

# Mechanism Balancing Taxonomy for the Classification of Horological Oscillators

**Hubert Schneegans\*, Florent Cosandier, Simon Henein**

Micromechanical and Horological Design Laboratory (Instant-Lab)

Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)

Rue de la Maladière 71b, CH - 2000 Neuchâtel

\*Corresponding author: [hubert.schneegans@epfl.ch](mailto:hubert.schneegans@epfl.ch) - [www.epfl.ch](http://www.epfl.ch)

Décembre 2023

63

Bulletin SSC n° 96

L'équilibrage des mécanismes consiste à distribuer leurs masses, inerties et éléments élastiques de manière à leur octroyer des propriétés mécaniques spécifiques, telles que l'insensibilité à la gravité, l'insensibilité aux vitesses et accélérations linéaires et angulaires de leur châssis, ou encore l'annulation des forces et moments exportés. Cet article présente une nouvelle taxonomie de l'équilibrage des mécanismes, structurée en 15 types distincts, qui clarifie les concepts d'équilibrage « statique » et « dynamique ». Elle révèle des aspects inexplorés de l'équilibrage qui sont pertinents pour la conception de mécanismes soumis à de fortes perturbations inertielles, tels que les oscillateurs des horloges de marine ou des montres-bracelets; la précision chronométrique de ces bases de temps composées d'un corps inertiel – généralement un balancier – et d'un ressort de rappel – généralement un spiral – est en effet affectée par les mouvements de leur châssis. La classification de divers oscillateurs mécaniques horlogers selon cette nouvelle taxonomie met en évidence leurs principales propriétés. Sept mécanismes sont sélectionnés : l'oscillateur du pendule de Huygens, les oscillateurs de trois des chronomètres de marine de Harrison (H1, H3 et H4), ainsi que trois oscillateurs à guidages flexibles développés par l'Instant-Lab (EPFL) destinés au remplacement des balanciers-spiraux classiques : Quadrivot (oscillateur à 1-degré-de-liberté (DDL) équilibré en force), Wattone (oscillateur à 1-DDL équilibré inertiellement) et Wattwins (oscillateur à 2-DDL, de type IsoSpring® planaire, équilibré inertiellement).

The balancing of mechanisms consists in distributing their moving masses, inertias, and elastic components in order to achieve key mechanical properties, such as the insensitivity of the mechanism to gravity and to the motions of its chassis, or the elimination of the shaking forces and moments exported onto their supporting structure. This article presents a new taxonomy of mechanism balancing that is structured into 15 distinct types. The proposed classification clarifies the concepts of « static » and « dynamic » balancing, and reveals unexplored aspects of balancing that are relevant to the design of mechanisms exposed to high inertial disturbances, such as the oscillators of marine clocks and mechanical wrist-watches. The chronometric precision of these time-bases that are composed of an inertial body – typically a balance wheel – and a restoring spring – typically a hairspring – is indeed affected by the movement of their chassis. The classification of various mechanical horological oscillators according the new taxonomy reveals their key mechanical properties. Seven mechanisms have been selected : the oscillator of Huygens' pendulum clock, the oscillators of three of Harrison's marine chronometers (H1, H3 and H4), and three flexure-based oscillators developed by Instant-Lab (EPFL) dedicated to the future replacement of the traditional balance springs: Quadrivot (1-Degree-of-Freedom (DoF) force balanced oscillator), Wattone (1-DoF inertially balanced oscillator) and Wattwins (2-DoF planar IsoSpring® inertially balanced oscillator).

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

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