

Le balancier moteur exerce sur la roue à rochet, puis sur le mouvement, un couple de valeur aussi élevée qu'on le désire; on peut ainsi éviter l'emploi d'un mécanisme auxiliaire pour la commande des contacts d'émission des impulsions de courant, ces contacts peuvent être robustes et assurer une pression élevée entre les pièces conductrices, ils peuvent être multiples pour commander simultanément plusieurs circuits.

La construction et l'emploi de ces horloges doivent toutefois tenir compte de quelques conditions parmi lesquelles nous citons :

Les positions respectives de la palette et de la contre-palette doivent être correctes et l'électro-aimant d'impulsion doit se trouver sur la verticale du point de suspension de telle sorte que l'impulsion motrice ne provoque ni choc, ni vibration de la tige du balancier.

Les variations de tension de la source de courant doivent rester minimales, afin de maintenir constantes la durée entre deux impulsions motrices et les amplitudes maximales et minimales de l'oscillation ; il est vrai que l'on peut remédier à des variations de tension, même assez considérables, en munissant, comme nous le verrons plus loin, l'électro-aimant d'impulsion d'un compensateur magnétique.

Les horloges construites par Favag se ramènent à deux modèles de base susceptibles chacun d'être modifiés pour répondre aux diverses conditions posées par les réseaux horaires ; toutes ces horloges sont construites pour l'émission d'impulsions de courant de sens inverse chaque minute.

*Barlage mere grand madele.* La figure 10.44 montre les organes principaux de cette horloge : le balancier avec son échappement, l'échappement à palette, le mouvement et le dispositif contacteur.

Puisque nous avons étudié précédemment la construction et le fonctionnement de l'échappement de Hipp (chapitre VII), nous nous bornerons à ajouter ci-dessous quelques-unes de ses caractéristiques : la fermeture du circuit a lieu à des intervalles très réguliers que l'on fixe au montage de l'appareil entre 58 et 64 secondes ; la durée de fermeture du contact est d'environ 0,235 seconde, répartie comme l'indique la figure 10.46. Lorsque la tension de la batterie est correcte, le minimum de l'amplitude totale est de  $3^{\circ} 12'$  et le maximum de  $3^{\circ} 26'$  ; la variation est donc de  $14'$  d'angle. Si la tension reste constante, toutes ces valeurs restent constantes elles aussi et la marche de l'horloge se tient dans les limites de  $\pm 0,1$  à  $0,2$  seconde en 24 heures, ce qui correspond à une différence

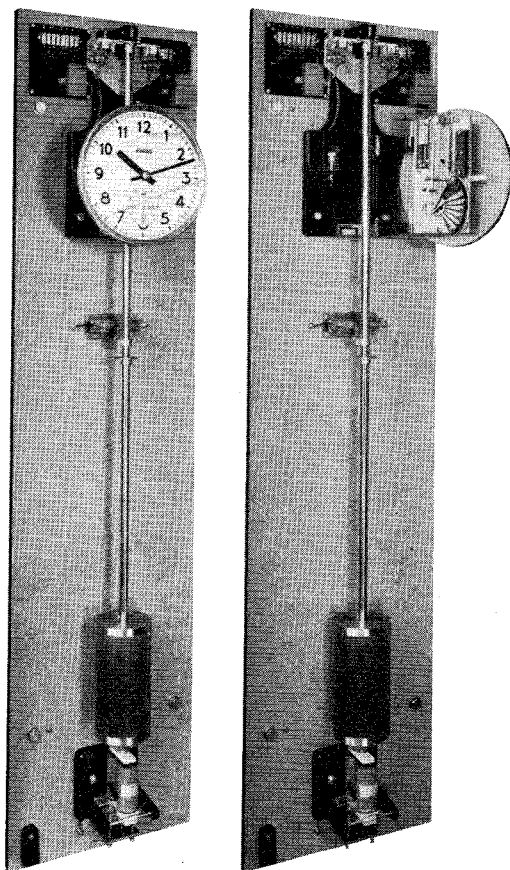


Fig. 10.44. Horloge mere Favag S.A. avec balancier battant la seconde.

Fig. 10.45. Horloge mere Favag S.A.; le distributeur, l'inverseur, le contact à seconde et l'échappement de Hipp.

pratique de marche d'environ 5 secondes en un mois.

Le balancier est semblable à celui que nous avons étudié au chapitre IV ; sa tige est en invar étalonné, sa lentille, très lourde, en laiton massif est supportée en son centre de gravité. L'écrou de réglage et un plateau sur lequel des poids calibres peuvent être placés ou enlevés, permettent un réglage très précis de la période d'oscillation.

Le couple moteur fourni par le balancier est transmis par un encliquetage à bequilles à la roue d'échappement faisant un tour en 60 secondes ; celle-ci engrene avec le rouage commandant les aiguilles des heures et des minutes.

Le contact d'alimentation des horloges secondaires, que l'on voit à la figure 10.45 comporte l'inverseur de polarité et un balais rotatif mettant successivement en circuit les lignes d'horloges dont le nombre peut être choisi entre

1 et 8: Le balais distributeur est calé sur l'axe de la roue d'échappement, tandis que l'inverseur est actionné par un mobile faisant un tour en 12 minutes. Le distributeur est construit de telle sorte que la durée du contact soit de 1 seconde et que les lignes successives soient alimentées à intervalles de 2 secondes.

En vue d'assurer à la période d'oscillation du balancier une constance aussi grande que possible, les dispositifs suivants ont été prévus. Le support du balancier, le contact de Hipp et l'électro-aimant d'impulsion ont été montés sur une plaque de marbre, matériel dont la dilatation est presque nulle et qui est insensible à l'état hygroscopique du milieu ambiant; on peut ainsi maintenir constante la valeur de l'entrefer entre l'armature et les pièces polaires de l'électro-aimant.

Le deuxième dispositif a pour but de parer aux variations de tension de la source de courant d'alimentation en limitant automatiquement l'effet de l'attraction magnétique.

La figure 10.47 fera comprendre comment ce problème a été résolu d'une façon très simple: l'électro-aimant d'impulsion, monté sur une articulation à couteaux, est maintenu en position verticale par deux ressorts antagonistes réglables; lorsque la tension de la source de courant est supérieure à la normale, l'attraction magnétique est plus forte que la traction exercée par les ressorts, l'électro-aimant, entraîné par l'armature, pivote sur ses couteaux; l'entrefer croît très rapidement, ce qui a pour conséquence une diminution de l'arc le long duquel l'attraction magnétique est exercée sur l'armature. Pour une valeur normale de la tension électrique, l'entraînement de l'électro est notablement plus faible, tandis que pour une valeur inférieure à la normale, l'électro reste immobile et l'arc d'attraction est quelque peu augmenté.

L'examen de la figure 10.46 permet de constater que l'impulsion débute 0,235 sec avant le passage du balancier par la verticale et qu'elle cesse exactement au moment où il a passé ce point. Le moment moteur est très progressif puisque l'attraction magnétique augmente avec la diminution progressive de l'entrefer. La transmission du couple moteur au mouvement s'opère à chaque oscillation simple, un peu après que le balancier a passé par la position d'équilibre. Les conditions d'isochronisme sont donc pratiquement remplies.

L'horloge mère, telle que nous venons de la décrire, est utilisée pour la conduite de grands réseaux horaires puisqu'elle peut alimenter jusqu'à huit lignes d'horloges, chargées chacune par 40 à 50 mouvements secondaires. L'intensité

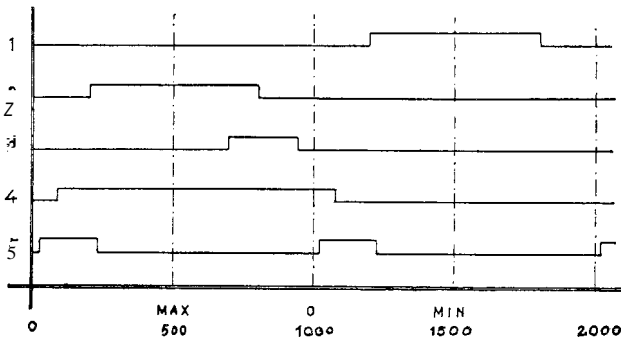


Fig. 10.46. Horloge mère à balancier battant la seconde, système Favag. Diagramme des impulsions de courant et des impulsions motrices en fonction de l'élongation du balancier.

1) Impulsions de courant émises par le contact gauche à seconde. 2) Impulsions de courant émises par le contact droit à seconde (valeurs pour 1 et 2: début 0,300 sec avant l'élongation maximale, fin 0,300 sec après l'élongation maximale). 3) Impulsion motrice entraînant l'oscillation du balancier (début: 0,295 sec avant le passage par la verticale, fin: 0,060 sec après le passage). 4) Impulsion de courant émises par le premier contact du distributeur à minute (début: 0,410 sec avant l'élongation maximale, fin: 0,570 sec après l'élongation maximale).

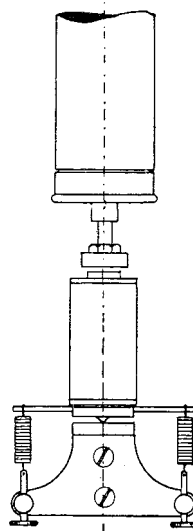


Fig. 10.47. L'électro-aimant oscillant de l'horloge mère Favag S.A.

maximale supportée par les contacts de ligne est de 0,5 à 0,6 ampères ce qui milite en faveur de l'adoption d'une tension d'alimentation d'au moins 112 volts. La protection des contacts est assurée par des résistances bifilaires, celle du contact d'impulsion par un condensateur et une résistance non inductive placés en série.

Dans une modification intéressante de cette horloge mère, la roue à rochet, commandée par l'encliquetage connu, compte 120 dents et effectue un tour en 2 minutes. Sur son axe sont fixés

deux balais frottant sur le chemin circulaire des contacts de ligne dont le nombre total peut atteindre 20; ce dispositif de contact, semblable à celui décrit à la figure 10.10, évite l'emploi d'un organe inverseur de polarité et présente ainsi une grande sécurité. Le défaut qui peut cependant lui être reproché, du moins lorsqu'ils s'agit de grands réseaux, c'est qu'il s'écoule 40 secondes entre le saut des aiguilles des horloges de la première ligne et celui des horloges de la dernière ligne.

Cette horlogemère ne comporte pas de cadran car, en règle générale, elle n'est utilisée que pour l'équipement de centres horaires dont chaque départ de ligne est contrôlé par une horloge secondaire placée à proximité de l'horloge mère.

Les balanciers pendulaires battant la seconde de ces horloges mères peuvent aussi actionner directement un dispositif de contact émettant chaque seconde des impulsions de courant polarisées ou non.

Le dispositif de contact pour l'émission d'impulsions de sens alternativement inverse est représenté par la figure 10.48 et son schéma par la figure 10.49, le groupe est placé derrière la suspension du balancier de telle sorte qu'un fleau, fixé à la tige du pendule, commande alternativement les pièces de contact placées à sa gauche et à sa droite; les impulsions de courant émises commandent généralement un groupe de deux relais dont les contacts, eux, émettent des impulsions de sens alterné.

*Horloge mère modèle moyen.* Cette horloge (voir fig. 10.50), destinée à gouverner un réseau comportant au plus une cinquantaine d'horloges secondaires, est munie d'un balancier battant les deux tiers de la seconde (90 oscillations simples par minute). Les battements de ce dernier sont entretenus par un échappement de Hipp dont le contact est fermé toutes les 14 à 16 oscillations doubles. La transmission du couple moteur au rouage se fait par un encliquetage à simple bequille de telle sorte que la roue à rochet avance d'une dent à chaque oscillation complète (échappement à coup perdu).

La roue à rochet effectue un tour en deux minutes et les deux goupilles parallèles à l'axe, l'une plus longue que l'autre, ferment alternativement chaque minute l'un des contacts du dispositif d'émission des impulsions de courant. La figure 10.51 montre schématiquement ce mécanisme et l'arrangement des contacts permettant chaque minute l'inversion de la polarité des impulsions.

Le rouage de cette horloge ne comporte pas de mécanisme commandant les aiguilles; ces dernières sont mues par un mouvement secondaire branché sur la ligne d'alimentation des

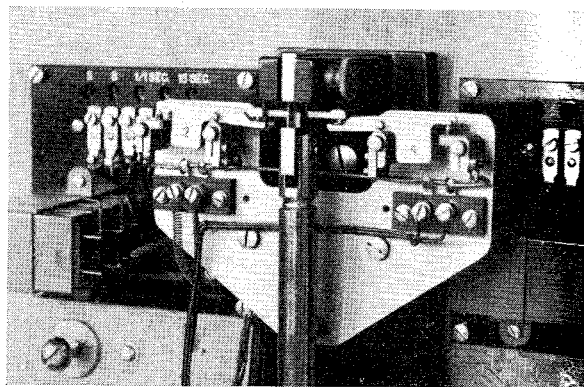


Fig. 10.48. Horloge mère Favag S.A. grand modèle : le contact à seconde.

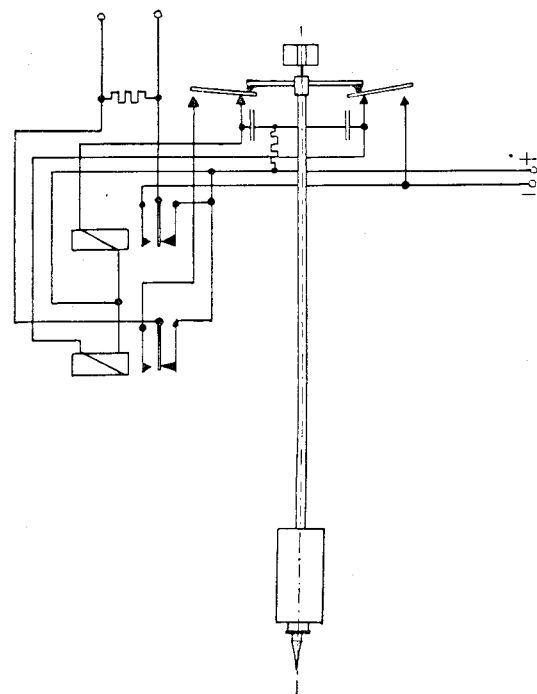


Fig. 10.49. Schéma du contact à seconde de l'horloge mère Favag S.A.

réceptrices et leur cadran est encasté dans la porte de l'horloge. Le balancier est muni d'une tige d'invar et d'une lentille cylindrique en laiton, reposant par sa face inférieure sur l'écrou de réglage dont le filetage permet une modification de la marche journalière de 50 secondes pour un tour complet.

Au mécanisme de cette horloge peut être adjoint, comme le montre la figure 10.52, un dispositif permettant l'émission de signaux horaires acoustiques ou lumineux, groupes en programmes journaliers pour la durée d'une semaine; ce mécanisme, le même que celui qui