

---

---

**Méthodes pour l'étalonnage de capteurs de vibrations et de chocs —**

**Partie 20:**

Étalonnage primaire de vibrations par méthode réciproque

[ISO 5347-20:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a9b8b025-c070-45a7-81a6-1154d1f0826c/iso-5347-20-1997)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a9b8b025-c070-45a7-81a6-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a9b8b025-c070-45a7-81a6-1154d1f0826c/iso-5347-20-1997)

*Methods for the calibration of vibration and shock pick-ups —*

*Part 20: Primary vibration calibration by the reciprocity method*



## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 5347-20 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, sous-comité SC 3, *Utilisation et étalonnage des instruments de mesure des vibrations et des chocs*.

[ISO 5347-20:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a9b8b025-c070-45a7-81a6-144d16826885/iso-5347-20-1997)

L'ISO 5347 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Méthodes pour l'étalonnage de capteurs de vibrations et de chocs*:

- *Partie 0: Concepts de base*
- *Partie 1: Étalonnage primaire de vibrations avec interféromètre de laser*
- *Partie 2: Étalonnage primaire de chocs par coupe de lumière*
- *Partie 3: Étalonnage secondaire de vibrations*
- *Partie 4: Étalonnage secondaire de chocs*
- *Partie 5: Étalonnage par gravitation tellurique*

© ISO 1997

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation  
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse  
Internet central@iso.ch  
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

- *Partie 6: Étalonnage primaire de vibrations aux basses fréquences*
- *Partie 7: Étalonnage primaire par centrifugeur*
- *Partie 8: Étalonnage primaire par centrifugeur double*
- *Partie 9: Étalonnage secondaire de vibrations par comparaison des angles de phase*
- *Partie 10: Étalonnage primaire de chocs à impact élevé*
- *Partie 11: Essai de sensibilité aux vibrations transversales*
- *Partie 12: Essai de sensibilité aux chocs transversaux*
- *Partie 13: Essai de sensibilité de contrainte de base*
- *Partie 14: Essai de fréquence de résonance sur masse d'acier d'accéléromètres non amortis*
- *Partie 15: Essai de sensibilité acoustique*
- *Partie 16: Essai de sensibilité de couple de serrage*
- *Partie 17: Essai de sensibilité de température fixe*
- *Partie 18: Essai de sensibilité de température transitoire*
- *Partie 19: Essai de sensibilité de champ magnétique*
- *Partie 20: Étalonnage primaire de vibrations par méthode réciproque*
- *Partie 21: Étalonnage de chocs à l'aide d'un vélocimètre Doppler laser*
- *Partie 22: Essai de résonance par accéléromètres — Méthodes générales*

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de l'ISO 5347.

Page blanche

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 5347-20:1997

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a9b8b025-c070-45a7-81a6-1454d110e82e/iso-5347-20-1997>

# Méthodes pour l'étalonnage de capteurs de vibrations et de chocs —

## Partie 20:

### Étalonnage primaire de vibrations par méthode réciproque

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 5347 prescrit l'appareillage et le mode opératoire à utiliser pour l'étalonnage primaire des accéléromètres se basant sur la méthode réciproque.

Elle s'applique aux accéléromètres rectilignes. La méthode repose sur l'étalonnage de l'accéléromètre au moyen d'une bobine de vibrateur de système complet. Elle est applicable pour une gamme de fréquences de 40 Hz à 1 250 Hz et une gamme dynamique de 10 m/s<sup>2</sup> à 100 m/s<sup>2</sup> (dépendant de la fréquence).

Les limites d'incertitude applicables sont: ± 1,0 % de la lecture aux valeurs de référence de la fréquence (160 Hz ou 80 Hz), de l'amplitude (100 m/s<sup>2</sup> ou 10 m/s<sup>2</sup>) et du gain de l'amplificateur.

#### 2 Symboles

Symbole principal	Définition	Unité
$f$	Fréquence de vibration	Hz
$M$	Masse attachée	kg
$n$	Numéro des masses (1 est la plus petite)	—
$Q$	Pente de la droite (voir figure 3)	—
$R$	Valeur de la résistance	$\Omega$
$\bar{S}$	Sensibilité	V/(m·s <sup>-2</sup> )
$\bar{X}$	$\frac{\text{Tension de sortie du capteur}}{\text{Tension de sortie de la bobine ouverte}}$	
$\bar{Y}$	$\frac{\text{Courant dans la bobine}^{1)} }{\text{Tension de sortie du capteur}}$	
$\varphi$	Phase	

1) Mesuré en volts.

Indice	Définition
0	Aucune masse n'est attachée
$n$	La masse n° $n$ est attachée
$i$	Imaginaire
$r$	Réel
$p$	Indique la droite (voir figure 3)

### 3 Appareillage

Pour effectuer la mesure de l'exactitude, l'accéléromètre et l'amplificateur d'accélération doivent être considérés comme une seule unité et être étalonnés ensemble.

L'accéléromètre doit être de structure rigide. La sensibilité de la contrainte de base doit être inférieure à  $0,2 \times 10^{-8} \text{ m/s}^2$ ; pour une contrainte de base de  $2,5 \times 10^{-4}$ , la sensibilité transversale doit être inférieure à 1 % et la stabilité de la combinaison accéléromètre/amplificateur au moins égale à 0,2 % de la lecture par an.

**3.1 Équipement de contrôle des conditions ambiantes**, selon les spécifications de l'article 4.

**3.2 Générateur et indicateur de fréquence**, ayant les caractéristiques suivantes:

- incertitude de fréquence: max.  $\pm 0,01$  % de la lecture;
- stabilité en fréquence: au moins égale à 0,01 % de la lecture pendant la durée des mesures;
- stabilité en amplitude: au moins égale à 0,01 % de la lecture pendant la durée des mesures.

[ISO 5347-20:1997](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/a9b8b025-c070-45a7-81a6-1454110c8208/iso-5347-20-1997)

**3.3 Combinaison amplificateur de puissance/vibrateur**, ayant les caractéristiques suivantes:

- distorsion totale: max. 2 %;
- accélération transversale, courbante et oscillante: maintenue à un minimum, avec un maximum de 10 % de l'accélération dans la direction prévue et aux fréquences utilisées; au-dessus de 1 000 Hz, un maximum de 20 % est permis;
- bourdonnement et bruit: au moins 70 dB au-dessous de la lecture;
- stabilité de l'amplitude d'accélération: au moins égale à 0,05 % de la lecture pendant la durée des mesures.

**3.4 Bloc sismique pour le vibrateur**, ayant une masse au moins égale à 2 000 fois la masse des éléments mobiles du vibrateur, du dispositif de montage et du capteur.

Le bloc sismique doit être suspendu par des ressorts à faible amortissement. En cas d'influence des vibrations du sol, la fréquence de résonance de suspension, verticalement et horizontalement, doit être inférieure à 2 Hz.

**3.5 Appareillage de mesure des rapports**, ayant les caractéristiques suivantes:

- gamme de fréquences: 40 Hz à 1 250 Hz;
- incertitude: stabilité de résolution et à court terme supérieure à  $\pm 0,1$  % de la lecture; la gamme doit être suffisante pour permettre la mesure du bruit en sortie.

**3.6 Phasemètre**, ayant les caractéristiques suivantes:

- a) gamme de fréquences: 40 Hz à 1 250 Hz;
- b) incertitude:  $\pm 1^\circ$ .

**3.7 Résistance**, ayant les caractéristiques suivantes:

- a) composant à induction faible;
- b) valeur de puissance bien au-dessus de la valeur de dissipation de la puissance;
- c) inexactitude:  $\pm 0,05 \%$  pour la gamme des fréquences d'étalonnage et la puissance dissipée.

NOTE — Afin de réduire l'effet de résistance sur un courant d'induit, sa valeur devrait être beaucoup plus petite que la résistance de l'induit. Par exemple, inférieure à  $0,01 \Omega$  dans le cas d'un induit de  $0,5 \Omega$ .

**3.8 Masses**, ayant les caractéristiques suivantes:

- a) gamme de 10 masses équidistantes, dont la plus élevée est égale à 1 à 2 fois la masse de l'assemblage mobile du vibreur;
- b) incertitude: max.  $\pm 0,05 \%$  par rapport à chaque masse.

**3.9 Appareillage pour mesurer la distorsion**, capable de mesurer une distorsion totale de 0 % à 5 % et ayant les caractéristiques suivantes:

- a) gamme de fréquences: 40 Hz à 10 kHz;
- b) incertitude: max.  $\pm 10 \%$  de la lecture.

**3.10 Oscilloscope** (non obligatoire), pour vérifier la forme d'onde du signal de l'accéléromètre avec une gamme de fréquences de 40 Hz à 5 000 Hz.**4 Conditions ambiantes**

L'étalonnage doit être effectué dans les conditions ambiantes suivantes:

- a) température du local:  $(23 \pm 3) ^\circ\text{C}$ ;
- b) pression atmosphérique:  $(100 \pm 5) \text{ kPa}$ ;
- c) humidité relative:  $(50 \pm 25) \%$ .

**5 Amplitudes et fréquences préférentielles**

Quatre amplitudes et six fréquences couvrant de façon égale la gamme d'accéléromètres doivent être choisies dans les séries suivantes.

## 5.1 Accélération

10 m/s<sup>2</sup>, 20 m/s<sup>2</sup>, 50 m/s<sup>2</sup>, 100 m/s<sup>2</sup>

Accélération de référence: 100 m/s<sup>2</sup> (deuxième choix: 10 m/s<sup>2</sup>).

## 5.2 Fréquence

40 Hz, 80 Hz, 160 Hz, 315 Hz, 630 Hz, 1 250 Hz

Fréquence de référence: 160 Hz (deuxième choix: 80 Hz).

## 6 Mode opératoire

### 6.1 Généralités

L'étalonnage par réciprocité utilise la correspondance réciproque entre les variables mécaniques et électriques aux bornes d'un capteur électrodynamique réversible, linéaire et passif. Le capteur utilisé dans les méthodes décrites dans la présente partie de l'ISO 5347 est la bobine de l'excitateur électrodynamique située à proximité de l'accéléromètre et lui appliquant les vibrations afin de l'étalonner.

Deux vibrateurs au total ou un seul vibrateur avec une bobine double sont nécessaires, y compris celui à étalonner, mais un seul d'entre eux (la bobine) doit posséder les trois caractéristiques précitées. Dans l'expérience 1, cette bobine agit en tant que bobine d'excitation et, dans l'expérience 2, en tant que bobine de vitesse.

L'étalonnage doit être effectué bien en dessous des fréquences de résonance de la structure contenant la bobine d'excitation et le capteur, de sorte que le déphasage existant entre les deux éléments soit maintenu à un minimum.

Faire vibrer le capteur pendant deux séries de conditions différentes (voir 6.1.1 et 6.1.2); la première condition nécessite des mesures avec et sans masses.

Après optimisation des valeurs, effectuer l'étalonnage de préférence à 160 Hz (80 Hz pour le deuxième choix), 100 m/s<sup>2</sup> (10 m/s<sup>2</sup> pour le deuxième choix) et le commutateur de gamme de l'amplificateur sur la valeur de référence. Cela détermine la sensibilité.

Effectuer ensuite l'étalonnage selon les autres niveaux et fréquences d'accélération choisis. Ces résultats sont donnés en pourcentage de l'écart de la sensibilité.

La position d'équilibre de la bobine dans l'entrefer de l'électroaimant devrait être la même dans les deux expériences 1 et 2. Il convient en outre, au cours des mesures, d'empêcher la position d'équilibre de différer de cette valeur constante.

Pour chaque combinaison de fréquences et d'accélération, la distorsion, l'accélération transversale, courbante et oscillante, le bourdonnement et le bruit doivent être mesurés et les valeurs doivent se trouver dans les limites spécifiées dans l'article 3.

Au cours de l'étalonnage lui-même, tous les instruments ne servant pas à l'étalonnage doivent être débranchés.

On utilise deux vibrateurs ou un seul vibrateur avec bobines d'excitation doubles pendant deux séries de conditions.

#### 6.1.1 Expérience 1: Mesure du rapport des tensions en sortie de la bobine d'excitation et du capteur

Dans l'expérience 1, comparer la valeur de la tension du courant traversant la bobine d'excitation avec la tension en sortie du capteur. Le courant traversant la bobine d'excitation passe par une résistance de manière à atteindre une



tension de référence pour la comparaison. Le rapport sans la masse est appelé  $Y_0$  et le rapport avec masse attachée connue est  $Y_n$ .

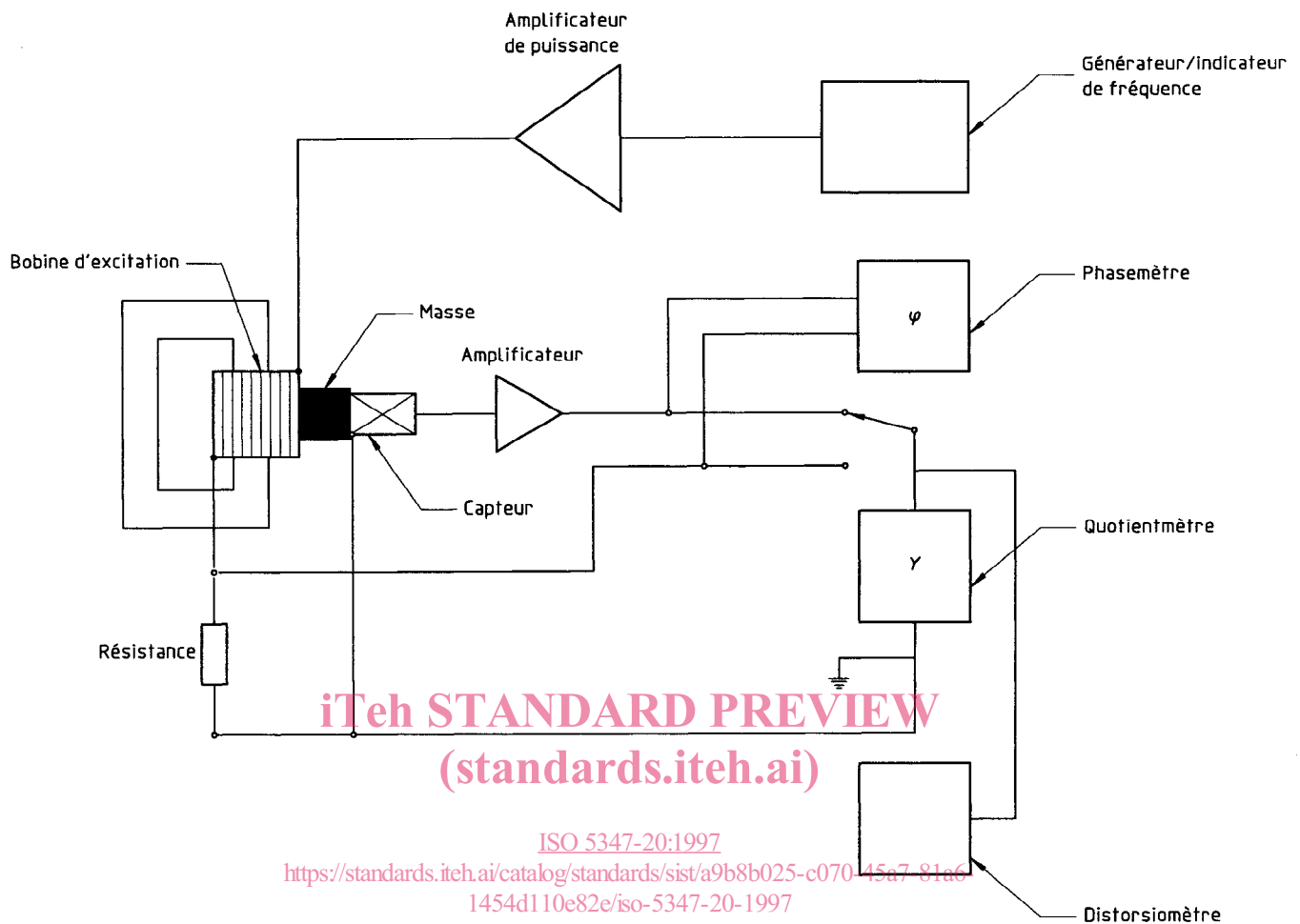


Figure 1 — Expérience 1

### 6.1.2 Expérience 2: Mesure du rapport des tensions en sortie du capteur et de la bobine ouverte

Dans l'expérience 2, déterminer le rapport des tensions en sortie de l'accéléromètre et de la bobine (d'excitation dans l'expérience 1 mais jouant maintenant le rôle de bobine de vitesse) à l'aide d'un vibreur externe ou d'une deuxième bobine d'excitation intégrée. Ce rapport ( $X_0$ ) est déterminé sans masse.

## 7 Calcul de la sensibilité

Il existe deux moyens de déterminer la sensibilité: graphiquement ou mathématiquement par la méthode des moindres carrés.

Calculer les parties réelles et imaginaires de  $\bar{X}_0$ ,  $\bar{Y}_0$  et  $\bar{Y}_n$ :

$$\bar{X}_r = R \sin \varphi \quad Y_r = Y \cos \varphi$$

$$\bar{X}_i = R \cos \varphi \quad Y_i = Y \sin \varphi$$