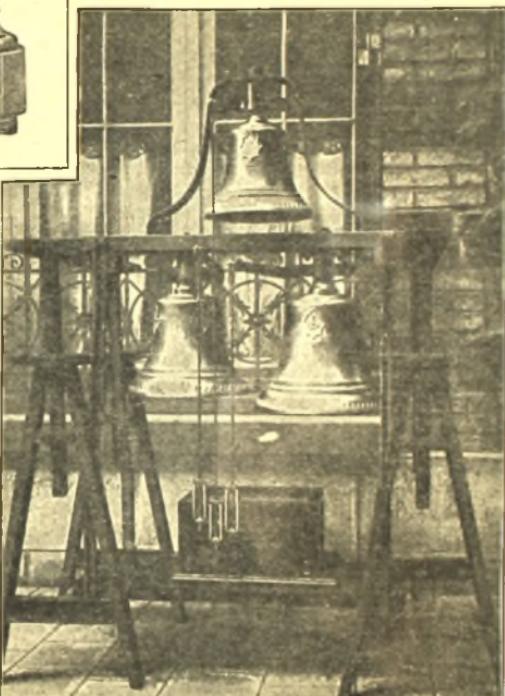
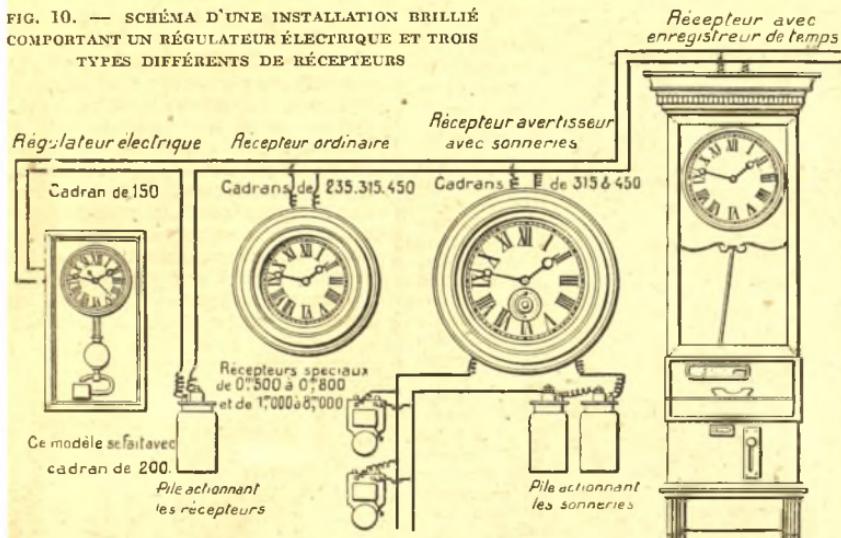


FIG. 9. — CARILLON BRILLIÉ A TROIS CLOCHEs
Ce carillon sonne les heures, les demies et les quarts sur trois notes différentes; il s'entend de très loin.

FIG. 10. — SCHÉMA D'UNE INSTALLATION BRILLIÉ COMPORTEANT UN RÉGULATEUR ÉLECTRIQUE ET TROIS TYPES DIFFÉRENTS DE RÉCEPTEURS



Ces appareils sont d'une construction extrêmement simple et leur régularité est parfaite.

Des arrêts sont provoqués par des causes infimes auxquelles les appareils sont étrangers.

L'heure électrique.

Une autre force motrice, l'électricité, sinon plus souple, du moins plus maniable, concourt également à la réalisation du même problème, qui s'est posé d'ailleurs à peu près en même temps que celui de la télégraphie électrique. L'un et l'autre utilisent les mêmes organes : piles émettrices du courant, fils conducteurs et électro-aimants récepteurs. En les étudiant, on fait de la télémécanique, puisque le courant électrique commande dans les deux cas des équipements produisant des effets mécaniques.

Les recherches relatives à la transmission de l'heure par l'électricité ont donné naissance à de très nombreuses solutions plus ou moins simples, tendant toujours à réaliser l'unification de l'heure, qui est loin d'être obtenue d'une manière absolument parfaite, non seulement à l'intérieur d'un même pays, mais même à l'intérieur des villes.

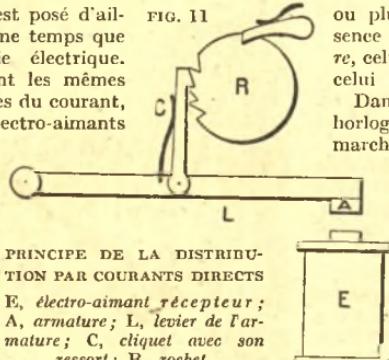
Comme dans le système de transmission

pneumatique dont nous venons de parler, l'unification électrique de l'heure est basée sur l'installation d'une horloge-mère ou distributrice, qui commande directement des horloges réceptrices ou secondaires.

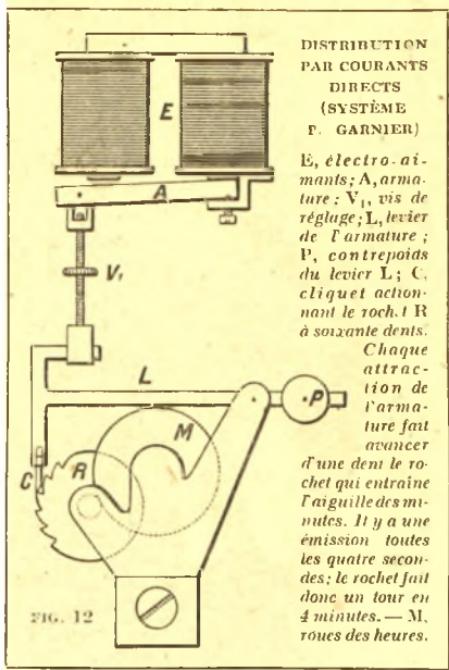
Dès maintenant, nous pouvons dire que trois systèmes différents sont, ou plutôt ont été, en présence : celui par *remise à l'heure*, celui par *synchronisation* et celui par *distribution d'heure*.

Dans le premier système, les horloges réceptrices ont une marche indépendante, l'électricité n'intervenant que pour envoyer périodiquement un courant qui rétablit l'heure juste sur le cadran secondaire. La complication mécanique des organes ne leur a assuré qu'un succès tout à fait éphémère.

Les horloges synchronisées peuvent avoir, comme les précédentes, une marche indépendante, mais les émissions de courant, agissant sur les balanciers des horloges secondaires, les obligent à battre à l'unisson du balancier de l'horloge distributrice. Les positions des aiguilles sur les cadans sont donc mainte-



PRINCIPE DE LA DISTRIBUTION PAR COURANTS DIRECTS
E, électro-aimant récepteur ;
A, armature ; L, levier de l'armature ;
C, cliquet avec son ressort ; R, rochet.



nues en accord d'une façon permanente. Le principe est donné par notre figure 7. La pendule de l'horloge-mère porte un interrupteur *I* qui, à chaque oscillation, permet le passage d'un courant fourni par une pile *P* dans des électroïdes *E*, *E*... placés sous les pendules, pourvus d'armatures *a*, *a*. Ces pendules des horloges réceptrices battent un peu en retard sur celui de l'horloge distributrice; le courant envoyé par cette dernière est donc un courant correcteur qui intervient pour donner une impulsion accélératrice aux balanciers commandés. Quelquefois, les balanciers récepteurs battent un peu en avance: dans ce cas, le courant a un effet retardateur.

Une émission a lieu à chaque seconde, mais ce principe n'est pas absolu. Hipp obtint de bons résultats en espaçant les émissions d'une minute au lieu de les envoyer à chaque seconde.

La maison Brillié frères a utilisé, dans cet ordre d'idées, le dispositif d'entretien pendulaire dû à M. Féry. Les pendules des horloges secondaires sont munis, à leur partie inférieure, d'un aimant dont une des branches se déplace, pendant l'oscillation, à l'intérieur d'une bobine. Lorsque le courant circule dans la bobine, il y a, suivant le sens du courant, attraction ou répulsion de l'aimant; cette action a pour effet d'entretenir les oscillations du pendule en synchronisme avec celles du pendule de l'horloge-mère (fig. 8).

Dans ces horloges réceptrices, le balancier est moteur et, à chaque oscillation,

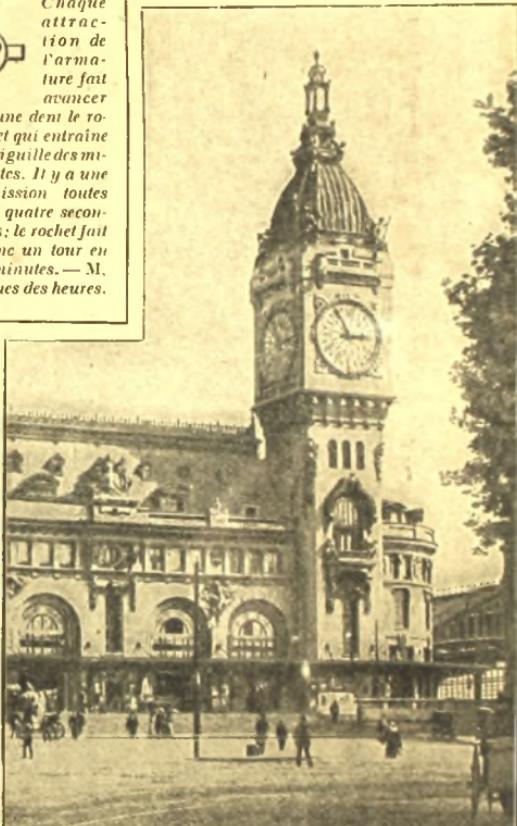


FIG. 13. — L'HORLOGE DE LA GARE DU P.-L.-M.
Le cadran ne mesure pas moins de sept mètres de diamètre et la longueur de la grande aiguille est de 4 m. 05, talon compris.

tion, il fait avancer d'une dent le rochet sous l'action d'un cliquet; ce rochet entraîne, par l'intermédiaire d'un rouage convenable, et très bien étudié, la minuterie et les aiguilles.

Le système de la synchronisation, motrice ou non motrice, des balanciers, possède, sur les systèmes de remise à l'heure le grand avantage de distribuer l'heure avec une très grande précision. Par contre, utilisant des émissions de courant très rapprochées les unes des autres, il amène l'épuisement rapide de la source électrique. Le système basé sur le principe de la distribution de l'heure élimine cet inconvénient.

Cette dernière solution, la plus ancienne, est celle qui a obtenu le plus de succès. Inspirée vraisemblablement par le télégraphe Bréguet, dans lequel deux aiguilles de cadran, l'une transmettrice, l'autre récepteur, se déplaçaient en accord parfait, elle naquit presque en même temps dans le «cerveau» de deux inventeurs français. En 1845, en effet, Paul Garnier et Bréguet, apportaient chacun une solution intéressante au problème de la transmission de l'heure à distance.

Le système Bréguet était basé sur l'emploi d'émissions de courant faites toutes les minutes, l'une étant envoyée dans un sens et la suivante dans l'autre sens, tandis que Paul Garnier utilisait toujours le même sens du courant. La fortune de ces conceptions fut bien différente; les appareils de Paul Garnier, plus

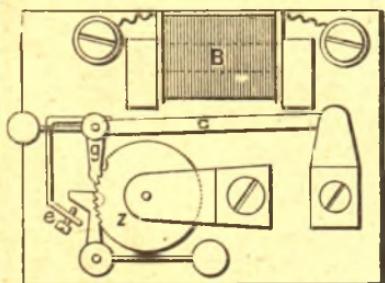


FIG. 15. — APPAREIL DE DISTRIBUTION SYSTÈME RECLUS

B, électro-aimant; C, armature; Z, rochet; e, vis de butée empêchant le rochet de tourner sous l'action du cliquet qui lui fait face. — Quand l'armature retombe, le cliquet supérieur g fait tourner le rochet d'une dent.

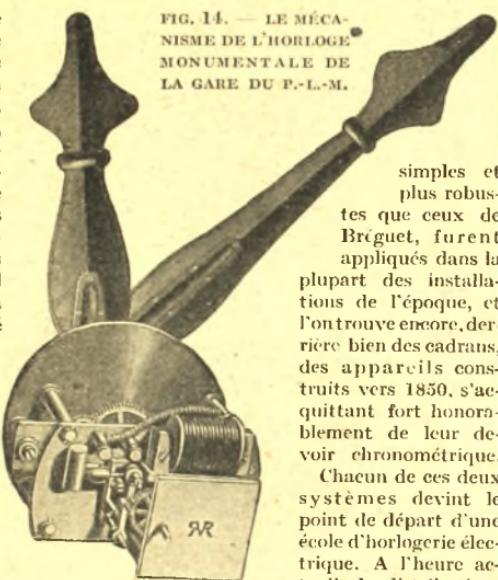


FIG. 14. — LE MÉCANISME DE L'ORLOGE MONUMENTALE DE LA GARE DU P.-L.-M.

simples et plus robustes que ceux de Bréguet, furent appliqués dans la plupart des installations de l'époque, et l'on trouve encore, derrière bien des cadraus, des appareils construits vers 1850, s'acquittant fort honorairement de leur devoir chronométrique.

Chacun de ces deux systèmes devint le point de départ d'une école d'horlogerie électrique. A l'heure actuelle, les distributions

par courants inverses disputent le marché aux distributions par courants directs sans que l'une des conceptions puisse se prévaloir d'un avantage marqué sur l'autre.

Dès maintenant, notre sujet présente deux grandes divisions attribuées aux deux systèmes dont nous venons d'énoncer le principe comportant chacune l'étude des horloges réceptrices et des horloges distributrices.

Distribution par courants directs.

Sous sa forme la plus simple, le compteur électro-chronométrique se compose d'un électro-aimant E et d'un levier L (fig. 11). Ce levier porte un cliquet d'une extrême sensibilité susceptible d'agir sur un rochet R et une armature A placée en face du noyau de l'électro-aimant.

A chaque passage du courant, l'armature

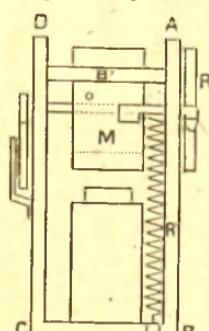
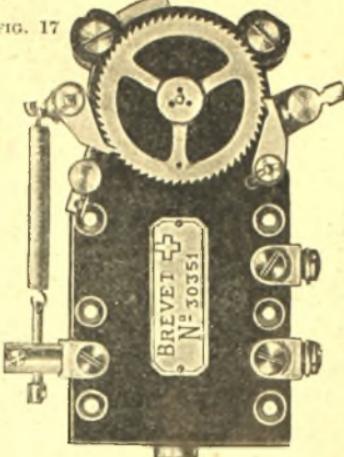


FIG. 16. — SYSTÈME DAVID PERRET

A B C D, châssis en fer magnétique; M, armature de l'électro-aimant; R, rochet calé sur l'axe de l'armature; R', ressort de rappel de l'armature.

FIG. 17



VUE GÉNÉRALE DE LA RÉCEPTEUR DU SYSTÈME DAVID PERRET

attirée provoque l'abaissement du levier *L*, le cliquet *C* fait avancer le rochet *R* d'une dent.

Si le rochet a un nombre de dents égal au nombre d'émissions faites en une heure par le distributeur, il fera un tour en une heure et pourra porter sur son axe l'aiguille des minutes, une minuterie ordinaire transmettant, en le transformant convenablement, le mouvement à l'aiguille des heures. Tel est le principe général, et très simple, de la construction des horloges réceptrices.

Paul Garnier a réalisé cette construction de la manière suivante (fig. 12) :

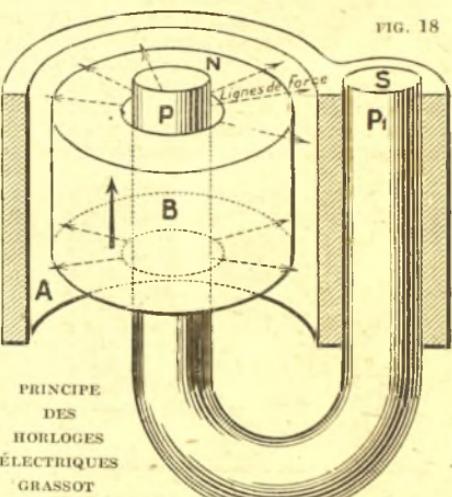
Lorsque le courant passe dans l'électro-aimant *E*, il attire l'armature *A* et soulève, par l'intermédiaire de la double vis de réglage *V*, et du levier *L*, le cliquet *C* qui fait passer, par suite de ce mouvement, une dent du rochet *R*.

Ce rochet a soixante dents; les émissions étant faites toutes les quatre secondes, il fera un tour en quatre minutes. La roue *M*, chargée de conduire l'aiguille des heures, est commandée par un pignon convenable fixé sur l'axe du rochet *R*. La fréquence et l'intensité des émissions de courant exigées par ces appareils conduisent à l'emploi de piles de grande capacité. Paul Garnier employait des éléments Daniel ayant cinquante à soixante centimètres de

hauteur; aussi, les batteries nécessitées par les distributions d'heures étaient-elles extrêmement coûteuses, particulièrement encombrantes et d'un entretien fort difficile.

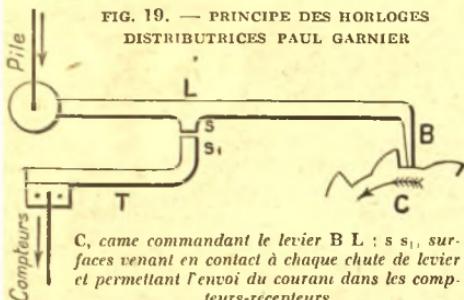
On chercha à réduire les batteries en espacant les émissions et en modifiant l'électro-aimant. Froment, Robert Houdin, Colin, Liais, Mildé, Fournier, Baïa établirent des appareils dont les avantages ne furent pas suffisants pour justifier la faveur du public. C'est en 1885 seulement que l'on trouve, dans les distributions Reclus des appareils susceptibles d'application vraiment pratiques. Les cinq cents cadans de l'hôtel Terminus et les installations de nombreuses gares des réseaux de l'Ouest et du P.-L.-M. furent équipés avec des horloges de ce système (fig. 13 et 14, aux pages 244 et 245).

Ces distributions fonctionnent toutes les minutes ou toutes les trente secondes; l'originalité des compteurs réside surtout dans la forme de l'électro-aimant. D'autre part, le rochet tourne lorsque l'armature est rappelée. Sous l'action du courant, l'armature *C* est attirée, le rochet ne bouge pas, il est empêché par le cliquet *F*, engagé et maintenu dans une dent du rochet par la vis de butée *E*. Après le passage du courant, l'armature retombe; le cliquet *g* fait alors



P *P*, aimant permanent; A, anneau métallique entourant l'aimant permanent et la bobine B. — Sous l'action des courants transmis par l'horloge distributrice, la bobine se déplace dans le sens de la flèche (verticale sur notre dessin). Ces déplacements sont utilisés pour actionner le mécanisme récepteur.

FIG. 19. — PRINCIPE DES HORLOGES DISTRIBUTRICES PAUL GARNIER



C, came commandant le levier B : s s₁, surfaces venant en contact à chaque chute de levier et permettant l'envoi du courant dans les compresseurs-recepteurs.

tourner le rochet Z d'une dent (fig. 15).

Les grands cadrons de la tour de la gare de Lyon (7 mètres de diamètre) sont actionnés par une variante de ce système ; les mécanismes sont dus à Paul Garnier. Les électro-aimants moteurs, dits cuirassés, sont du système Guénée, modèle employé sur certains réseaux de chemin de fer pour la manœuvre des aiguilles. Les émissions ont lieu toutes les vingt-sept secondes ; elles sont fournies avec une parfaite régularité par une batterie d'accumulateurs de vingt éléments et ont une intensité de trois ampères et demi.

La maison David Perret, de Neuchâtel, emploie dans ses horloges réceptrices un électro-aimant d'une conception originale. L'armature, montée sur un axe, oscille autour de cet axe lorsque le courant parcourt l'électro-aimant et prend une position particulière. L'ensemble est monté dans une sorte de châssis en fer A B C D (fig. 16) qui, fermant en partie le circuit magnétique du système,

augmente ainsi la force attractive de l'électro-aimant. L'axe de l'armature M repose de part et d'autre sur les joues verticales du châssis et porte, à une extrémité, le rochet R et, à l'autre extrémité, la minuterie commandant les aiguilles. Un ressort de rappel ramène l'armature à sa position de repos lorsque, sous l'action du courant électrique, elle a rempli sa fonction d'entraînement mécanique des aiguilles.

Ces appareils, types Reclus et David Perret, fonctionnent avec deux éléments de pile Leclanché fournissant un courant de l'ordre du dixième d'ampère. M. Grassot, chef des travaux pratiques à l'Ecole de Physique et de Chimie de Paris, réalisa un progrès énorme en 1903 par l'utili-

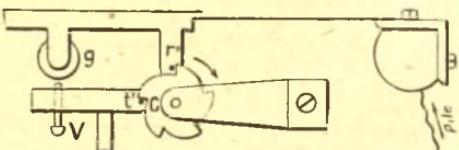


FIG. 20. — PRINCIPE DU DISTRIBUTEUR SYSTÈME RECLUS

C, came ; r, ressort du taquet r' ; t, ressort du taquet t' ; g, galet venant en contact avec la pointe de la vis V à chaque oscillation du balancier. Le galet en argent, g, tourne véritablement autour de son axe et présente toujours une surface nouvelle à la pointe de la vis V.

lisation de l'action d'un champ magnétique sur un courant, sans fer intermédiaire.

Les horloges réceptrices dues à l'ingénieur M. Grassot fonctionnent par dix en série sur une pile. L'intensité totale nécessaire n'est que de 0 amp. 045.

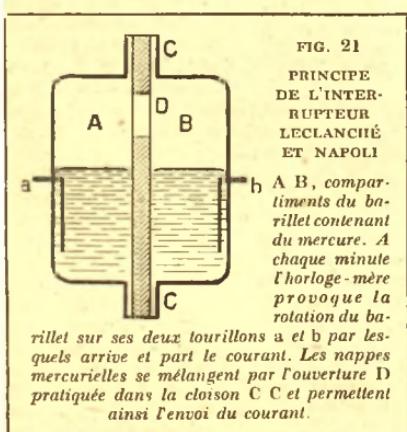
La puissance électrique dépensée dans ce système est donc vingt fois plus petite que celle nécessaire par les anciens appareils employant l'action électro-magnétique.

En principe, l'énergie mécanique nécessaire à l'entraînement du mécanisme est fournie par une bobine B, placée dans le champ magnétique d'un aimant P P₁ et disposée comme le montre la figure 18.

Le champ magnétique régnant entre les pôles est rendu régulier et radial au pôle P par l'adjonction à ce pôle d'un anneau A figuré en coupe sur la figure. Lorsqu'un courant passe dans la bobine, on se trouve dans le cas d'un courant circulant dans un conducteur

FIG. 21
PRINCIPE DE L'INTERRUPTEUR LECLANCHÉ ET NAPOLI

b A B, compartiments du bâillet contenant du mercure. A chaque minute l'horloge-mère provoque la rotation du bâillet sur ses deux tourillons a et b par lesquels arrive et part le courant. Les nappes mercurielles se mélangent par l'ouverture D pratiquée dans la cloison C C et permettent ainsi l'envoi du courant.



disposé dans un champ magnétique.

L'électromagnétisme nous apprend — principe invariable — que le conducteur tend à se déplacer perpendiculairement au plan déterminé par lui-même et par les lignes de force du champ.

La bobine tend donc à se déplacer dans le sens de la flèche ; ses déplacements sont utilisés pour commander les minuteries ordinaires par l'intermédiaire d'une roue à rochet. On n'a pas encore construit, que nous sachions du moins, de réceptrices fonctionnant avec moins d'énergie électrique, ce qui explique le succès obtenu par ce système tant pour les installations domestiques que pour les cadrans de très grandes dimensions.

Horloges distributrices.

Les systèmes d'interrupteurs établis pour fermer régulièrement le circuit dans les distributrices horaires sont très nombreux, mais peu donnent de bons résultats.

C'est que l'interrupteur de l'horloge-mère constitue l'un des organes les plus délicats d'un système d'horloges électriques ; c'est de lui que dépend la régularité de succession des émissions de courant ; si, par suite du mauvais état de ses surfaces, il y a des ratés, les compteurs cessent d'être en accord avec l'horloge-mère. Aussi emploie-t-on, pour éviter la détérioration des surfaces en contact, des métaux en principe peu oxydables, tels que l'or et le platine.

Voici le principe des distributrices Paul Garner. Une came C (fig. 19)



FIG. 22. — PRINCIPE DE DISTRIBUTION ÉLECTRIQUE DE L'HEURE PAR COURANTS INVERSES
P, batterie de piles; I, interrupteur; Inv., organe inverseur; C₁, C₂, C₃, compteurs récepteurs.

commande un levier L portant une surface s ; elle lui imprime des mouvements de chute et de relève réguliers ; le courant passe au moment où les deux surfaces s

et s₁ sont en contact. Dans ce système, l'action destructive des étincelles se produit toujours au même endroit, ce qui amène la détérioration assez rapide des surfaces et conduit à faire des nettoyages très fréquents des contacts.

Reclus a obvié à cet inconvénient par l'emploi de surfaces mobiles.

Le contact s'établit entre la vis V et le galet g (fig. 20 page précédente).

Les mouvements nécessaires à l'établissement et à la rupture du contact entre ces pièces sont fournis par l'action de la came à cinq ailes C sur les taquets r' et t', solidaires des ressorts r et t supportant chacun une des pièces métalliques de contact.

La came, tournant dans le sens de la flèche, soulève le ressort r et écarte vers la gauche le ressort t, amenant V sous le galet g.

La rotation continuant, les taquets r' et t', abandonnés par la came, reprennent leur position t' est placé de façon que abandonné le premier ; se produit, g tombe et vient au contact de la vis V. Le contact est établi ; le taquet t' est abandonné peu après, la vis V, entraînée par le ressort t, se détendant vers la droite, provoque la rupture du courant.

Dans ce mouvement, le galet en argent g tourne sur lui-même et le contact suivant a lieu sur une partie qui n'a

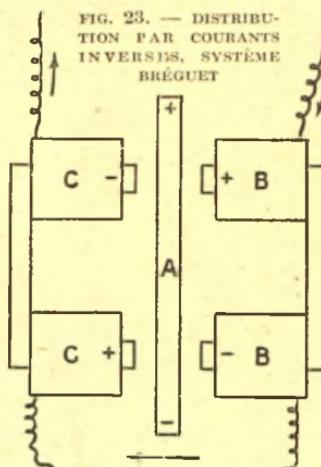


FIG. 23. — DISTRIBUTION PAR COURANTS INVERSES, SYSTÈME BRÉGUET
A, barreau aimanté; B C, électro-aimants polarisés. Sous l'action des courants inversés, le barreau aimanté est porté alternativement vers la droite et vers la gauche. Ces mouvements sont utilisés pour actionner le rochet. (Voir la figure suivante.)

initiale. Le ressort le taquet r' soit lorsque cet abandon

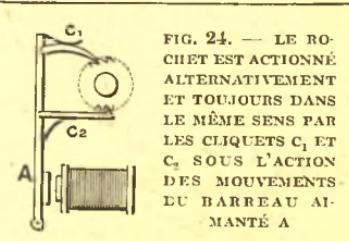


FIG. 24. — LE ROCHEZ EST ACTIONNÉ ALTERNATIVEMENT ET TOUJOURS DANS LE MÊME SENS PAR LES CLIQUETS C₁ ET C₂ SOUS L'ACTION DES MOUVEMENTS DU BARREAU AIMANTÉ A

pas encore subi l'action active du courant.

Signalons encore un interrupteur, fort ingénieux, dû à Lelanché et Napoli (fig. 21), composé d'un petit bâillet dont l'intérieur est hermétiquement fermé à l'air extérieur. Une cloison verticale CC' , percée à sa partie supérieure d'une ouverture D , sépare ce bâillet en deux compartiments à moitié remplis de mercure. Le courant arrive au mercure par les tourbillons a et b . A chaque minute, l'horlogemère provoque la rotation du bâillet, les nappes mercurielles se mélangent, établissant ainsi un contact aussi parfait qu'il est possible de le souhaiter pour cet usage.

Distribution par courants inverses.

Notre figure 22, à la page 248, montre le schéma de principe de cette distribution.

Comme dans les systèmes employant les courants directs, une batterie de pile P fournit le courant, qui est établi ou interrompu dans les compteurs par le jeu de l'interrupteur I . Ces distributions comportent en plus un organe appelé inverseur, figuré schématiquement en Inv., qui réalise, avec un automatisme parfait, aux minutes paires, par exemple, les connexions indiquées en traits pleins, et aux minutes impaires les connexions indiquées en traits pointillés.

Dans le premier système, dû à Breguet, le moteur était constitué par un barreau aimanté A (fig. 23), soumis à l'action de deux

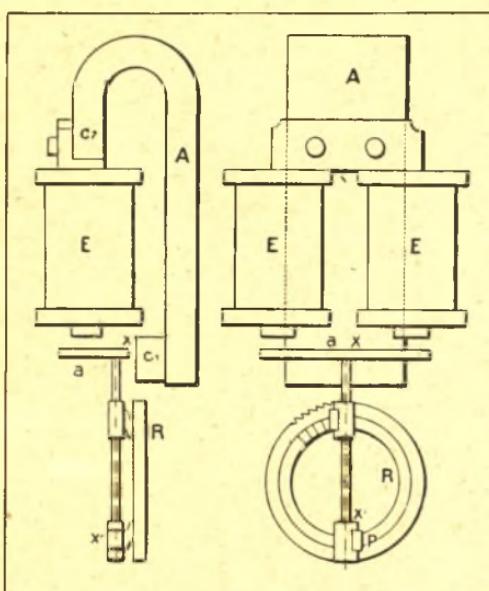


FIGURE 25. — RÉCEPTEUR HIPP (PROFIL ET FACE)
A, aimant permanent; a, armature aimantée; E, électro-aimant polarisé par l'aimant A; x x' axe de l'armature a; c₁, pôle aimantant b du noyau de l'électro; c₂, pôle aimantant l'armature; R, rochet actionnant la roue dentée latéralement pour lui imprimer un mouvement de rotation.

ner un rochet au moyen d'un double encliquetage (fig. 24); les cliquets C_1 et C_2 agissent en combinaison inverse sur le rochet qui tourne toujours dans le même sens.

Abandonné pendant plusieurs années, ce système d'équipement des horloges réceptrices fut repris et modifié par Hipp vers 1860 et obtint un gros succès en Allemagne et en Suisse. Hipp réussit, en 1876,

à unifier l'heure sur sept cents cadans disséminés dans les principaux centres horlogers de la Suisse.

Les horloges sont pourvues d'un aimant A (figure 25), dont une extrémité aimante l'armature a , l'autre extrémité polarisant également les deux noyaux de l'électro E . La disposition des pièces est clairement indiquée sur la figure. L'extrémité libre de l'aimant c_1 est placée très près de l'armature a , mobile autour de $x x'$, parallèle à l'axe des bobines; la forme de cette armature est donnée par la figure 26. Les

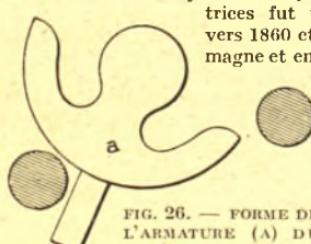
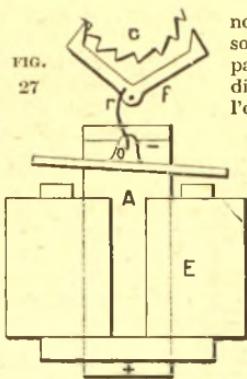


FIG. 26. — FORME DE L'ARMATURE (a) DU RÉCEPTEUR HIPP



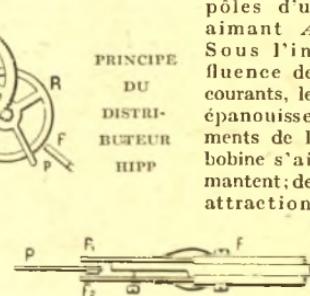
RÉCEPTEUR MAGNETA

E, électro-aimant; A, aimant permanent; F, ancre commandée par l'armature aimantée par l'intermédiaire d'un ressort r; C, roue à rochet.

contraires. L'armature restant toujours sous l'influence de l'aimant permanent sera repoussée par le pôle de même nom appartenant à l'électro et attirée par l'autre. Il en résultera un mouvement de bascule qui changera de sens sous l'action d'un courant de sens contraire dans l'électro-aimant.

Ces mouvements sont utilisés pour agir sur une roue, dentée sur le côté R qui commande directement les aiguilles de l'horloge.

La Société Magneta, de Zurich, a exploité



R, roue faisant un tour par minute; p, bras de la roue R s'engageant à chaque tour entre les deux branches f₁ et f₂ d'une pince F; O, axe de rotation du levier formant ancre auquel sont fixés les deux ressorts de l'inverseur de courant; r, roue dentée à six goupilles faisant un tour en douze minutes. Les passages des goupilles entre les deux bras du levier formant ancre amènent les ressorts de l'inverseur sur les contacts a b ou b c pour l'envoi des courants alternativement positifs et négatifs aux horloges réceptrices.

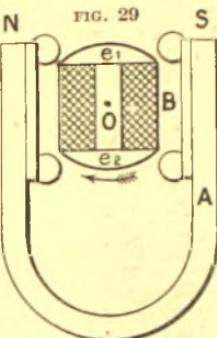
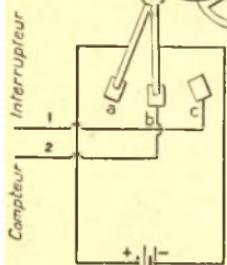


FIG. 29

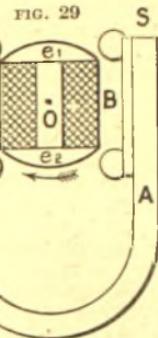


FIG. 30

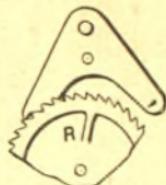


FIG. 31

RÉCEPTEUR BRILLIÉ

B. bobine capable de tourner autour d'un axe O; e₁, e₂, épauvouissments polaires de la bobine; A, aimant permanent; N, S, pôles de l'armature; R, roue à rochet entraînée par l'intermédiaire de deux cliquets C C' (fig. 30) ou d'une ancre (fig. 31).

et des répulsions magnétiques s'exercent entre les épauvouissments et l'aimant et la bobine se déplace dans un sens ou dans l'autre, suivant le sens du courant qui la parcourt. La roue à rochet R (fig. 30 et 31) est alors entraînée soit par l'intermédiaire d'une ancre, soit simplement par deux cliquets C et C'. Ce système, dû à MM. Brillié

frères, possède l'avantage de comporter un dispositif semblable en tous points à celui d'un moteur magnéto-électrique; le rendement est comparable à celui des récepteurs du système Grassot.

Horloges distributrices.

Les horloges distributrices de courant direct doivent seulement as-

surer un bon contact; la même obligation est imposée à celles qui distribuent des courants alternatifs, et, de plus, il leur faut posséder un bon inverseur. De là, une double difficulté à résoudre supplémentaire. Nous allons indiquer quelques solutions.

Dans le système Hipp, une roue *R*, appartenant au rouage actionnant la pendule-mère fait un tour par minute, un bras isolé *r*, dont l'extrémité est garnie de platine, tourne avec le rochet et vient s'engager à chaque tour, c'est-à-dire à chaque minute, entre les deux lames *f*₁ et *f*₂ d'une pince *F* (fig. 28).

Ces deux lames, ordinairement isolées l'une de l'autre, sont alors réunies par le bras et ferment le circuit des compteurs électro-chromatographiques.

Ce dispositif original constitue l'interrupteur proprement dit.

Le renverseur de courant est constitué par deux grands ressorts appartenant à un levier

mobile autour d'un axe *O*. Ce levier est à deux branches entre lesquelles se meut une ancre, actionnée par l'horlogerie de la distributrice, pourvue de six bras et de six goupilles disposées sur les rayons d'une roue dentée *r* faisant un tour en douze minutes.

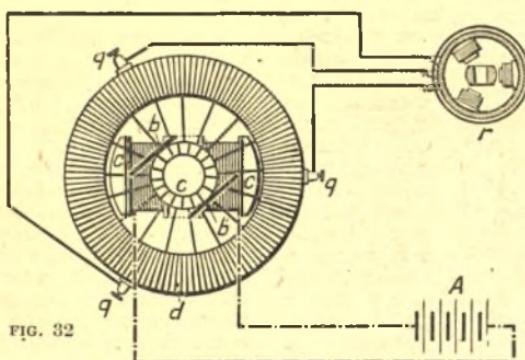


FIG. 32

SYSTÈME THURY POUR LA DISTRIBUTION DE L'HEURE
A, source d'énergie électrique; d, anneau Gramme fixe; C, collecteur fixe; c c', pôles inducteurs tournants; b b', balais tournants; q, bornes de connexion; r, récepteur synchrone.

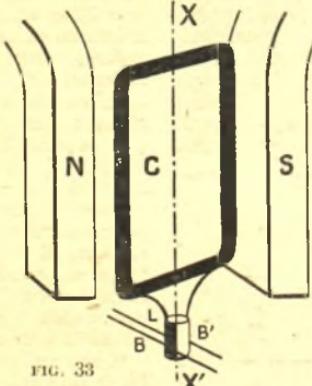


FIG. 33

RÉCEPTEUR SYSTÈME O'KEENAN

c, cadre galvanométrique; X-X, axe de rotation du cadre; N S, aimant permanent; L, lames du collecteur; B B', balais du collecteur.

La construction est telle, que le passage de deux goupilles placées sur un même diamètre donne successivement deux positions différentes aux ressorts du levier. Ces derniers viennent en contact, suivant l'une ou l'autre de ces positions, sur les plots *a* et *b* ou sur les plots *b* et *c*. Notre figure 28 montre nettement comment s'effectuent les envois de courants positifs et négatifs d'après les positions respectives des deux ressorts sur les plots.

Une modification a été apportée par MM. Brillé frères au précédent système. Il est réalisé par une came à deux épaulements séparés l'un de l'autre par un arc de 174°. Les leviers obissent à cette came pour distribuer alternativement le courant positif et le courant négatif aux horloges réceptrices. Tel quel, il fut adopté par la Société Magnéta pour remplacer les horloges distributrices génératrices de courant du docteur Fischer. Dans ces appareils, l'énergie électrique était fournie par une magnéto qu'un mouvement de déclenchement, provoqué toutes les minutes par un mouvement d'horlogerie, faisait tourner d'un quart de tour tantôt dans un sens, tantôt dans un autre. Cette solution, supprimant piles et contacts, était fort sé-

duisante, mais le remontage de la pendule-mère, actionnée par un poids très lourd, devait s'effectuer tous les jours. Cette situation fit abandonner le système. Mais le principe conserve quand même des partisans déterminés et les distributions à courant

direct et à courant inversé se font une concurrence acharnée sur le marché mondial.

Il nous reste à dire quelques mots des

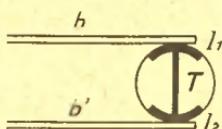


FIG. 34. — INTERRUPTEUR TOURNANT O'KEENAN

T, tambour en matière isolante; l₁, l₂, lames métalliques; b b', balais. Le circuit est fermé lorsque l₁, l₂ sont sous les balais.

mouvement des aiguilles des divers cadrans.

On sait qu'une synchronisation parfaite est réalisée entre les moteurs synchrones branchés sur une distribution de courant alternatif. Il est extrêmement séduisant d'appliquer cette propriété à l'horlogerie.

A l'Exposition Universelle de 1900, on pouvait voir une distribution, construite sur les indications de M. Thury, dans laquelle l'horloge-mère était constituée par une commutatrice (dynamo-moteur transformateur) à axe vertical et à induit fixe, qui transformait le courant d'une batterie d'accumulateurs en courants triphasés (fig. 32).

La vitesse de la commutatrice était régie par un pendule conique, disposé de façon à augmenter le courant inducteur lorsque la vitesse de l'appareil devenait trop grande.

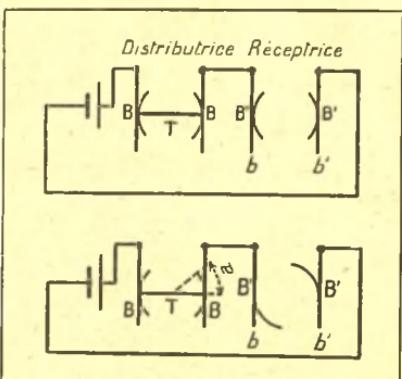


FIG. 35. — SCHÉMAS EXPLIQUANT LE FONCTIONNEMENT DU SYSTÈME O'KEENAN
T, tambour; B B', balais du distributeur; b b', balais du récepteur.

Les appareils récepteurs étaient constitués par des moteurs synchrones, composés d'un aimant permanent pouvant tourner devant trois bobines fixes reliées entre elles par un fil commun et avec l'horloge-mère par trois conducteurs. Ce système avait l'avantage de transmettre l'heure d'une façon absolument continue et silencieuse. Malheureusement, les appareils Thury comportaient des pièces de fer soumises à des champs variables et qui engendraient des courants parasites.

L'idée de Thury a été reprise tout récemment par un électricien fort connu, M. O'Keenan. Cet inventeur a pu réaliser des récepteurs à mouvements continus capables de lutter très avantageusement avec les meilleurs adoptés jusqu'à ce jour.

La pendule distributrice porte un axe faisant cent tours par minute. Cet axe est muni d'un interrupteur tournant, capable de fermer le circuit des récepteurs deux fois par tour. Le tambour T (fig. 34) du distributeur, en matière isolante, porte deux lames métalliques l₁ et l₂, reliées entre elles; chaque fois qu'elles passent sous les balais b et b', ces balais



FIG. 36. — PILE
WARNON DE 120 A.H.
CONVENANT POUR
L' H O R O L O G E R I E
ÉLECTRIQUE

sont reliés électriquement (figure 35). Le récepteur comporte un simple cadre galvanométrique C, capable de tourner autour d'un axe X' X dans un champ magnétique fourni par un aimant NS. Ce cadre reçoit le courant par un collecteur à deux lames L et deux balais B B'. L'ensemble constitue un véritable petit moteur sans fer (figure 33).

Si nous relions les pôles d'une pile aux balais B et B', le cadre se mettra à tourner à plus de cent tours par minute, recevant du courant pendant toute la durée du passage des lames du collecteur sous les balais.

Si nous interposons une distributrice dans le circuit, le moteur récepteur, après quelques hésitations, ralentit et se met à tourner à la vitesse de l'interrupteur distributeur, c'est-à-dire à cent tours par minute.

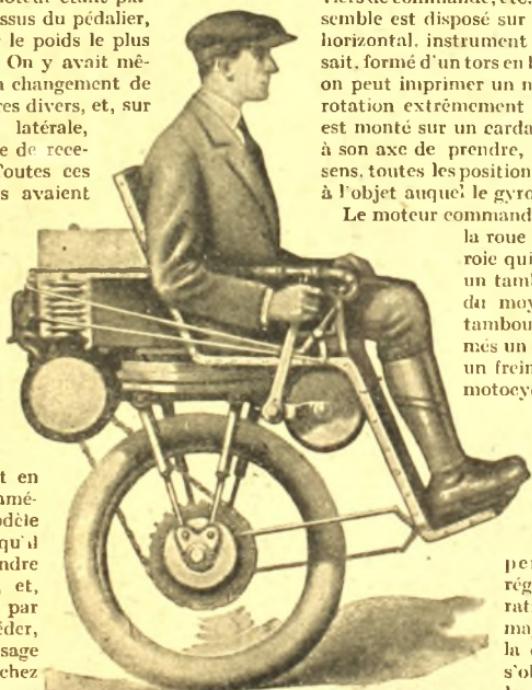
La transmission du mouvement aux aiguilles est faite par un train démultiplificateur convenable.

R. CHEVALIER.

UNE MOTOCYCLETTE A ROUE UNIQUE

Voici un nouvel appareil de transport dont l'image, sinon l'instrument lui-même, nous arrive d'Amérique ; il s'agit d'une motocyclette à roue unique. Nous avions coutume, jusqu'à aujourd'hui, de voir la motocyclette, qui n'est autre chose qu'une bicyclette à laquelle on a ajouté un moteur, supporter son voyageur sur deux roues, le moteur étant placé entre elles, au-dessus du pédalier, de façon à ramener le poids le plus près possible du sol. On y avait même ajouté depuis un changement de vitesse des accessoires divers, et, sur une troisième roue latérale, un panier susceptible de recevoir un voyageur. Toutes ces additions successives avaient naturellement augmenté le poids de l'appareil, et amené les constructeurs à adopter des moteurs plus puissants, des pneumatiques plus volumineux et plus coûteux ; bref, on avait fait du sidecar une sorte de voiturette avec le confort en moins. L'inventeur américain, auteur du modèle ci-dessus, a pensé qu'il y avait lieu de prendre la méthode inverse, et, au lieu de procéder par additions, de procéder, comme il a été d'usage pendant la guerre chez tous les belligérants, par restrictions. Plus de sidecars ; plus de changements de vitesses ; pour éviter du poids, pour supprimer un point de frottement sur le sol qui représente une perte de force et nuit au rendement du moteur, il n'a plus conservé qu'une roue. Mais c'est là que le problème devenait difficile : comment donner à cet engin l'équilibre nécessaire pour que le voyageur qui s'y confierait pût s'y maintenir d'aplomb. Tout le monde n'est pas forcé d'être acrobate.

L'emploi du gyroscope a donné la solution du problème. Sur le moyeu de la roue



viennent reposer, de chaque côté, deux tiges jouant dans des fourreaux garnis de ressorts à boudin. Sur ces quatre tiges, formant suspension, repose l'ensemble de l'appareil, à savoir, le siège du conducteur avec dossier et marchepied, le moteur monocylindrique à refroidissement par ailettes, le réservoir d'essence, un léger bagage, les leviers de commande, etc... Tout cet ensemble est disposé sur un gyroscope horizontal, instrument qui est, on le sait, formé d'un tors en bronze auquel on peut imprimer un mouvement de rotation extrêmement rapide et qui est monté sur un cardan permettant à son axe de prendre, dans tous les sens, toutes les positions par rapport à l'objet auquel le gyroscope est lié.

Le moteur commande directement la roue par une courroie qui s'enroule sur un tambour solidaire du moyeu. Dans ce tambour sont enfermés un embrayage et un frein sur lequel le motocycliste agit à l'aide de pédales placées sur le marchepied ; à portée de la main sont les manettes qui permettent de régler la carburation et l'allumage. Quand à la direction, elle s'obtient avec un levier placé à la droite du conducteur, levier qui est combiné avec un gyroscope plus petit, placé également sous le siège, mais dans la position verticale.

Telle est cette invention américaine, dans laquelle son auteur semble avoir voulu rechercher, avant tout, une grande simplification par suppression d'organes qui, théoriquement, pouvaient paraître essentiels ; mais il a dû les remplacer par cet organe délicat qu'est le gyroscope, et l'on est tenté de se demander s'il n'y aurait pas lieu d'appliquer ici le proverbe qui dit que « le mieux est souvent l'ennemi du bien ».