

Présentation d'un nouvel échappement ancre adapté à des balanciers battant 36 000 alternances par heure

Communication de M. A. Simon-Vermot, Laboratoire des Fabriques d'Assortiments Réunies, Le Locle

Résumé

Quelques considérations générales relatives aux conditions à respecter lorsqu'on envisage d'augmenter la fréquence d'oscillation du système balancier-spiral conduisent à déterminer une méthode de calcul des caractéristiques générales d'un projet de mouvement d'horlogerie. Du point de vue énergétique on arrive à la conclusion que l'utilisation d'un échappement à rendement élevé est souhaitable.

Les caractéristiques principales d'un tel échappement sont alors décrites. On indique ensuite les résultats de marche obtenus sur des montres exécutées en Laboratoire, ainsi que des résultats observés dans une fabrication de série.

La notion de précision des montres-bracelets a été remise en évidence lors de l'apparition sur le marché de nouveaux types de montres n'utilisant plus comme oscillateur le système balancier-spiral. L'expérience a montré que de telles montres sont effectivement susceptibles d'une meilleure précision que la majorité de nos montres mécaniques conventionnelles. Dès lors la question se pose de savoir jusqu'où la précision d'une montre mécanique fabriquée en série peut-elle être poussée ? La mécanique des mouvements vibratoires nous enseigne que la stabilité d'un oscillateur vis-à-vis des perturbations dues à l'entretien, est d'autant plus élevée que sa puissance virtuelle est grande. Cette puissance virtuelle est déterminée par le produit de l'énergie de l'oscillateur par sa pulsation :

$$P_v = W\omega$$

Pour l'oscillateur à système balancier-spiral, nous obtenons :

$$P_v = 4 \pi^2 I \dot{\Phi}_0^2,$$

formule dans laquelle : I est le moment d'inertie, f la fréquence, Φ_0 l'amplitude.

Nous remarquons immédiatement que pour accroître la puissance virtuelle, il est plus favorable d'augmenter I que Φ_0 ou encore f . Examinons maintenant quelle est la puissance nécessaire à l'entretien d'un balancier. En partant de la formule classique de l'énergie nécessaire pour une alternance, soit :

$$\Delta W_{alt} = \frac{1}{2} C \Phi_0 \Delta \Phi_0,$$

nous trouvons pour la puissance :

$$P = 4 \pi^2 I f^2 \delta \Phi_0^2 \text{ où } \delta = \frac{\Delta \Phi_0}{\Phi_0}$$

Il ressort de cette expression que la puissance nécessaire croît avec le cube de la fréquence. Ainsi si nous doublons la fréquence, il faut théoriquement une puissance 8 fois plus grande. Cette constatation permettrait de supposer que le problème n'a pas de solution pratique possible dans le cadre d'une construction conventionnelle de la montre. Il convient cependant de remarquer que dans cette dernière expression, intervient le décrement logarithmique. La valeur de celui-ci n'est pas constante en fonction de la fréquence et l'expérience nous montre que dans

un oscillateur du type balancier-spiral, bien conçu, il peut décroître lorsque la fréquence augmente. Il en résulte que la puissance nécessaire à l'entretien n'est plus alors proportionnelle au cube de la fréquence, mais qu'elle est moindre.

Pour un oscillateur donné, nous obtenons à 18 000 Ah (alternances par heure) un décrement de 0,0169 pour une amplitude de 240°, alors que pour le même balancier, à la même amplitude, mais pour 36 000 Ah, nous observons un décrement de 0,00892, soit 1,9 fois moins. Ceci signifie qu'au lieu de devoir disposer d'une puissance 8 fois plus grande à 36 000 Ah, une puissance 4,2 fois plus grande sera suffisante.

Pour que ce rapport soit favorable, il faut remplir certaines conditions, tant pour le balancier que pour le spiral et les pivots. Mais ce problème a une solution que nous avons exposée en 1964, lors d'une conférence de synthèse au Congrès International de Chronométrie.

Ce facteur, traduisant l'augmentation de puissance nécessaire à l'entretien, lorsque la fréquence de l'oscillateur est augmentée, met en évidence la nécessité de réduire les pertes dans la transmission de l'énergie entre le barillet et le système balancier-spiral. C'est la raison pour laquelle nous avons entrepris la réalisation d'un nouvel échappement « Chimérgic 21 » destiné à entretenir des balanciers battant 36 000 Ah.

On peut se poser la question de savoir si cette fréquence est bien choisie et où se trouve l'optimum. Pour une montre-bracelet destinée au grand public, nos expériences nous montrent qu'avec 36 000 Ah l'optimum, c'est-à-dire le compromis le plus favorable entre l'énergie disponible dans le barillet et les dimensions de l'oscillateur, est peut-être un peu dépassé. Un autre critère, cependant, intervient dans le choix de ce nombre d'alternances. Il faut tenir compte des chronocomparateurs répandus dans le monde entier. Ceci signifie qu'une montre, dont la fréquence de l'oscillateur ne peut être enregistrée par ces appareils, est condamnée d'avance.

Si l'utilisation de 36 000 Ah dans des montres-bracelets destinées au grand public est récente, il n'en est pas de même dans des pièces de plus grand format. Il se fabrique, en effet, à cette fréquence, depuis plusieurs dizaines d'années, des chronographes compteurs utilisés dans le chronométrage sportif. Plus récemment, de nombreux dépôts à l'Observatoire ont été faits avec des montres battant entre 30 000 et 36 000 Ah. Le problème n'est donc pas nouveau. Ce qu'il y a de surprenant, c'est que l'on n'ait pas

301

A l'occasion du centenaire de la Société suisse de chronométrie nous publions cette année dans nos pages 2 articles ayant marqué l'horlogerie. Révolutionnaires à leur époque, ils montrent bien le rôle de vecteur d'information et de partage entre les membres de la SSC que remplit le Bulletin, hier autant qu'aujourd'hui.

L'article que nous vous proposons de (re)découvrir dans ce numéro a été publié en 1966. Un article magistral de pure chronométrie écrit à une époque charnière où les premiers développements du quartz annoncent une profonde remise en question. L'auteur y fait allusion sans illusion à la supériorité de ces innovations et rend compte des améliorations possibles des mouvements classiques, qui seront mises en œuvre cinquante ans plus tard. La vision est toujours d'actualité. Bonne lecture. ■

Pour lire la suite de l'article,
devenez membre de la SSC

<https://www.ssc.ch/adhesion/>