

**RÉPUBLIQUE FRANÇAISE.
MINISTÈRE DU COMMERCE ET DE L'INDUSTRIE.
DIRECTION DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE.**

BREVET D'INVENTION.

Gr. 12. Cl. 1. N° 823.395

**Perfectionnements aux systèmes et appareils de commande électrique à distance,
notamment aux moteurs et horloges synchrones.**

**Invention Marius LAVET
Société anonyme des Établissements Léon HATOT résidant en France (Seine).**

**Demandé le 28 septembre 1936, à 14h 50m, à Paris.
Délivré le 18 octobre 1937. Publié le 19 janvier 1938.**

[Brevet d'invention dont la délivrance a été ajournée en exécution de l'art. 11 S 7
de la loi du 5 juillet 1844 modifiée par la loi du 7 avril 1902.]

RÉSUMÉ

L'invention concerne des perfectionnements aux appareils électriques qui comportent un ou plusieurs aimants permanents munis ou non de pièces polaires, se déplaçant par rapport à un stator fixe bipolaire ou multipolaire. Elle concerne diverses particularités avantageuses et applications spéciales de ces systèmes, notamment aux horloges réceptrices à impulsions, aux horloges à moteurs synchrones avec et sans réserve de marche, aux machines électriques (moteurs et génératrices mono et polyphasées) aux instruments de mesure électrique, aux appareils transmetteurs d'indications à distance, aux systèmes de remise à l'heure, etc.

Société anonyme des établissements Léon HATOT, 9, rue Beudant. Paris (17^e)

DESCRIPTION

La présente invention a pour objet des perfectionnements aux systèmes et appareils de commande électrique à distance. Elle concerne plus particulièrement les appareils récepteurs synchrones qui renferment des aimants permanents rotatifs de forme circulaire (ou de formes voisines) aimantés transversalement.

Les dispositifs perfectionnés faisant l'objet de l'invention peuvent être réalisés sous diverses formes et recevoir des applications différentes. En particulier, ils permettent de réaliser des horloges synchrones fonctionnant sous l'influence d'émissions espacées ou de courants alternatifs de fréquence élevée.

L'invention consiste principalement dans diverses particularités de réalisation des aimants et des pièces polaires fixes et mobiles du circuit magnétique qui coopèrent avec l'aimantation permanente des aimants mobiles et avec l'aimantation alternative ou intermittente due aux courants de commande. Les dispositions, proportions et dimensions sont modifiées suivant les buts poursuivis, comme il est indiqué dans le présent mémoire. On remarquera qu'elles permettent de conserver les mêmes types d'aimants de formes particulièrement simples et avantageuses. De plus, les éléments moteurs sont appliqués en combinaison avec divers mécanismes et contacts électriques dont les particularités nouvelles entrent dans le cadre de l'invention. On peut notamment réaliser très économiquement plusieurs types d'horloges réceptrices à impulsions discontinues, actionnées par horloges-mères, et d'horloges synchrones actionnées directement par les réseaux de distribution d'énergie à courant alternatif; de telles constructions sont assurées, suivant l'invention, au moyen d'un grand nombre de pièces communes fabriquées principalement par découpage et décolletage au moyen d'un outillage peu important et peu coûteux.

L'invention concerne des dispositions nouvelles très ramassées qui permettent de réaliser des appareils présentant de faibles dimensions, notamment des récepteurs horaires et des horloges synchrones très plates et des machines électriques - motrices et génératrices - de très faibles dimensions diamétrales. Elle s'étend aussi à des applications nouvelles des organes constitutifs des moteurs, notamment à des récepteurs et petits générateurs convenant à la réalisation d'instruments de mesure ou de systèmes de transmissions à distance jouissant de propriétés nouvelles.

Liste des figures

Les perfectionnements faisant l'objet de la présente demande seront exposés ci-après en décrivant à titre d'exemple plusieurs appareils dans lesquels ils sont appliqués avantageusement, Dans les dessins annexés:

Les fig. 1 et 2 représentent les principales formes d'aimant et le mode d'aimantation utilisé dans les appareils perfectionnés conformément à l'invention;

Les fig. 3 à 7 représentent un moteur fonctionnant sous l'influence d'émissions de courant de sens alterné;

Les fig. 8 à 10 représentent un petit mouvement de récepteur horaire du type à émissions inversées toutes les 1/2 minute;

Les fig. 11 et 12 représentent un récepteur analogue plus puissant;

Les fig. 13 à 17 représentent un petit moteur synchrone auto-démarrreur à 11 paires de pôles;

La fig. 18 représente en perspective les pièces qui permettent d'obtenir un sens de rotation déterminé du moteur;

La fig. 19 montre le mode d'aimantation permanent du rotor du moteur;

Les fig. 20 et 21 représentent des variantes d'exécution de moteurs multipolaires;

La fig. 22 est une échelle qui indique les dimensions très réduites sous lesquelles les moteurs perfectionnés peuvent être construits ;

Les fig. 23 et 24 représentent un mouvement d'horloge synchrone relativement, très puissant convenant à la commande de grandes aiguilles extérieures exposées au vent et à la pluie ;

Les fig. 25 à 27 représentent un loch électrique sous-marin dans lequel on a appliqué divers perfectionnements entrant dans le cadre de l'invention;

Les fig. 28 à 30 représentent un dispositif électrique permettant de reproduire à distance un mouvement rotatif quelconque;

Les fig. 31 à 33 représentent un dispositif transmetteur à distance associé avec un tachymètre magnétique réalisé au moyen d'un aimant du type de la fig. 1;

Les fig. 34 à 45 représentent diverses formes de réalisation de machines magnéto-électriques au moyen du type d'aimant fig. 1;

La fig. 46 représente un relais polarisé réalisé également avec le type d'aimant fig. 1;

Les fig. 47 à 50 représentent un ampèremètre réalisé également avec le type d'aimant fig. 1;

Les fig. 51 à 54 représentent un récepteur horaire comportant un moteur du type de la fig. 3 actionné par un balancier auto-entretenu synchronisé au moyen d'un moteur synchrone à grand nombre de pôles, du type de la fig. 13, l'ensemble constituant une horloge synchrone à réserve de marche par accumulateurs, ne comportant pas de contacts secs ni de rouages délicats;

La fig. 53 représente un système de distribution d'heure par moteur synchrone avec possibilité de remise à l'heure immédiate en faisant avancer ou retarder très rapidement les aiguilles;

La fig. 56 représente un dispositif assurant l'entretien d'une pendule ne comportant pas de mécanisme et la commande d'un compteur chronométrique de très faible consommation;

La fig. 57 représente un moteur pouvant fonctionner sous l'influence d'émissions espacées de courant alternatif industriel ;

La fig. 58 montre un pendule entretenu susceptible d'actionner le moteur fig. 57 et de réaliser une distribution d'heure uniquement alimentée par le réseau, avec remise à l'heure automatique en cas d'interruption du courant;

Les fig. 59 à 67 représentent des variantes de réalisation des moteurs du type fig. 13;

Les fig. 68 à 76 représentent des variantes de réalisation des aimants de la fig. 1;

Les fig. 77 et 78 représentent des moteurs à impulsion continue excités par du courant alternatif monophasé et présentant 2 circuits magnétiques dont les flux sont déphasés d'environ 1/4 de période.

Figures 1, 2

La fig. 1 représente en vue perspective, grandeur d'exécution, divers modèles d'aimants en forme de solides de révolution aimantés transversalement comme l'indique la fig. 2. Ces aimants peuvent être réalisés avantageusement en acier à 35 % de cobalt ou en acier au nickel-aluminium. Ils peuvent comporter un axe ou des pivots comme l'indique la vue C de la fig. 1.

On peut aussi les rapporter sur un axe en métal magnétique (comme l'acier à 25 % de nickel) ou sur un axe en acier trempé avec interposition d'une chemise amagnétique (laiton, aluminium). Les appareils perfectionnés décrits ci-après comportent des

aimants réalisés suivant les formes de la fig. 1 ou suivant des formes voisines.

Figures 3, 4, 5

Les fig. 3 à 5 représentent un petit moteur rotatif dont le rotor, constitué par un aimant A représenté en perspective sur la fig. 4, tourne de 1/2 tour dans un seul sens f sous l'influence d'émissions inversées de courant continu ou ondulé.

L'aimant A se déplace devant les pièces polaires en fer doux P1, P2 et P3, P4 excitées par la bobine B. Les pièces polaires sont de la forme indiquée sur les fig. 3 et 5.

Au repos l'aimant A occupe, par exemple, la position NS, représentée sur la fig. 3 (position de réluctance minimum du circuit magnétique pour laquelle le pôle Nord de A se trouve très voisin de P3). Lorsqu'on envoie une émission de courant d'un sens tel que les pôles P3 et P4 prennent une aimantation Sud, l'aimant tourne en sens f de un demi-tour. Une nouvelle rotation de un demi-tour est obtenue par l'envoi d'une émission de courant de sens inversé, et ainsi de suite.

Sur l'axe de l'aimant A est monté fou à frottement doux, un volant Y. Ce volant fonctionne comme amortisseur des oscillations de l'aimant à la fin de chaque course motrice. En effet lorsque l'aimant tend à se déplacer brusquement sous l'influence d'une impulsion de courant, le volant V ne le suit qu'avec un certain retard, à cause de son inertie, et il en résulte un glissement par rapport à l'axe O qui fait naître une perte d'énergie diminuant la vitesse initiale. A la fin de la course, l'aimant A, après avoir dépassé la position d'équilibre magnétique stable, revient en arrière; mais le volant tend à continuer sa course et il en résulte un nouveau glissement qui contribue à absorber l'énergie cinétique du rotor et à amortir très rapidement les oscillations. Pour obtenir de bons résultats, il est nécessaire que le frottement du volant V sur l'axe soit convenablement choisi. A cet effet, il est prévu un ressort de friction appuyant sur l'axe par l'intermédiaire d'une bille I comme l'indique la vue en coupe de profil de la fig. 3.

L'expérience montre que le moteur décrit ci-dessus fonctionne silencieusement avec une grande sûreté au moyen d'émissions relativement faibles et de courte durée. Ce résultat est dû notamment au fait que le moment d'inertie de l'aimant est relativement très faible (surtout lorsqu'on emploie de l'acier au nickel-aluminium) bien que le flux et la force coercitive soient très élevés et permettent d'obtenir de très bons rendements électriques. D'autre part, en raison de la forme circulaire de l'aimant, ce dernier présente des régions polarisées étendues sur des arcs relativement importants embrassant les extrémités polaires du stator de sorte que la variation de réluctance par rapport à l'angle est relativement faible. Dans ces conditions, les déplacements sont obtenus au moyen d'un courant très réduit.

Figures 6, 7

On peut apporter divers changements à la réalisation du moteur. En particulier, la bobine B de la fig. 3 peut être remplacée par 2 bobines B1 et B2 comme l'indique la fig. 6. La bobine B peut être disposée aussi comme l'indique la fig. 7. La dissymétrie des extrémités polaires du stator favorisant les déplacements successifs dans un seul sens de rotation peut être obtenue par divers moyens. On peut utiliser des entrefers d'épaisseur constante et tailler les pôles de façon que les surfaces d'entrefer variant convenablement avec le déplacement angulaire. On peut aussi obtenir le même résultat par des formes excentrées des pièces polaires fixes permettant de faire varier l'épaisseur de l'entrefer. Les variations de réluctance peuvent être produites d'une façon continue ou discontinue par échelons.

Figures 8, 9, 10

Les fig. 8 à 10 représentent en grandeur d'exécution un petit mécanisme horaire d'une construction très économique, convenant à la commande d'aiguilles équilibrées de cadrans intérieurs ou protégés jusqu'à 0 m. 50 de diamètre. L'aimant moteur très léger est de la forme et de la grandeur de la fig. 1a ou 1b. De bons résultats ont été obtenus notamment avec un petit aimant dont le diamètre est inférieur à 15 mm. et l'épaisseur inférieure à 5 mm. Cet aimant peut être monté sur un axe à pivots très fins, de sorte que les déplacements sont obtenus au moyen de très faibles forces d'attraction. L'usure est pratiquement nulle et les principales causes de dérangement des horloges réceptrices courantes sont évitées car on supprime les connexions mobiles et les cliquets ou ancres procédant par chocs. Un petit volant Y, monté fou sur l'axe, suffit à amortir les oscillations en moins d'une seconde. On remarquera que ce volant n'agit qu'après le commencement de la course de A. Par suite, il ne nuit pas à la sensibilité du récepteur, comme le ferait un frotteur ordinaire. Il ne produit aucun bruit.

Les pièces polaires sont réalisées au moyen de tôles de fer pur de préférence recuites, découpées et superposées en paquets comme l'indique la fig. 9 (vue en coupe par l'axe du moteur). Les plots 2 et 3 sont en fer tandis que les plots 4 et 5 sont en laiton. Certaines des plaques polaires sont coupées à leurs extrémités, comme l'indique la vue en perspective fig. 6, pour obtenir une variation de réluctance par échelons jouant le même rôle que le taillage des pôles indiqué par la fig. 5. De la sorte l'aimant s'immobilise dans une position telle que la ligne N-S (Nord-Sud) soit oblique, comme l'indique la fig. 8, ce qui favorise le départ dans un seul sens bien déterminé. Le fonctionnement est le même que celui du moteur précédemment décrit. L'axe 6 de la grande aiguille est actionné par l'axe de l'aimant par l'intermédiaire d'engrenages démultiplicateurs (rapport 1/60 lorsque les émissions inversées se succèdent à la cadence de 1 par 1/2 minute). La remise à l'heure peut être assurée par un axe de commande horizontal 7 disposé sur le côté comme l'indique la fig. 8. Il n'y a pas besoin de prévoir des aiguilles montées à friction. Tout le mouvement peut être enfermé dans un petit boîtier d'un diamètre inférieur à 70 mm., et d'une épaisseur, derrière

le cadran, inférieure à 25 mm. Des émissions de courant continu d'une puissance inférieure à 0,005 watt suffisent à actionner des pendules et œils de bœuf jusqu'à 0 m. 40 de cadran fonctionnant silencieusement au moyen d'horloges mères à contact de distribution du type 1/2 minute à inversion le plus couramment employé actuellement. Il est possible de réaliser des mouvements très plats, ce qui permet de simplifier la construction des cages d'horloges, et de réaliser des horloges appliquées ne formant qu'une très faible saillie sur les murs, sans qu'il soit nécessaire de creuser des logements pour les mouvements récepteurs.

Figures 11, 12

Les fig. 11 et 12 représentent les organes moteurs d'un mouvement récepteur du même type prévu pour actionner des aiguilles de grands cadrans extérieurs (tels que les cadrans des horloges-enseignes et des frontons d'édifice). La disposition générale est la même que celle du mouvement fig. 8. Toutefois, l'aimant A est plus gros, et l'excitation du stator est obtenue au moyen de deux bobines B1 et B2 disposées entre les platines S et 9 de la minuterie.

On peut réaliser des mouvements plus ou moins puissants au moyen d'un outillage réduit et sans changer les principaux organes, en adoptant un aimant A plus ou moins épais et en modifiant le nombre de plaques polaires superposées, ainsi que la grosseur du fil des bobines.

Lorsqu'on se propose d'assurer la commande d'aiguilles extérieures exposées à des efforts anormaux dus au vent et à la neige, il est nécessaire d'augmenter la force tendant à immobiliser les aiguilles entre les émissions motrices. Ce résultat peut être, facilement obtenu en coupant une partie des pièces polaires, de façon que la position de l'aimant A, représentée sur la fig. 11, corresponde à une valeur minimum relativement faible de la réluctance du circuit magnétique. L'aimant, dans ces conditions, est rappelé énergiquement dans cette position et il faut, par suite, vaincre une force relativement grande pour faire tourner les aiguilles au moyen d'un effort anormal extérieur, d'autant plus que l'axe de l'aimant A est relié à l'axe 6 de la grande aiguille par des engrenages démultiplicateurs. Pour les très grosses horloges, on peut augmenter la fréquence des impulsions et le rapport de démultiplication ou bien encore employer des engrenages irréversibles (à vis sans fin et roue tangente, par exemple).

Figures 13 ... 22

Les moteurs synchrones à impulsions décrits ci-dessus sont susceptibles de fonctionner au moyen de courant alternatif et en particulier au moyen du courant de fréquence élevée distribué par les réseaux. Toutefois, il serait nécessaire de les lancer et la vitesse obtenue serait relativement élevée. En adoptant un stator multipolaire et en munissant les aimants représentés sur la fig. 1 de pièces polaires spéciales, il est possible de réduire la vitesse et d'obtenir un démarrage automatique. Les fig. 13 à 22 concernent des moteurs synchrones perfectionnés qui conviennent particulièrement à la réalisation d'horloges branchées sur les réseaux de distribution à fréquence moyenne constante.

Figures 13 et 14

Sur la fig. 13 qui représente un moteur à 11 paires de pôles fixes, l'aimant moteur A, à axe vertical 0, est de la forme d ou e de la fig. 1. Contre cet aimant, est accolé un disque 11 en aluminium (ou en autre alliage léger non magnétique) portant six plots en fer, tels que 12, disposés comme l'indiquent, à grande échelle, la fig. 15 et la fig. 16 qui est une vue en coupe diamétrale.

Les plots de fer 12 sont rivés sur la plaque 11. Leur écartement angulaire correspond à un pas polaire, soit $1/11^\circ$ de circonférence dans le cas du moteur à 11 paires de pôles fixes. Trois plots sont disposés devant le pôle Nord de l'aimant A (plots marqués N1, N2, N3 sur la fig. 15) et trois plots sont disposés devant le pôle Sud (S1, S2, S3). Ces plots sont constitués par du fer ou tout autre alliage ferreux possédant une perméabilité magnétique très élevée pour les fortes inductions. Leur diamètre utile d (voir fig. 16) est légèrement inférieur à la moitié du pas polaire. Après montage du rotor fig. 16 on procède à une ré-aimantation de l'ensemble, de façon que les lignes de force suivent les parcours indiqués par la fig. 19. De la sorte, les plots 12 sont fortement aimantés (polarités Nord pour N1, N2, N3 et polarités Sud pour S1, S2, S3). Ce mode de construction permet d'utiliser, pour réaliser le rotor, deux variétés d'acier présentant des propriétés magnétiques très différentes, un acier de forte rémanence pour l'aimant A proprement dit et un acier de grande perméabilité et de faible hystérésis pour les plots polaires 12.

L'axe 0 est guidé par des coussinets en laiton ou en bronze rapportés dans le noyau n de la bobine. L'extrémité de l'axe appuie sur une ou plusieurs billes et une vis de réglage V permet de régler l'épaisseur d'entrefer entre le stator et les pièces polaires 12 de l'aimant A.

Le stator est excité par une bobine B, disposée autour du noyau n. Il comprend deux plaques en fer 13 et 14 découpées comme l'indique la fig. 14. La plaque 13 est dentée intérieurement et la plaque 14 est dentée extérieurement. Les dents s'enchevêtrent l'une dans l'autre.

Dans le tracé des dents, on réalise les conditions suivantes :

Le rayon extérieur de la plaque 14 est légèrement supérieur au rayon intérieur de la plaque 13, et la moyenne de ces rayons est égale à la distance R, du centre des plots 12 (voir fig. 15) au centre O de l'axe de l'aimant moteur.

Les extrémités des dents enchevêtrées sont très voisines, mais les profondeurs des encoches séparant les dents sont relativement grandes comme l'indique la fig. 14.

Le circuit magnétique en fer est formé par les plaques 13 et 14, le noyau n, la plaque de base 15 et les piliers extérieurs 16.

La fig. 22 indique une échelle correspondant à des dimensions du moteur fig. 13 et 14, qui ont été trouvées très avantageuses à la suite de nombreux essais.

Les extrémités des plots 12 passent très près des plaques 13 et 14 (l'écartement est d'ailleurs très facile à régler grâce à la vis V).

Lorsqu'on relie, par exemple, la bobine B d'une résistance ohmique de 500 à 3.000 ohms à un circuit d'éclairage de 110 volts, 50 périodes, on constate que l'aimant A se met à tourner spontanément à vitesse constante. La vitesse constante, atteints après quelques vibrations, correspond à un parcours du pas polaire (soit 1/11 de circonférence) effectué en 1/50 de seconde.

Le départ peut se faire dans un sens quelconque. L'expérience montre que le poids du rotor et les formes et proportions adoptées pour les dents du stator et les plots 12 du rotor jouent un rôle très important dans le fonctionnement. Si le rotor est trop faiblement aimanté ou relativement lourd ou si les pôles ne sont pas de bonnes dimensions ou sont trop éloignés, le démarrage automatique ne se produit pas.

Figures 13, 15, 18

Un dispositif représenté sur les fig. 13, 15 et 18 permet d'imposer et de modifier à volonté le sens de rotation. Il est constitué par une rondelle fendue et pliée 17 solidaire du rotor et par un cliquet très léger 18 dont les extrémités sont simplement guidé s par le bout de l'axe O et par une vis 19 non serrée. Le cliquet repose simplement par son poids sur la rondelle 17, et le moteur tourne seulement dans le sens permis par les parties inclinées des pièces 18 et 17 (voir fig. 18). En changeant le pliage des pièces 18 et 17 pour inverser l'inclinaison, on change le sens de rotation du moteur. Le cliquet 18 étant très léger, ce dispositif fonctionne presque silencieusement.

On remarquera que le moteur décrit ci-dessus est d'une fabrication beaucoup plus facile et économique que les moteurs synchrones auto démarreurs utilisés actuellement. Il ne se produit pas de pressions latérales élevées sur les coussinets de Taxe. Le jeu latéral ne provoque pas de vibrations bruyantes ni d'usure rapide comme cela se produit avec les moteurs du type analogue aux roues phoniques entourées par le stator. La stabilité de la marche synchrone est très grande. Des variations de fréquence ou de phase ou de courts affaiblissements de voltage, comme il s'en produit fréquemment dans les réseaux de distribution, ne provoquent pas l'arrêt du moteur. Ce dernier, par suite, peut être appliqué très avantageusement à la réalisation des horloges secteurs à moteurs synchrones. Il est à noter que le circuit magnétique est presque fermé en raison du fait que les extrémités des dents des plaques 12 et 13 sont très voisines; par suite on peut obtenir une impédance élevée et un faible échauffement au moyen d'une bobine relativement peu volumineuse et de fabrication économique. D'ailleurs l'enroulement est bien ventilé, les particularités de réalisation assurant une évacuation satisfaisante de la chaleur développée dans la bobine.

On remarquera aussi que le moteur décrit est facilement démontable. Les pièces susceptibles de s'user sont d'un remplacement très facile.

En augmentant la résistance de la bobine ou en augmentant le poids du rotor, ou bien encore en adoptant un entrefer relativement grand (ce qui est très facile grâce à la vis V), on peut éviter le démarrage automatique tout en conservant les principaux avantages du moteur et notamment la grande stabilité de la marche synchrone. On peut ainsi réaliser, sans aucun changement dans la fabrication, des horloges synchrones de très faible consommation qui s'arrêtent en cas d'interruption prolongée du courant (condition qui est jugée parfois intéressante par les usagers).

Figures 20, 21, 22

Les dispositions perfectionnées décrites ci-dessus permettent de réaliser des moteurs silencieux de très faibles dimensions et de rendement relativement élevé. A titre d'exemples, les fig. 20 et 21 montrent en grandeur d'exécution de petits moteurs très robustes dont réchauffement est plus faible que celui des moteurs de mêmes dimensions construits précédemment. La fig. 20 concerne un moteur à 9 paires de pôles et la fig. 21 est un moteur à 7 paires de pôles excités par 2 bobines. On a obtenu de bons résultats avec des aimants moteurs ayant les formes et dimensions des vues a, et b de la fig. 1. Les rotors étant de très faible poids, l'usure est extrêmement faible. D'ailleurs l'effort maximum est supporté par les billes qui offrent une grande résistance à l'usure. Le jeu peut être facilement rattrapé en adoptant la via V fig. 13.

Les moteurs fig. 21 et 22 permettent de réaliser des mouvements horaires synchrones très plats. La fig. 21 indique à titre d'exemple un mode de commande du compteur chronométrique. L'aimant A' est surmonté par un pignon qui engrène avec une roue dentée 20 tournant de préférence à la vitesse de 1 tour par seconde. Cette roue 20 est solidaire d'une vis sans fin engrenant avec une roue 22 tournant à la vitesse de 1 tour par minute. Cette roue peut porter une aiguille de seconde. La transmission avec les autres aiguilles peut être opérée comme dans les pendules synchrones connues. Lorsqu'on adopte un moteur à mise en marche non automatique, le lancement est, par exemple, opéré en faisant tourner avec le doigt le tambour 23 dont une partie est rendue accessible grâce à un guichet ménagé à l'arrière du boîtier.

Il est à noter que l'on peut réaliser un mouvement synchrone en employant le même rouage que celui du mouvement récepteur fig. S. Il suffit de remplacer la bobine B par un moteur tel que celui représenté sur la fig. 20 ou 21 et de faire tourner l'axe 0 par une vis sans fin commandée par le moteur comme l'indique la fig. 21. L'axe 0 peut être muni d'une petite aiguille trotteuse ou d'un voyant rotatif indicateur de marche.

L'aimant du moteur pourra être le même que l'aimant A du mouvement fig. 8, ce qui permet de construire deux types d'horloges avec beaucoup de pièces communes, susceptibles d'être fabriquées économiquement avec un outillage très réduit.

La bobine B' peut être utilisée pour faire tourner le moteur et pour exciter un deuxième circuit magnétique dérivé sur le premier. Le circuit auxiliaire est susceptible de diverses applications, notamment l'attraction du bras magnétique d'un voyant indicateur d'interruption de courant, la mise en vibration d'une lame agissant comme sonnerie lorsqu'elle est libérée à certaines heures par une came entraînée par le rouage, la commande d'un débrayage-embayage ou de l'interrupteur d'un circuit de piles permettant d'actionner automatiquement un mouvement horaire de secours ou d'effectuer toute autre opération lors de l'interruption du courant réseau (par exemple commande d'un avertisseur d'interruption de marche optique ou acoustique). La fig. 13 indique à titre d'exemple un dispositif constitué par une pièce de fer recourbée 24, susceptible d'agir sur une armature 25 portée par une lame flexible ou par tout autre pièce mobile, notamment par un disque pivotant autour d'un axe horizontal parallèle au plan de la fig. 13 et perpendiculaire au plan d'un cadran d'horloge. La dérivation de flux magnétique entre les pièces 24 et 25 étant très importante, il est possible d'exercer des effets intenses, ce qui permet notamment de commander de grands voyants indicateurs d'arrêt, plus efficaces que ceux que l'on utilise dans les horloges synchrones exploitées actuellement.

La fig. 21 indique une variante de commande de l'armature 25, cette dernière étant fortement attirée par les extrémités recourbées 26 et 27.

Figures 23, 24

Les fig. 23 et 24 représentent un mouvement étanche d'horloge synchrone convenant à la commande d'aiguilles extérieures de grandes dimensions. Le rouage employé peut être le même que celui du mouvement récepteur représenté sur la fig. 11. Le moteur employé est du type auto-démarréur multipolaire à axa vertical représenté sur la fig. 13. La rotation dans le sens convenable est due aux pièces 28 et 29 agissant comme celles représentées sur la fig. 18. L'axe vertical de renvoi 30 tournant de préférence à la vitesse de 1 tour par seconde soulève 1 fois par tour le cliquet très léger 29. Ce cliquet ne fait qu'un bruit très faible comparable à celui de l'échappement d'une horloge ordinaire (le mouvement de ce cliquet pourrait être utilisé pour actionner périodiquement un contact électrique, susceptible de synchroniser normalement une horloge indépendante posée comme témoin et destinée à faciliter ou à assurer automatiquement la remise à l'heure des aiguilles en cas d'interruption du courant alternatif).

Le rouage représenté sur la fig. 24 convient particulièrement bien à la commande des aiguilles non protégées de grands cadrans de façade, car le rouage de transmission comporte un engrenage irréversible.

On remarquera la forme spéciale des assiettes d'aiguilles 31 et 32, représentées en coupe. Les assiettes forment des "chicanes" multiples s'opposant à toute rentrée d'humidité et de poussières dans le mouvement. La remise à l'heure peut être opérée de l'arrière en retirant le capot 33 et en faisant tourner l'axe central 34. Au moyen d'une graduation tracée sur la roue 35 et d'un index fixe 36, on peut répéter à l'arrière la position de la grande aiguille.

Le moteur est démontable de l'arrière et on peut le changer très facilement en cas de dérangement. En raison du faible prix du moteur, on peut prévoir la fourniture d'un moteur de rechange avec chaque mouvement d'une certaine importance.

Les éléments constitutifs des moteurs décrite ci-dessus sont applicables à la réalisation de divers appareils perfectionnés, notamment à la réalisation de relais et de moteurs asservis monophasés ou polyphasés, actionnés par courants intermittents ou alternatifs variant d'une façon continue ou par échelon. Ils peuvent être associés à des systèmes sensibles munis de contacts électriques appropriés.

Figures 25, 26, 27

A titre d'exemples, les fig. 25, 26 et 27 représentent un loch électrique sous-marin perfectionné, reposant sur le principe connu suivant lequel une petite hélice immergée H, tournant très librement, actionne des contacts électriques reliés par canalisations à une batterie d'accumulateurs 37 et à un ou plusieurs compteurs totalisateurs et tachymètres permettant, de contrôler à distance la vitesse de l'hélice. Les contacts 40 et 41, actionnés par l'hélice par l'intermédiaire des cames 38 et 39, sont enfermés dans un petit boîtier étanche rempli d'huile. Un tube 42, relié à une pompe à huile ou à un réservoir d'huile sous pression, permet de compenser les déperditions de lubrifiant. Les cames sont décalées angulairement et ferment les contacts à des instants différents. Les contacts alimentent respectivement 2 relais inverseurs réalisés avec des aimants circulaires A" comme ceux de la fig. 1.

Ces relais alimentent un moteur diphasé récepteur 44 dont le rotor est constitué aussi par un aimant circulaire du type de la fig. 1. Les aimants sont rappelés en sens f1 par des ressorts non représentés sur la figure. Les bobines 42 et 43 (shuntées par des résistances sans self) reçoivent alternativement des émissions et font tourner les aimants A" dans le sens f2 en renversant le sens du courant dans les bobines du moteur 44. Lorsque l'hélice H tourne, il y a production d'un champ tournant par sauts de 1/4 de tour. L'aimant du moteur 44 suit ce champ tournant.

On peut le charger d'actionner un compteur ou un tachymètre fournissant à distance les indications désirées.

Les dispositifs des fig. 25, 26 et 27 peuvent convenir à la réalisation d'anémomètres ainsi qu'à la reproduction à distance de tous mouvements rotatifs.

Ils peuvent être utilisés dans la réalisation d'appareils complexes de navigation, tels que traceurs de route, appareils de pilotage automatique, embarcations et aéronefs sans pilote, etc.

Figures 28, 29, 30

Les fig. 28 et 29 représentent une application des aimants fig. 1 à la réalisation de transmetteurs à distance du type connu à champ rotatif produit par des bobines disposées en étoile autour d'un aimant mobile et alimentées dans un ordre déterminé au moyen d'un combinateur actionné à la main ou par l'appareil sensible dont on veut reproduire à distance les indications (transmetteur d'ordres, indicateurs à distance de niveau d'essence, de position de girouette, de compas, etc.).

Les perfectionnements faisant l'objet de l'invention consistent à utiliser, pour actionner l'aiguille indicatrice 45, un aimant circulaire A du type de la fig. 1 pivotant dans un petit boîtier en cuivre électrolytique 46 rempli d'huile. Les oscillations nuisibles de l'aiguille sont très rapidement amorties par les courants de Foucault et par la viscosité de l'huile. Les bobines excitatrices comportent des épanouissements polaires 47 et des noyaux 48 réalisés en alliages ferreux présentant une perméabilité magnétique très élevée pour les champs faibles et une hystérésis très réduite. En particulier, on peut employer avantageusement des alliages ferronickel (à 35 à 50 % de nickel) qui permettent d'assurer la non rémanence indispensable pour qu'à chaque position du combinateur ne corresponde qu'une seule position de l'aiguille, quelles que soient les manœuvres précédentes. Le combinateur peut être réalisé par plusieurs dispositifs conformes à la fig. 30, dans laquelle l'axe de commande est représenté en 49. Cet axe porte des cames 50, convenablement décalées soulevant respectivement une lame de contact 51 munie d'un galet.

Le récepteur, fig. 29, à 3 bobines permet d'obtenir douze positions de l'aiguille indicatrice. On peut réaliser des appareils comportant un plus grand nombre de bobines.

Figures 31, 32, 33

Les fig. 31 et 32 représentent avec plus de détails le moteur synchrone 41 associé avec un tachymètre magnétique. Les particularités de construction importantes de ce système sont les suivantes :

- l'aimant moteur A1 est monté sur un tube de laiton ou de bronze tournant à frottement doux sur l'axe 0.
- Sur cet axe est fixé l'aimant rotatif A2 du tachymètre qui développe des courants de Foucault dans la cuvette d'aluminium 53 et tend à l'entraîner.
- L'aimant A2 est du type représenté fig. 1.
- La transmission entre A2 et A1 est assurée par une liaison élastique ou par une goupille 54 traversant l'axe 0, agissant sur les bords d'une encoche plus large que la goupille (encoche représentée en perspective sur la fig. 33).

La cuvette 53 est retenue par un ressort spiral rs et sa déviation, qui varie avec la vitesse de l'aimant A2, fournit une mesure de la vitesse. Le graissage des axes est assuré par un grand réservoir d'huile et par une bague 55. Contre l'aimant A2 est accolée une plaque ajourée 56, constituée par un alliage à 30% de nickel environ dont la perméabilité décroît lorsque la température augmente. La section de cette plaque est déterminée pour que la dérivation magnétique variable entre les pôles de A2, assure une compensation des variations thermiques de la conductibilité de la cuvette 53 pour les courants de Foucault. On réalise ainsi très simplement un tachymètre dont les indications ne sont pas troublées par les variations de température.

L'appareil décrit ci-dessus peut être commandé sans risque de décrochage par des courants biphasés variant par échelons avec une fréquence subissant de grandes variations. En effet, l'aimant A2 se comporte comme le volant amortisseur V dont le rôle a été exposé précédemment en se référant à la fig. 3, L'ensemble présente une grande stabilité de marche synchrone.

En raison de la réversibilité des machines magnéto-électriques, les moteurs précédemment décrits peuvent être utilisés comme générateurs de courants alternatifs monophasés ou polyphasés. En redressant les courants ou en ajoutant un collecteur, on peut réaliser des générateurs à courants ondulés ou continus susceptibles d'actionner des ampèremètres très sensibles du type à cadre mobile.

Figures 34 ... 45

Les fig. 34 à 45 représentent à titre d'exemples, des appareils dans lesquels on retrouve les particularités avantageuses des systèmes précédemment décrits (les pièces analogues décrites dans le présent mémoire sont désignées par les mêmes lettres ou numéros de référence).

Figures 34, 35, 36

Les fig. 34 à 36 représentent une petite génératrice destinée à actionner à distance, par canalisation électrique, un indicateur de vitesse, constitué par un fréquencemètre (du type à lames vibrantes, par exemple) ou par un ampèremètre ou tout autre dispositif de mesure électrique. On peut aussi commander un tachymètre mécanique d'un type quelconque ou un compteur totalisateur au moyen d'un électro-aimant et d'un encliquetage ou par l'intermédiaire d'un servomoteur synchrone, avec, au besoin, interposition de relais ou d'amplificateurs. On peut aussi contrôler la vitesse d'un dispositif entraîné par un moteur grâce à un échappement mécanique ou électrique actionné par le courant périodique produit par la génératrice.

Le mode d'exécution représenté en grandeur réelle par les fig. 34 et 35 correspond à un petit générateur susceptible d'être monté sur un moteur thermique à la place d'une prise ordinaire de transmission mécanique, dite "flexible". L'aimant A est du type représenté sur la fig. 1. Le circuit magnétique est constitué par des tôles au silicium recouvertes de feuilles isolantes découpées en forme de L. Ces tôles sont accolées et disposées comme l'indique la fig. 36. La génératrice fig. 34 convient particulièrement à la réalisation de tachymètres à transmission électrique, destinés aux avions à plusieurs moteurs.

Figure 37

La fig. 37 représente un anémomètre d'avion constitué par une petite hélice H, faisant tourner l'aimant circulaire A. L'axe de la bobine de forme allongée est disposé dans le prolongement de l'axe de l'hélice.

Les pièces polaires de cette bobine sont reliées avec des portions de tubes en fer 58 et 59 dont les extrémités sont placées vis à vis du pourtour circulaire de l'aimant A, ainsi que le montre la vue en coupe transversale fig. 38. On remarquera que la magnéto peut être réalisée avec un diamètre très faible, ce qui est très important pour un anémomètre à hélice qui doit détourner faiblement les filets d'air dont il mesure la vitesse.

Figure 39

La fig. 39 concerne un autre genre d'anémomètre dont l'organe sensible est du type bien connu à moulinet Robinson.

Figure 40

La fig. 40 représente l'aimant circulaire A et le circuit magnétique feuilleté formé par des tôles découpées et accolées.

Figures 41, 42, 43

Les fig. 41 à 43 représentent une autre magnéto comportant deux aimants A1 et A2. On peut donner à cet appareil un profil ovale présentant une faible résistance à l'avancement dans l'air, ce qui est particulièrement avantageux pour les générateurs montés sur les avions, commandés par hélices ou moulinets.

Figures 44

La fig. 44 représente un petit générateur de courant triphasé. Il est à noter que la forme circulaire de l'aimant et le stator sans pôles saillants permettent d'obtenir des courants à peu près sinusoïdaux (forme de courant préférable pour la commande de fréquencemètre ou de servomoteurs synchrones à champs tournants).

Figures 46 ... 50

La fig. 46 représente un relais à aimant mobile à mouvement alternatif de très faible amplitude. Ce relais comporte aussi un aimant A du type circulaire fig. 1. Cet aimant est muni de pièces en fer 60 concentrant le flux sur des pôles d'étendue angulaire très restreinte. Ces pièces sont tenues par un tube 61 en métal amagnétique (comme l'aluminium). Elles se trouvent très rapprochées des extrémités polaires d'un circuit magnétique embrassant presque complètement l'aimant A comme le montre la fig. 46. Un tel dispositif constitue un relais polarisé très sensible à action très rapide. Il peut occuper trois positions dont une de repos correspondant à la rupture des circuits secondaires.

Les aimants du type fig. 1, associés à un ressort spiral peuvent être appliqués à la réalisation d'ampèremètres et de voltmètres de construction très économique et très robuste. A cet effet, on peut utiliser l'action de 1 ou 2 bobines voisines, disposées comme l'indiquent les fig. 47 à 50. Les enroulements sont portés par des pièces isolantes 62. L'aimant moteur est entouré par un tube de cuivre électrolytique TA représenté séparément par la fig. 49. Les courants induits dans ce tube amortissent les oscillations nuisibles. L'équipage mobile est représenté sur 3a fig. 50 où l'on voit l'aimant A, l'aiguille indicatrice 63 et le ressort spiral de rappel 64. L'aiguille pourrait aussi être commandée par un secteur denté et un pignon. On remarquera que la forme et la nature spéciale de l'aimant A permet d'obtenir un couple moteur relativement très élevé pour un amortissement réduit, le poids de l'aimant étant très faible. On évite la fragilité des équipages portant des enroulements électriques à fil très fin se déplaçant dans de faibles entrefers.

Les récepteurs horaires précédemment décrits peuvent être associés à des systèmes pendulaires auto-entretenus et synchronisés. Leurs organes moteurs peuvent être doublés afin d'obtenir deux sens de rotation possibles, ce qui est utile pour la remise à l'heure rapide des aiguilles.

Figures 51, 52, 53, 54

La fig. 51 représente une horloge réceptrice normalement actionnée et synchronisée par le secteur et comportant une réserve de marche constituée par un accumulateur 65 rechargé automatiquement grâce à un transformateur 66 et au redresseur sec 67.

Un petit balancier dont la période est de 1/2 seconde, pivoté sur billes et muni d'un interrupteur à mercure 68, d'un aimant et d'une bobine d'auto-entretien 70. Sous l'aimant oscillant 80 est disposé un moteur rotatif synchrone auto-démarrreur du type de la fig. 13, qui comporte 25 paires de pôles. L'aimant A1 de ce moteur tourne à la vitesse de 1 tour pendant que le balancier accomplit une oscillation complète aller et retour; il actionne et synchronise le balancier en raison des attractions magnétiques exercées sur l'aimant 69.

Les aiguilles de l'horloge réceptrice sont actionnées par un moteur récepteur du type des fig. 3 ou 8 ou 11 (ou même de tout autre système à impulsions inversées). Ce moteur comporte deux enroulements; l'un (n° 71) d'intensité relativement faible est constamment branché sur l'accumulateur 65. L'autre (72) est branché en parallèle sur la bobine 70 et il est parcouru par un courant continu intermittent relativement intense, d'un sens tel que le flux qu'il fait naître soit prépondérant et inverse du flux produit par 71. Dans ces conditions, lorsque le courant est coupé par le tube à mercure 68, le flux circule dans un certain sens, et lorsque l'interrupteur 68 se ferme, le flux circule en sens inverse. Le récepteur fonctionne, dans ces conditions, comme s'il était alimenté par une seule bobine parcourue par des émissions inversées. L'aimant A2 tourne de 1/2 tour en sens f à chaque 1/2 oscillation du balancier. Si le courant du secteur vient à manquer le moteur synchronisant s'arrête, mais le balancier continue à osciller et actionne le récepteur grâce à l'accumulateur 65.

On remarquera que ce dispositif comporte un seul interrupteur à mercure et ne contient aucun mécanisme délicat. L'aimant A2 peut assurer la commande de l'aiguille des minutes par un rouage réduit comprenant deux engrenages à vis sans fin à 1 filet engrenant avec des roues tangentes de 60 et de 120 dents. En raison de la grande démultiplication et de la possibilité de faire couper des courants relativement intenses par l'interrupteur à mercure, il est possible d'actionner de très grandes aiguilles exposées au vent, avec une parfaite sûreté. Un ou deux éléments d'accumulateurs peuvent suffire. Le transformateur redresseur peut être prévu pour assurer à lui seul le fonctionnement normal. Un seul balancier synchronisé peut commander plusieurs récepteurs horaires.

La pratique a montré que le fonctionnement du moteur à 25 paires de pôles est amélioré en ajoutant un volant V monté fou sur l'axe 0, et relié à l'aimant A1 par un fil élastique 73. Le stator est représenté sur la fig. 52. Le rotor peut être muni d'un nombre relativement grand de plots en fer 12, dont le rôle a été exposé précédemment en se référant aux fig. 15 et 16. De bons résultats ont été obtenus avec les formes de dents représentées à grande échelle par la fig. 54.

Figure 55

La fig. 55 représente un mouvement récepteur à deux aimants rotatifs A1 et A2, respectivement commandés par les bobines B1 et B2. Les pôles des stators ont des formes telles que la bobine B1} parcourue par des émissions inversées, fait tourner l'axe 0 en sens f1 tandis que la bobine B2 fait tourner l'axe en sens inverse.

La commande est assurée par un interrupteur inverseur 1; un commutateur 74 permet de changer à volonté le sens de rotation des aiguilles. En manœuvrant un commutateur 75 on peut actionner le récepteur par un inverseur 76 à commande manuelle.

Un tel dispositif convient à la réalisation de distributions d'heure avec possibilité de remise à l'heure rapide des réceptrices aussi bien dans le sens de l'avance que dans le sens du retard (ce qui n'est pas obtenu avec les systèmes courants comportant des cliquets). L'inverseur 1 peut être actionné par un moteur synchrone du type de la fig. 13, ou par une horloge mère, avec ou sans relais. Cette horloge mère peut être régularisée par un balancier équilibré avec spiral réglant. Une distribution d'heure assurée par ce dernier type d'horloge mère convient spécialement à la distribution d'heure sur les navires. Les rotors moteurs des récepteurs étant constitués par des aimants circulaires légers parfaitement équilibrés, le bon fonctionnement ne peut être troublé par les mouvements du navire.

Figure 56

La fig. 56 représente un balancier auto-entretenu associé à une réceptrice horaire analogue à celle de la fig. 51. Le balancier actionne un commutateur qui alimente alternativement les bobines B1 et B2 shuntées par des résistances sans self. Les connexions sont telles que les bobines tendent à créer des flux opposés. Par suite, l'aimant A tourne de 1/2 tour à chaque contact. Le balancier est entretenu par le courant de charge et de décharge du condensateur 77.

En adoptant un pivotage soigné de l'aimant A et en réduisant convenablement la valeur du courant traversant les bobines B1 et B2, on peut obtenir que le rotor tourne d'un mouvement à peu près continu avec une très faible dépense d'énergie, ce qui est très favorable à la bonne conservation des contacts secs que comporte ce dispositif. Les contacts secs pourraient d'ailleurs être remplacés par des contacts à mercure ou actionnés par relais photoélectriques.

Figure 57

La fig. 57 représente un récepteur qui fonctionne sous l'influence d'émissions de courant continu (non inversées) ou de courant alternatif industriel. Ce récepteur comporte, solidaire d'un axe O, l'armature en fer doux d'un électro-aimant dont le circuit magnétique est représenté en 78 et la bobine en 79. Sur l'axe O est également fixé un aimant 80 du type de la fig. 1, muni de pôles en fer étroits 81 et S2. Cet aimant peut tourner à l'intérieur d'une bague en fer doux 83 découpée suivant un profil comportant deux spirales comme représenté sur la figure. Le fonctionnement est le suivant:

Sous l'influence d'une forte émission de courant continu, ou alternatif, l'armature (représentée en pointillé) tourne en sens f d'environ 1/4 de tour, malgré l'attraction entre les pôles SI et S2 et la bague 88.

Après interruption du courant, les pôles 81 et 82 fortement aimantés par A, continuant à tourner dans le même sens f en raison de l'attraction magnétique due aux profils intérieurs excentrés de la bague 83. Une rotation de 1/2 tour est ainsi achevée. Une nouvelle émission suivie d'une interruption détermine encore une rotation de 1/2 tour et ainsi de suite.

Figures 58

La fig. 58 représente une horloge-mère simplifiée qui convient à cette commande. Le fonctionnement peut être assuré uniquement par le courant alternatif du secteur à fréquence imparfaitement régularisé, lorsque ce courant n'est que très rarement interrompu. Le balancier est entretenu par un interrupteur à mercure 83 et une bobine 85 attirant par intermittence une tige courbe en fer très doux (ou mieux en acier au nickel recuit, présentant une perméabilité très élevée pour les champs faibles). La bobine 79 est normalement branchée en parallèle sur la bobine Si. On pourrait commander de nombreux récepteurs tels que celui de la fig. 57. La tension du réseau peut être réduite par un simple transformateur 86, branché de préférence avant les interrupteurs des circuits de force et de lumière de l'installation. La remise à l'heure peut être assurée par les deux moyens suivants :

En temps normal, on peut assurer une remise à l'heure progressive des petites variations de l'horloge-mère en déplaçant la manette d'un rhéostat intercalé dans le circuit d'une bobine 88 parcourue par un courant permanent très faible fourni par le secteur. La bobine 88, convenablement placée au voisinage de la pièce de fer 86 du balancier, agit un peu sur la période des oscillations sans toutefois modifier l'amplitude. L'influence sur la cadence est modifiée par le rhéostat 87. Dans ces conditions, après un réglage soigné de la longueur du balancier pour une position intermédiaire de la manette du rhéostat, il est possible de corriger progressivement les petits écarts d'avance et de retard par simple déplacement de cette manette.

En cas d'arrêt du secteur, l'horloge mère et les récepteurs s'arrêtent. Une remise à l'heure rapide peut être obtenue au moyen d'un commutateur 88 en alimentant les récepteurs par un interrupteur se fermant à une fréquence plus élevée que normalement, par exemple par l'interrupteur 89 qui se ferme à chaque passage du pendule par la verticale dans les deux sens.

Le commutateur 88 peut être manœuvré en temps utile à la main ou par un dispositif plus ou moins automatique. En particulier, on peut employer pour cet usage un petit mécanisme horaire simplifié 89 constitué par une aiguille solidaire du ressort moteur, aiguille qu'il est possible de ramener en arrière d'un angle variable indiqué par un cadran et correspondant au temps au bout duquel le commutateur doit revenir à la position de marche normale des récepteurs. L'aiguille est ramenée lentement à sa position initiale avec une vitesse régularisée par l'échappement du mouvement d'horlogerie et, en fin de course, elle actionne automatiquement le commutateur S8.

Il est à noter que l'on peut facilement munir les récepteurs d'indicateurs de marche de façon à éviter de donner de fausses indications pendant les interruptions du réseau et les marches accélérées correctrices. Il suffit pour cela de munir les rouages d'aiguilles trotteuses bien visibles, ce qui est facile car les émissions motrices se succèdent à intervalles très courts.

Les descriptions précédentes se rapportent aux modes d'exécution perfectionnés qui ont donné les meilleurs résultats pratiques. En particulier l'adjonction de petits pôles en fer doux sur les aimants circulaires permet d'éviter les profils à fines dentures qu'il serait très difficile d'obtenir avec certaines qualités d'acier à force coercitive très élevée, car ces aciers sont très durs et ne se prêtent pas bien aux opérations de fraisage, de découpage et de pliage compliqués.

Figures 59, 60, 61

On peut toutefois s'écarter des meilleures proportions sans sortir du cadre de l'invention. À titre d'exemple, la fig. 59 représente un moteur synchrone dans lequel l'aimant circulaire A, muni sur son pourtour de plots en fer 91, tourne à l'intérieur des dents du stator. Ce dernier est représenté en plan sur la fig. 60. Le rotor est représenté sur la fig. 61; les plots en fer disposés sur le pourtour sont tenus par un tube aimantique léger entourant l'aimant.

Figures 62, 64

La fig. 62 représente un moteur synchrone reposant sur le même principe que celui de la fig. 13, mais dans lequel la plaque de fer dentée extérieure du stator a la forme représentée sur la fig. 64. Ce mode de réalisation facilite l'exécution de moteurs comportant un très grand nombre de pôles très étroits, car ceux-ci peuvent être obtenus facilement par opérations de taillage analogues à celles des engrenages.

Le rotor peut comporter deux rangées circulaires de plots 12 faisant vis à vis aux extrémités des dents intérieures et extérieures

du stator. On peut aussi enchevêtrer les dents, ce qui permet d'utiliser une seule rangée de plots 12.

Figures 65, 66, 67

Les fig. 65 et 66 représentent un moteur dans lequel l'aimant a la forme représentée fig. 67. Un tel aimant peut être facilement obtenu en acier au cobalt fondu.

Figures 68 ... 72

Certains des appareils précédemment décrits pourraient être réalisés avec les aimants représentés sur les fig. 68 à 71. Les aimants de la fig. 1 ou l'aimant sphérique fig. 72 (aimanté suivant un diamètre) peuvent être employés dans la construction de voltmètres à cadre mobile. Le concentrateur en fer doux que comportent habituellement ces instruments peut être remplacé par cet aimant, ce qui permet de supprimer l'aimant extérieur habituel et d'utiliser un cadre mobile plus volumineux.

Figure 73

On peut aimanter les aimants circulaires, réalisés avec de l'acier à haute teneur au cobalt ou de l'acier au nickel aluminium, de façon à obtenir plusieurs pôles intermédiaires comme l'indique, par exemple, la fig. 73. On peut aussi obtenir des rotations successives par 1/4 de tour au lieu de 1/2 tour.

Figure 74

On peut aussi obtenir des rotations successives au moyen d'un aimant bipolaire et d'un stator multipolaire comme l'indique la fig. 74. Les formes dissymétriques des pôles permettent d'assurer directement un seul sens de rotation et elles s'ont applicables aux moteurs synchrones multipolaires qui se mettent en marche spontanément sous l'influence d'un courant alternatif de fréquence élevée.

Figures 75, 76

Les fig. 75 et 76 représentent une variante de réalisation du moteur fig. 74. Les pôles N1, N2, S1 et S2 peuvent venir de fonderie ou être constitués par des plots de fer rapportés, suivant la disposition montrée par la fig. 16.

Figure 77

Dans les petits moteurs synchrones du type de la fig. 13 qui fonctionnent au moyen d'un couple pulsatoire s'affaiblissant à chaque interruption du courant alternatif, le mouvement est un peu saccadé et l'on constate une tendance au décrochage, très nuisible lorsqu'on se propose d'actionner les appareils opposant un couple irrégulier ou relativement élevé. On peut régulariser le couple moteur développé sur l'aimant en actionnant l'aimant mobile par deux séries d'impulsions déphasées de 1/4 de période environ.

Le résultat peut être obtenu comme l'indique la fig. 77 en faisant agir sur les deux faces d'un même aimant moteur A deux stators du type fig. 14 excités respectivement par les bobines 92 et 93, dont l'une est parcourue par un courant déphasé d'environ 1/4 de période au moyen d'un condensateur 94.

Figure 78

La fig. 78 représente une variante de réalisation dans laquelle une seule bobine E excite un premier circuit magnétique comprenant les pièces dentées 95 et 96. et un deuxième circuit formé par la roue dentée 97 et la couronne 98. Des bagues et tubes de cuivre 99 et 100 permettent de déphaser d'environ 1/4 de période le flux du deuxième circuit. Les attractions motrices se font entre les extrémités des dents et trois rangées de plots en fer rapportés sur l'aimant A comme l'indique la fig. 12. Ces plots sont convenablement décalés entre eux pour obtenir les déphasages des deux séries d'impulsions qui suppriment les points morts.

APPLICATIONS

Certaines des machines à courants alternatif décrites ci-dessus, peuvent être facilement transformées en moteurs indépendants fonctionnant au moyen d'une source à courant continu (pile, accumulateurs, secteur à courant continu).

Il suffit d'ajouter un interrupteur, un commutateur ou un inverseur actionné par l'axe O de l'aimant circulaire et alimentant les enroulements d'une façon intermittente, de façon que le couple soit toujours dirigé dans le même sens. On peut réaliser de la sorte avec certains avantages, des moteurs de petites dimensions relativement puissants à rotor simplifié qui présentent des propriétés analogues à celles des petits moteurs de compteurs à courant continu, du type bien connu OK à cadres galvano-métriques tournants.

De tels moteurs, de même que les moteurs synchrones précédemment décrits, comportant un aimant rotatif ou oscillant peuvent recevoir de nombreuses applications: moteurs de remontage pour horloges à poids ou ressorts, moteurs de jouets, et d'appareils de publicité, servomoteurs pour les commandes à distance.

Les génératrices que l'on a décrites peuvent être employées pour produire du courant d'éclairage (lampes de poche à magnéto, génératrices de bicyclettes, etc.). Il est à noter que l'on pourrait réaliser des machines électriques relativement puissantes, les aimants A pouvant être obtenus avec des grandes dimensions sans difficulté.

Les mouvements horaires perfectionnés suivant l'invention peuvent être associés à des contacts interrupteurs et commutateurs électriques et à des mécanismes divers de déclenchement, d'impressions, d'enregistrement de sonneries, etc.

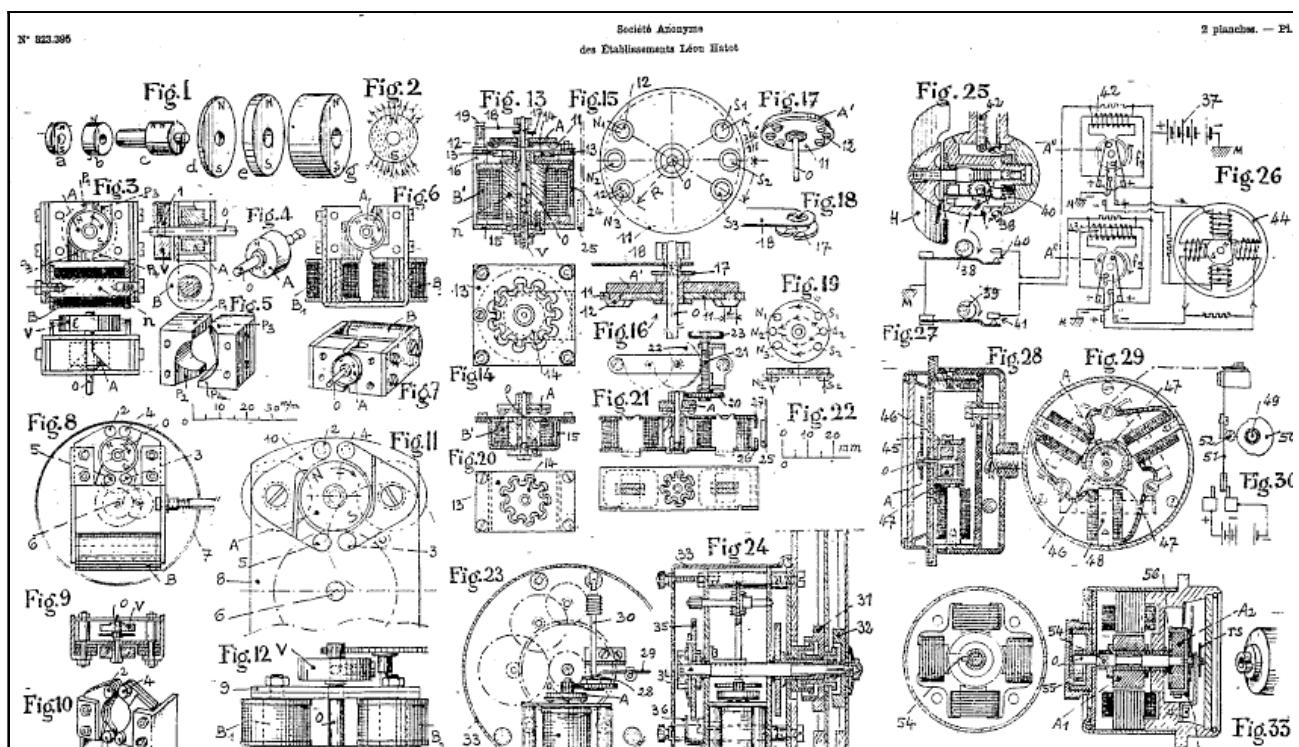
Dans les appareils de commande et de reproduction à distance de mouvements de rotation perfectionnés suivant l'invention, la transmission peut être opérée par l'intermédiaire de radiations lumineuses, d'ondes sonores ou radioélectriques faisant intervenir, suivant les cas, des relais photoélectriques, des microphones, des relais électroniques ou autres. On peut aussi utiliser les procédés de télégraphie multiple sur les lignes existantes.

On a prévu l'application des perfectionnements faisant l'objet de l'invention aux appareils spéciaux suivants:

- Moteurs de phonographes et d'horloges parlantes;
- Moteurs de rasoirs électriques alimentés par piles ou par transformateurs redresseurs du type à lame animée d'un mouvement alternatif
(pour cet usage, on peut employer avantageusement les organes électromagnétiques de la fig. 37 complétés par un interrupteur ou un inverseur commandé par l'axe O. Ce qui permet d'améliorer le rendement et d'éviter les fortes étincelles qui se produisent avec les moteurs à armatures tournantes en fer doux);
- Moteurs synchrones comportant un très grand nombre de pôles alimentés par des courants alternatifs de fréquence musicale,
utilisés notamment dans les horloges astronomiques à quartz et à diapason;
- Transmissions par attractions magnétiques à travers des cloisons pleines amagnétiques, permettant d'éviter les presse-étoupes
(de telles transmissions sont réalisables avec des aimants rotatifs conformes à ceux de la fig. 1);
elles sont applicables notamment au système connu d'indicateur de niveau dans lequel un flotteur déplace un aimant qui commande, à travers la paroi du réservoir non ajourée, un autre aimant voisin entraînant une aiguille devant un cadran gradué, ou un transmetteur du type à contacts ou à résistance variable; les oscillations nuisibles de l'aimant récepteur peuvent être évitées par les moyens précédemment décrits. Un tel dispositif peut être appliqué aussi au transmetteur de loch représenté sur la fig. 25, dans le but d'enfermer les contacts électriques dans une boîte étanche.

PLANCHES

Planche 1



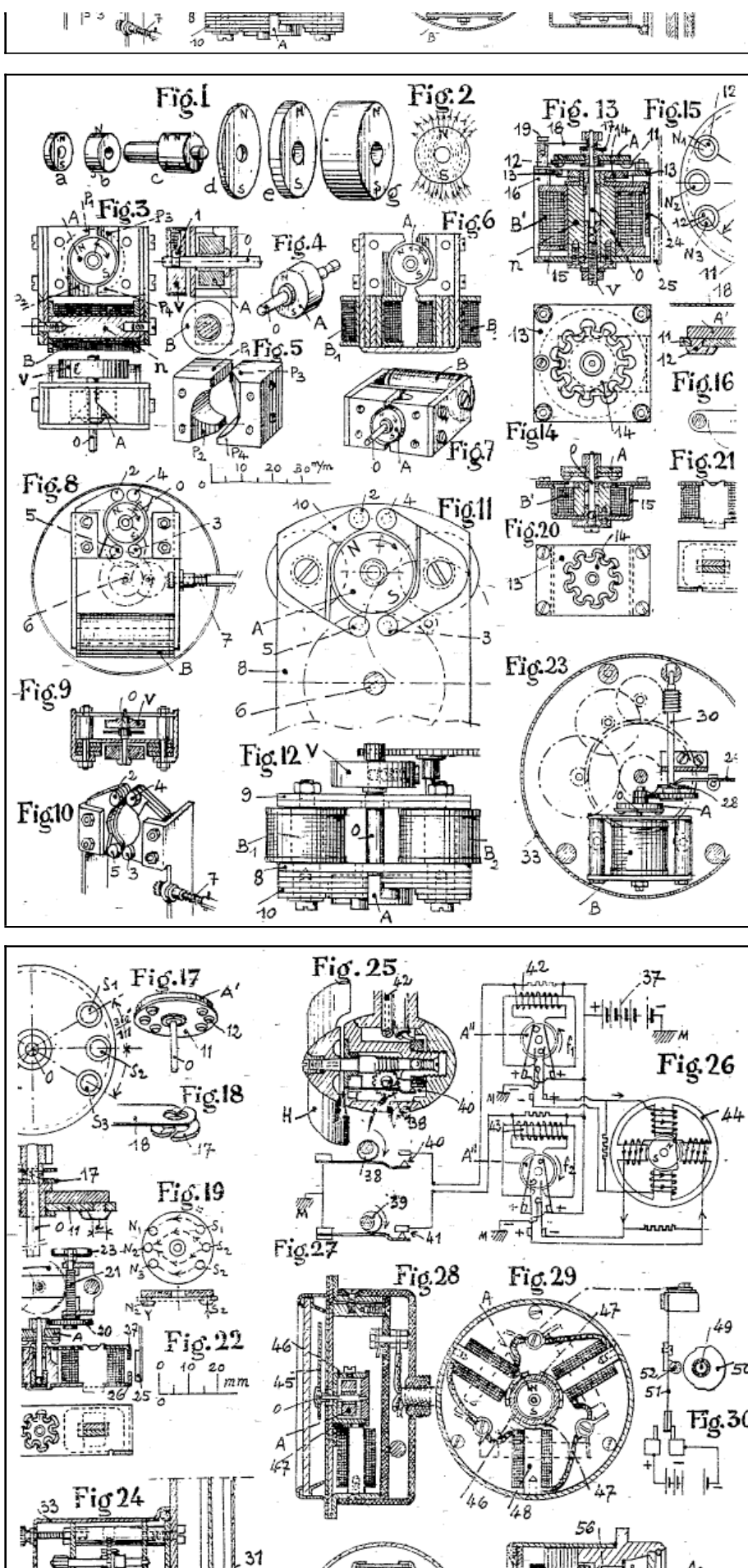


Fig. 31

Fig. 32

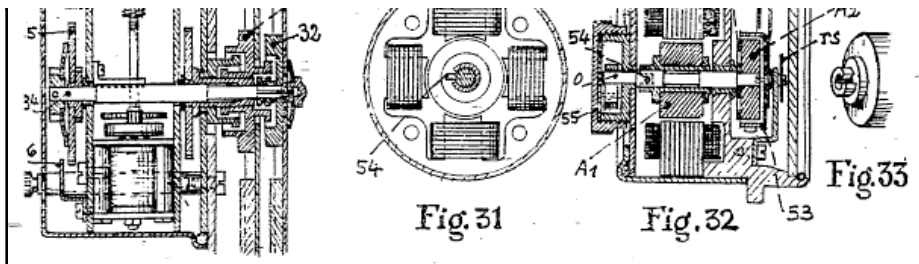


Planche 2

