

De quoi dépend la précision d'une montre mécanique ?

La précision d'une montre mécanique dépend de nombreux paramètres, dont la qualité des différents composants et la maîtrise du réglage qui reste le critère essentiel de la précision.

Qu'est-ce que le réglage ?

Le réglage est l'ensemble des opérations effectuées par l'horloger sur l'organe régulateur (le balancier-spiral) et qui assurera la bonne marche et la précision de la montre.

La prise en compte des paramètres affectant l'isochronisme de cet organe (variation du moment de force transmis au balancier, forme géométrique et fixation du spiral, variation de position de la montre et des conditions ambiantes telles que l'humidité, la température et le magnétisme) requièrent de l'horloger une habileté manuelle exceptionnelle ainsi qu'une grande maîtrise.

Qu'est-ce que l'isochronisme ?

L'isochronisme est la propriété que possède un organe régulateur d'accomplir ses oscillations dans le même temps, quelle que soit son amplitude.

Préambule : le chrono comparateur proposé est principalement destiné à régler de manière extrêmement précise et rapide un mouvement mécanique d'horlogerie (montre, chronographe) Le mécanisme émet différents sons : l'organe de régulation (balancier, spiral, roue d'échappement, contacts, Par des analyses sonores émises par et captées au moyen d'un microphone.

Les fréquences sont de :

- 1) Roue de centre : 1 tour pour 12 heures (support de l'aiguille des heures)
- 2) Roue de moyenne : (roue intermédiaire)
- 3) Roue des secondes : 1 tour en une minute (support de l'aiguille des secondes)
- 4) Roue d'ancre ou d'échappement : elle subit un nombre impressionnant de chocs au contact de l'ancre plus de 518000 en 24 heures)

L'organe de régulation : le balancier spiral

Le balancier spiral est le véritable cœur de la montre, il régule la marche du temps grâce à ses oscillations et est responsable de la précision de la montre.

Il est constitué d'un volant à deux bras statiquement équilibré (le balancier - 1) couplé à un spiral (ressort d'acier plus mince qu'un cheveu - 2)

Le balancier effectue un mouvement de va et vient circulaire et divise le temps en unités égales.

1. L'ancre va donner l'impulsion au balancier pour qu'il effectue une rotation : le TIC.
2. Pendant cette rotation, le spiral se comprime équilibrant ainsi la force envoyée.
3. Puis le spiral se détend et oblige le balancier à revenir en arrière : le TAC.
4. Le principe de va et vient est réalisé : il s'agit d'une oscillation.
5. Une nouvelle impulsion est alors donnée par l'ancre.

Une oscillation est donc faite de 2 alternances.

La fréquence est le nombre d'oscillations en 1 seconde. Ce terme qualifie souvent le calibre d'une montre, il s'exprime en hertz ou en alternances par heure :

Une fréquence de 2.5 hertz équivaut à 18 000 alternances/ heure (soit 5 alternances par seconde)

- Une fréquence de 3 Hertz équivaut à 21 600 alternances/ heure
- Une fréquence de 4 Hertz équivaut à 28 800 alternances/ heure
- Une fréquence de 5 Hertz équivaut à 36 000 alternances/ heure (soit 10 alternances par seconde)

L'énergie ainsi régulée est transmise aux aiguilles par un enchaînement de roues.

FILTRES NUMERIQUES : en fonction des fréquences à analyser (voir tableau ci-dessous)
Considérer les bandes passantes

$$\text{Alternances/heure} = 3600 * 2 * f1 = 3600 * f2$$

Réglage (alternances)	f1 (Hz)	f2 (Hz)
3600	0,50	1,00
4800	0,67	1,33
5400	0,75	1,50
6000	0,83	1,67
7200	1,00	2,00
9000	1,25	2,50
10800	1,50	3,00
12000	1,67	3,33
13500	1,88	3,75
14400/28800	2,00	4,00
14850	2,06	4,13
16200	2,25	4,50
17280	2,40	4,80
18000	2,50	5,00
19800	2,75	5,50
21600	3,00	6,00
27000	3,75	7,5
28800	4	8
36000	5,00	10,00
108000	15,00	30,00

28800 balancier tourbillon

NOTA : L'ancre reçoit la force du ressort grâce aux impulsions de la roue d'ancre et transforme le mouvement circulaire de la roue en un mouvement alternatif pour animer le balancier. Il effectue un mouvement de bascule, c'est le TIC puis le TAC que l'on entend)

Une roue d'échappement comporte un nombre de dents variable (10,15, 16, 20....)

Une oscillation

[à une durée de révolution de 6 s de la roue d'échappement comportant 15 dents, correspond un temps de passage de dent de 0,857 s - La durée du TIC est de l'ordre de 1/10eme de seconde] un phénomène rapide observable et à prendre en compte est de l'ordre du 1/100eme de seconde Le Vibrograf B 200 peut analyser des phénomènes s'étalant sur des périodes de (1 s soit 3600/h) à **33 ms** -(30 Hz soit 108000 /h)

Analyser des phénomènes transitoires en traçant une courbe comportant 20 points en 1/10 de s paraît satisfaisant et nous considérerons ces valeurs comme minimum à considérer. Donc la période d'échantillonnage sera de 5/1000eme de seconde soit une fréquence de 200Hz.

Il serait intéressant de concevoir un filtre ajustable permettant d'analyser des signaux dont la **bande passante** se situe entre **0,1 à 200 Hz**

Objectifs principaux :

- **Economique :** proposer un kit à la vente (hard et soft) ou cession de licence.
- **Technique :**
- **stratégique :**
- Utiliser un PC existant pour acquérir, traiter, visualiser, stocker et analyser les données fournies par le microphone. Utiliser également l'écoute casque pour écouter les bruits, logiciel de musique