

Les horloges électriques à transistors

DANS cette étude, nous laisseront volontairement de côté les pendules électriques à moteur synchrone fonctionnant directement sur le secteur. Nous ne nous occuperons que des pendules électriques à piles.

Ces descriptions seront faites en puisant largement dans le « Mémento Pratique d'Horlogerie électrique et électronique », de Pierre Touchet, édité par « la Générale Horlogère » (Société JAZ) qui a bien voulu nous donner cette aimable autorisation. Nous irons évidemment de la classique pendule électrique à contact d'entretien, du type à balancier moteur, jusqu'à la récente pendule à transistor.

A ce sujet, ajoutons que les travaux sur l'application des transistors à l'horlogerie sont dus pour la plupart aux Etablissements Léon Hatot, à Paris, travaux sanctionnés par de nombreux brevets mondiaux. Il en résulte que, pratiquement, tous les mouvements de pendulettes à transistor fabriqués dans le monde le sont sous licence Hatot.

Il convenait de souligner la position éminente acquise dans ce domaine par la technique française.

Les mouvements d'horlogerie électriques peuvent être répartis en deux catégories bien distinctes :

1° Les mouvements mécaniques à remontage électrique. Ce sont des mouvements classiques, comportant un ressort-moteur, des rouages multiplicateurs et un échappement traditionnel à goupilles ou à ancre empierrée. Ils sont remontés périodiquement par un dispositif de moteur électrique à contacts ou à transistor.

2° Les mouvements électriques à balancier moteur. Ils sont d'un principe absolument différent des précédents mouvements. Il s'agit d'un balancier qui, entretenu directement par des impulsions électromagnétiques, sert de moteur et transmet le mouvement de rotation aux aiguilles par l'intermédiaire d'un rouage démultiplicateur ; il n'y a plus de ressort-moteur.

C'est par un mouvement de la première catégorie que nous allons commencer cet examen.

CALIBRE AL (JAZ)

Le fonctionnement électrique de ce mouvement est schématisé sur la figure 1.

L'électro-aimant 1 est du type blindé.

Pour obtenir une concentration maximale du champ magnétique, le noyau de l'électro-aimant et l'ensemble de la bobine sont placés à l'intérieur d'un tube de fer doux fermé à une extrémité. On obtient ainsi un champ très intense du côté de l'extrémité ouverte formant les pôles circulaires de l'électro-aimant. Devant ces pôles est placée une armature mobile 2 fixée à une lame de ressort 3. L'armature mobile porte un plot de contact 4 qui vient se placer en face d'un autre plot de contact 5 solidaire du levier de lancement 6 sur lequel agit le ressort-moteur 7. Sous l'action du ressort-moteur 7, le levier 6 entraîne le rouage qui transmet la force à l'échappement du mouvement. Lorsque le plot 5 arrive au contact du plot 4, le circuit électrique est fermé (retour à la masse par la lame de bronze 8).

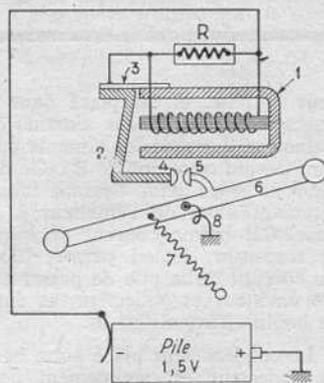


FIG. 1

L'armature mobile 2 est alors attirée violemment par l'électro-aimant ; le levier 6 recule en armant ainsi le ressort-moteur 7. Le contact est alors coupé, l'armature mobile 2 reprend sa place initiale, et le cycle recommence. Ce cycle dure environ une minute.

Notons la présence d'une résistance R de 47 Ω destinée à minimiser l'étincelle entre 4 et 5 (préservation des contacts). Voici, à titre documentaire, les caractéristiques essentielles de ce dispositif :

- Nombre de tours : 650 ;
- Fil : 57/100 de mm ;
- Résistance du bobinage : 1,7 Ω ;
- Durée du contact : 30 à 40 millisecondes ;
- Intensité maximale en pointe : 700 mA ;
- Fréquence du remontage : 60 à 65 secondes.

Lorsque la tension de la pile (1,5 V) baisse, la fréquence des remontages augmente ; mais cela n'a évidemment aucune influence sur le « réglage » puisque le ressort-

moteur assure à l'échappement une force pratiquement constante.

CALIBRE BN (JAZ)

Le calibre BN appartient à la seconde catégorie de notre classification ; il s'agit donc d'un mouvement à balancier-moteur.

Le balancier circulaire est constitué par un axe vertical à deux pivots supportant deux canons en fer doux sur lesquels sont rivés deux flasques également en fer doux supportant deux aimants (voir figure 2). A l'opposé des aimants, les flasques sont équilibrés par deux masses hexagonales non magnétiques 1 et 2.

La bobine 3 est fixée par collage dans le logement d'une plaquette, de telle façon que son centre se trouve exactement entre les deux aimants du balancier lorsque celui-ci est au point mort. Cette bobine est reliée d'une part à un pôle de la pile, d'autre part à une lame de contact 4 en bronze au béryllium. Cette lame est placée de façon que son extrémité souple soit dans la trajectoire d'une goupille de contact 5 en or fixée à la partie inférieure du balancier. Lorsque la goupille 5 vient en contact avec la lame 4, le circuit électrique est fermé. Le sens du courant et le sens d'enroulement de la bobine 3 ont été choisis de façon à faire naître dans la bobine des pôles de mêmes noms que les pôles correspondants des aimants du balancier. Il y a donc, au moment du passage du courant dans la bobine, une répulsion des aimants du balancier. Dès que le balancier a parcouru un angle suffisant pour que la goupille 5 quitte le contact de la lame 4, le courant est coupé. Le balancier reçoit donc une impulsion à chaque passage au point mort.

Le balancier étant ainsi entretenu dans ses oscillations, il suffit de transformer son mouvement circulaire alternatif en mouvement circulaire continu pour entraîner les aiguilles.

Voici les caractéristiques électriques du calibre BN :

- Bobine : 2 800 tours de fil 5/100 de mm ;
- Résistance : 500 Ω ;
- Intensité instantanée maximum : 3 mA ;
- Durée de contact : 10 à 12 millisecondes ;
- Angle de contact sur le balancier : 35° environ ;
- Amplitude d'oscillation du balancier : 3/4 de tour de chaque côté du point mort (avec une pile neuve et fraîche).

CALIBRE AN (JAZ)

Avec ce mouvement, nous abordons l'utilisation des transistors.

Le calibre AN est également de la seconde catégorie, à savoir mouvement à balancier-moteur. En fait, le calibre AN est un calibre BN sur lequel on a remplacé le classique contact par un transistor assurant la commutation.

Le contact d'entretien d'oscillation du calibre BN doit, en effet, assurer, dans l'espace d'une seule année, de 150 à 180 millions de coupures ! On conçoit aisément qu'il y ait quelques difficultés à en garantir un fonctionnement sûr et prolongé. Par contre, un transistor utilisé comme micro-relais statique résoud également le problème ; c'est la solution adoptée pour le calibre AN.

Le dispositif électrique comprend (fig. 3) : une bobine à double enroulement B₁, B₂, un transistor T, et un condensateur 0,025 μ F. Bien entendu, le balancier circulaire est le même que précédemment : mêmes flasques, mêmes aimants, mêmes masses d'équilibrage et même axe.

Pour saisir le fonctionnement de ce mouvement, il suffit de comprendre comment on a remplacé le contact classique par un transistor.

La bobine B₁ est la bobine motrice, celle qui est chargée de donner l'impulsion magnétique au balancier circulaire. Elle est reliée d'une part au pôle négatif de la pile de 1,5 V, et d'autre part au collecteur du transistor T. L'émetteur du transistor est relié au pôle positif de la pile. On voit donc que l'on retrouve le schéma électrique du calibre précédent (BN) sur lequel on aurait remplacé le contact classique par un branchement entre émetteur et collecteur du transistor.

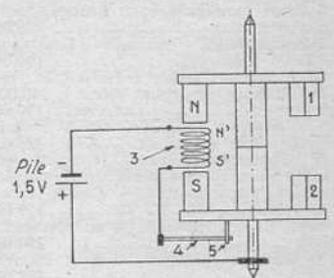


FIG. 2

Or, nous savons qu'un courant ne peut passer entre émetteur et collecteur d'un transistor que si l'on fait passer un courant entre émetteur et base.

Le problème était donc de faire passer, au moment voulu, un courant entre émetteur et base. Pour cela, un bobinage B₃ auxiliaire (représenté en pointillés pour la clarté du dessin) est connecté entre émet-

B. G. MÉNAGER

MARCHANDISES HORS COURS

MACHINES ET MÉNAGER

4 Téléviseurs 60 cm, équipé 2^e chaîne, châssis Philips, en affaire. 1.100,00
 4 Machines semi-automatique à tambour. Démarquées 690,00
 6 Machines à tambour 4,5 kg, neuves, retour d'exposition, marque BRANDT, valeur : 1.520,00. Vendues 990,00
 2 Machines à laver VENDOME, type luxe à tambour 1.020,00
 4 Machines à laver CONORD VESTALUX, retour d'exposition. Valeur : 1.800,00. Soldées 790,00
 5 Machines à laver semi-autom., à tambour, démarquées, petit défaut d'aspect. Soldées 890,00
 4 Machines à laver ATLANTIC, 4 kg, à tambour, automatisme contrôlé, emballage d'origine 850,00
 12 Machines à laver, 4 kg 110/220 V. Chauff. gaz ville ou butane. Marque FRANCO-SUISSE. Valeur : 780,00. Vendu 190,00
 Machines à Laver Laden de démonstration, état nf. Garanties 1 an. Monceau, 7 kg. Valeur : 2.500,00. 1.390,00
 Laden Babette, 4 kg 1.080,00
 Laden Alma, 4,5 kg. Valeur : 1.390,00. Prix 800,00
 Machine à laver Frigidaire, entier. autom. 6 kg 1.290,00
 Machines à laver démarquées, 5 kg, chauff. gaz ville ou butane, bloc essoreur 110/220 V, pour 290,00
 2 Machines Brandt, essor. centrifuge, pompe. Valeur : 810,00. 490,00
 5 Bendix, entièrement automatiques. Valeur : 1.460,00. La pièce 750,00
 Conord, essorage centrifuge, chauff. gaz, 4 kg. Val. : 890,00 pour 550,00
 Machines à laver, bloc Mors, essorage centrif., chauff. gaz 490,00
 Machine à laver Hoover de démonstration, avec essorage 290,00
 3 Machines à laver de démonstr., 6 kg. Vestale Conord. Val. : 1.585,00. 790,00
 6 Mouvements de Machines à laver adaptable sur bacs, lessiveuses, etc... 95,00
 Essoreuse centrifuge de démonstration. Prix 250,00
 3 Groupes à compression hermétique pour production du froid. Valeur : 600,00. Vendu neuf 290,00
 10 Réfrigérateurs, fabrication Norge, gd luxe, modèle d'exposit. neufs, 220 litres. Val. 1.470,00. Vendu av. invent. 790,00
 12 Réfrigérateurs bloc cuisine neuf av. pat. rayures. Val. 790,00. Vendu 450,00
 5 Cuisinières Lilor, 4 feux, four gaz ou électr., allumage automatique, minuterie, tourne-broche électr., neuve. Valeur : 1.250,00. Soldées 790,00
 Cuisinières gaz, 3 feux 330,00
 10 Cuisinières luges 3 et 5 feux + thermostat et grill, respectivement 370,00 et 450,00
 Aspirateurs, état neuf utilisés en démonstration, complet avec accessoires. Conord, Electrolux, Tornado 148,00
 6 beaux aspirateurs balai Radiola, neufs d'origine pour 115,00
 6 aspirateurs traîneaux Electrolux, 400 W. Vendu 190,00
 10 Aspirateurs balais ELECTROLUX, retour d'exposition, neuf. Valeur : 340,00. Vendu 199,00
 5 Aspirateurs RADIOLA 450 W, neuf. Vendu après exposition 225,00
 10 Electrophones neufs, complet, en valise avec haut-parleur, amplificateur, lampes, tourne-disques, 4 vitesses, pick-up microsil. 110/220 V 179,95
 Avec 3 haut-parleurs, avec changeur. Prix 290,00
 10 Postes, 4 gammes. Valeur : 390,00. Vendu 195,00
 Postes transistors 110,00
 5 Postes, 6 transistors, affaire sans suite. Marque « Transistar » 109,00

10 très belles pendules électriques, licence JAZ 49,00
 3 Pendules luxe à transistors, licence ATO, trotteuse centrale 85,00
 Poêle à mazout, neuf 255,00
 25 Poêles à mazout marque Suprematic Idéal - Standard 230 m3. Val. : 750,00. Vendu 375,00
 Radiateur Butane sur roulettes 125,00
 Moulin à café Radiola, 110 ou 220 V. Soldés 13,80
 Aérateur électrique pour cuisine 56,00
 Rasoir Philips, 2 têtes 55,00
 Régulateur de tension automatique 110/220 pour radio et télév. 125,00
 6 Cireuses Electro-Lux de démonstration. Vendues av. ou sans distributeur 250,00 et 290,00
 4 Cireuses neuves fabrication allemande, garantie 2 ans (étanche), peuvent laver parquet et carrelage. Valeur : 490,00. Vendu 290,00
 2 Chauffe-Eau électriques 50 litres, complet, avec thermostat 366,00
 10 Réfrigérateurs de démonstration à compression, marque Suisse, 125 l. 450,00
 12 Réfrigérateurs de marque, Kelvinator, Frigidaire, Brandt, Laden, soldés, vendu hors cours, affaire sans suite.

CREDIT ACCORDE DE 3 A 18 MOIS SUR APPAREILS MENAGERS

OUTILLAGES

Moteurs triphasés 220 x 380, 1500 et 3000 t/mn :
 1 CV .. 139,80 - 2 CV .. 187,30
 3 CV .. 226,90 - 5 CV .. 282,00
 2 Moteurs à essence 4,5 CV, 4 temps, emballage origine. Vendus .. 550,00
 25 moteurs 1/4 autom. 110/220 V. Prix 85,00
 Groupes Electro-pompes, toutes puissances 110 x 220, élévation 2,50 m. Prix 59,00
 Elévation 4 m aspirat. 2 m. 135,00
 Elévation 22 m aspirat. 7 m. 289,00
 Groupes compresseurs et gonfleurs 110 V et 220 V, cplét avec raccord
 2 kg 800 : 185,00 - 6 kg : 360,00
 2 Petits compresseurs, complets, montés sur cuve 490,00
 2 Bacs de scies, complets, entraînement par moteur à essence, 2,5 CV. 4 temps. Vendus 650,00
 20 postes soudeuse à arc neuf portatif sur compteur 10 et 15 amp.
 Electrodes 2,5 mm 310,00
 Electrodes 3,2 mm 380,00
 5 petits Tourets pour l'affûtage de petits forets 110. Soldé .. 45,00
 5 Bacs de scie complets avec moteur 1 CV électr., lame de 350 mm. Valeur 560,00. Vendu neuf 350,00
 6 Groupes pour installation d'eau sous pression, complet avec contacteur autom. Vendu 440,00
 6 Groupes électro-pompes 220 V x 380 V. Gros débit. Valeur : 1.000,00. Soldés 450,00
 4 Pompes vide cave à mise en marche automatique 250,00
 25 Fers à souder 60 W 9,50
 4 Pistolets à peintures marque Kremlin 82,00
 5 Scies portatives, types sauteuse, pour bois et métaux. En aff. 245,00
 3 Compresseurs seuls révisés 79,00
 2 Compresseurs sur socles avec moteur 110/220 V. Complet avec pistolet, marque Kremlin. Vendu. 260,00
 Perceuses portatives 6 mm 78,00
 — capacité 13 mm 126,00
 Chargeur d'accus auto, belle fabrication. 110 x 220, 6 ou 12 V .. 38,00
 Transfos 110 x 220 réversibles :
 1 amp. .. 17,60 - 2 amp. .. 24,30
 3 amp. .. 38,50 - 5 amp. .. 55,00
 10 amp. .. 85,00
 Pistolets à peinture 35,00

outillages (suite)

10 Arbres montés sur roulement à billes, pour scies circulaires, perceuses, etc. Val. : 110,00. Vendus avec poulies. Prix 59,00
 20 Moteurs mono 1/5 CV, 2 800 t/m 110 x 220. Prix pièce 50,00
 50 Réglettes fluo, allumage instantané, 1 m 20 27,00
 4 Petits Treuils à vis sans fin pour divers travaux, boîte fonte. Poids : 3 kg 52,00
 3 Compresseurs, type garage, marque Luchard-Spiros-Kremlin 10 m3, pression 6 kg, cuve 110 litres, 220 x 380 V, état neuf. Vendu av. garant. Prix 990,00
 6 Tourets d'affûtage mono 220 V, marque Val d'Or, meule de 130 mm. Vendu 150,00
 10 Moteurs universels, puissance variable 1/6, 1/3 CV, 110 ou 220 V. Vendu 119,00
 4 Chignolles porte foret à main, 2 vitesses sous carter 10 mm. Vendu 26,20
 3 Etaux parallèles d'établi 90 mm. Vendu 39,00
 2 Etaux tournants d'ajusteur 125 mm 31 kg. Tournants 115,00
 10 petites pompes pour liquides divers, mazout, huile, eaux, etc. 59,00 et 125,00

Stock de poulies plates et à gorges, courroies trapèzes et plates.

Marchandises garanties 1 an. Chèque ou mandat à la commande. Crédit sur demande et liste complète contre 0.45 F

teur et base, et est placé dans le passage du champ des aimants du balancier. Lorsque les aimants passent devant cette bobine B₂, elle devient le siège d'un courant induit circulant alors de l'émetteur à la base. Cet infime courant débloque le transistor, lequel permet alors au courant de la pile de passer entre émetteur et collecteur, et dans la bobine d'impulsion B₁.

Le condensateur placé entre base et collecteur est simplement destiné à améliorer la forme du courant circulaire dans la bobine B₁.

La figure 3 montre que les bobines B₁ et B₂ sont enroulées ensemble. C'est donc bien au passage au point mort que la bobine B₂ provoque le déblocage du transistor et que la bobine B₁ donne une impulsion magnétique au balancier. Signalons, toutefois, que contrairement au calibre précédent BN, et pour des raisons d'isochromisme, les impulsions se font ici par attraction des aimants, et non par répulsion.

On comprend, d'après la description qui vient d'être faite, que ce mouvement ne peut pas démarrer seul. Il est, en effet, indispensable pour déblocage le transistor qu'un courant induit prenne naissance dans la bobine B₂. Pour lancer le mouvement, il faut donc imprimer au balancier un premier mouvement de rotation.

Voici les caractéristiques électriques des éléments de ce calibre :
 Bobine B₁ : 2 000 tours de fil de 4/100 de mm ;

Résistance : 650 Ω ;

Bobine B₂ : identique à B₁ ;

Durée de passage du courant dans B₁ : 12 à 15 millisecondes ;

Intensité moyenne : 100 à 120 μA ;

Transistor T : genre OC76.

Le réglage de l'amplitude du balancier s'effectue à l'aide d'un frein électromagnétique. Il s'agit d'une baguette de cuivre réglable : lorsque les aimants passent sur cette languette, ils produisent dans la masse de cuivre des courants induits, dits courants de Foucault, qui s'opposent au déplacement des aimants et freinent par conséquent le balancier. Le freinage est d'autant plus important que la pénétration du frein est grande dans le champ des aimants ; le réglage correct doit donner une amplitude de trois quarts de tour.

Pour être complet, signalons que la première application des transistors à l'horlogerie l'a été sur un mouvement mécanique à remontage électrique (première catégorie de notre classification). C'est le cas, par exemple, du calibre AT (JAZ). Le remontage du ressort-moteur est effectué par un moteur à transistor. Ce moteur met en application

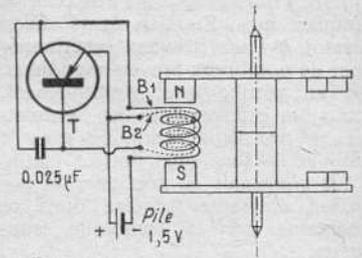


FIG. 3

le principe précédemment exposé. La différence est que le balancier est remplacé par un aimant circulaire constituant le rotor du moteur, rotor alors animé d'un mouvement de rotation continu.

Néanmoins, la S.A. JAZ attire notre attention sur le fait que le calibre AN à balancier-moteur précédemment décrit tend à remplacer le calibre AT, car il donne de très bons résultats tout en étant beaucoup plus simple.

Volontairement, nous avons voulu nous limiter à l'essentiel. Sauf imprévu, la formule du « balancier-moteur » (qu'il soit rotatif ou pendulaire) paraît devoir être pour de nombreuses années celle qui va éclipser toutes les autres par sa simplicité, sa robustesse (pas d'effort sur les rouages, donc pas d'usure), sa sécurité (pas de risque de court-circuit de pile). Mais que sera l'horlogerie de demain ? Ne sera-t-elle pas purement et totalement électronique ?

Pour terminer, remercions encore la « Générale Horlogère » pour son aimable autorisation de publication d'extraits de son « Mémento ». Nombreux sont nos lecteurs qui certainement auront été très intéressés par ces descriptions.

Roger A. RAFFIN.

B.G. MÉNAGER

à 20 mètres du Métro Arts-et-Métiers

20, rue Au-Maire
PARIS (3^e)

Tél. : TUR. 66-96

C.C.P. PARIS 109-71

Liste gratuite de plus de 200 moteurs

de machines à laver et réfrigérateurs