
NORME INTERNATIONALE 2954

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Vibrations mécaniques des machines tournantes ou alternatives — Spécifications des appareils de mesurage de l'intensité vibratoire

Mechanical vibration of rotating and reciprocating machinery — Requirements for instruments for measuring vibration severity

Première édition — 1975-07-15

[ISO 2954:1975](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aa78fd19-f56f-4ba5-8feb-a1c00183171a/iso-2954-1975)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aa78fd19-f56f-4ba5-8feb-a1c00183171a/iso-2954-1975>

CDU 621-12/-13 : 534.1 : 53.082

Réf. n° : ISO 2954-1975 (F)

Descripteurs : machinerie, machine tournante, moteur à mouvement alternatif, essai, mesurage, vibration, vibromètre.

Prix basé sur 6 pages

AVANT-PROPOS

L'ISO (Organisation Internationale de Normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (Comités Membres ISO). L'élaboration de Normes Internationales est confiée aux Comités Techniques ISO. Chaque Comité Membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du Comité Technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les Projets de Normes Internationales adoptés par les Comités Techniques sont soumis aux Comités Membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes Internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme Internationale ISO 2954 a été établie par le Comité Technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques*, et soumise aux Comités Membres en janvier 1973.

Elle a été approuvée par les Comités Membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Italie	ISO 2954:1975
Allemagne	Japon	Suède
Belgique	Nouvelle-Zélande	Tchécoslovaquie
Bulgarie	Portugal	Thaïlande
Égypte, Rép. arabe d'	Roumanie	Turquie
France	Royaume-Uni	U.S.A.
		U.R.S.S.

Le Comité Membre du pays suivant a désapprouvé le document pour des raisons techniques :

Australie

Vibrations mécaniques des machines tournantes ou alternatives – Spécifications des appareils de mesure de l'intensité vibratoire

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme Internationale indique les conditions auxquelles doit satisfaire un instrument de mesure de l'intensité vibratoire des machines lorsque les imprécisions de mesure, notamment dans des conditions de comparaison, ne doivent pas excéder une valeur spécifiée. Les instruments de mesure de vibrations conformes aux spécifications de la présente Norme Internationale, pourront être utilisés pour les méthodes spécifiées dans l'ISO 2372 et l'ISO 2373, et sont intitulés «instruments de mesure de l'intensité vibratoire pour les machines alternatives ou tournantes».

Les instruments indiquent ou enregistrent directement la valeur efficace de la vitesse de vibration, définie comme unité de mesure de l'intensité vibratoire.

NOTES

- 1 Une méthode de contrôle de l'indication de la vitesse efficace vraie est décrite dans l'annexe.
- 2 En limitant leur gamme de fréquence de mesure, on peut utiliser ces instruments à d'autres opérations de mesure exigeant la même précision (par exemple : mesurages de la vibration des bâtiments, des tunnels ou des ponts, etc.).

2 DÉFINITIONS

Les termes utilisés dans la présente Norme Internationale sont définis dans les Publications de la CEI et les Normes Internationales ISO suivantes :

CEI N° 184, *Méthodes de spécification des caractéristiques relatives aux transducteurs électromécaniques destinés aux mesures de chocs et de vibrations.*

CEI N° 222, *Méthodes de spécification des caractéristiques relatives à l'équipement auxiliaire pour les mesures de chocs et de vibrations.*

ISO 2041, *Vibrations et chocs – Vocabulaire.*

ISO 2372, *Vibrations mécaniques des machines ayant une vitesse de fonctionnement comprise entre 10 et 200 tr/s – Base pour l'élaboration des normes d'évaluation.*

ISO 2373, *Vibrations mécaniques de certaines machines électriques tournantes, de hauteur d'axe comprise entre 80 et 400 mm – Mesure et évaluation de l'intensité vibratoire.*

3 SPÉCIFICATIONS GÉNÉRALES

Un instrument de mesure des vibrations se compose généralement d'un capteur de vibrations et d'un dispositif indicateur comportant un amplificateur, un réseau de filtres correcteurs pour la réponse en fréquence, un indicateur ou un enregistreur, et d'un système d'alimentation en courant.

Les spécifications de ce chapitre s'appliquent aux caractéristiques générales de l'ensemble du capteur et du dispositif indicateur de la vitesse efficace vraie. Les chapitres 4 et 5 contiennent le détail des conditions requises pour chacune de ces unités principales.

3.1 La gamme de fréquence des instruments de mesure de l'intensité vibratoire doit être comprise entre 10 et 1 000 Hz.

NOTE – Cela implique que la gamme de fréquence corresponde à l'intervalle de fréquence employé pour l'échelle d'évaluation de

3.2 À l'intérieur de la gamme de fréquence de mesure, la sensibilité ne doit pas s'écarter de la sensibilité de référence à 80 Hz de plus des valeurs limites qui figurent dans le tableau.

TABLEAU – Sensibilité relative à la sensibilité de référence à 80 Hz et valeurs limites de l'écart admissible dans l'intervalle de fréquence allant de 1 à 10 000 Hz

Fréquence Hz	Sensibilité relative		
	Valeur nominale	Valeur minimale	Valeur maximale
1	—	—	0,01
2,5	0,016	0,01	0,025
10	1,0	0,8	1,1
20	1,0	0,9	1,1
40	1,0	0,9	1,1
80	1,0	1,0	1,0
160	1,0	0,9	1,1
500	1,0	0,9	1,1
1 000	1,0	0,8	1,1
4 000	0,016	0,01	0,025
10 000	—	—	0,01

Afin de réduire au maximum les erreurs de mesure provoquées par l'influence de vibrations comportant des composantes fréquentielles extérieures à la gamme de

fréquence de mesurage, il faut que la sensibilité décroisse rapidement et d'une manière clairement définie, aux limites de la gamme de fréquences. Le tableau donne à la fois les valeurs nominales exigées pour la sensibilité et ses valeurs minimale et maximale admissibles.

Afin d'éviter tout malentendu sur l'allure de la courbe de sensibilité entre les fréquences de coupure données dans le tableau, la figure 1 représente la courbe de la valeur nominale de la sensibilité relative ainsi que les limites de la tolérance admise à l'intérieur de la gamme complète de fréquences, de 1 à 10 000 Hz.

NOTE — Dans certains cas, il peut être nécessaire de limiter à nouveau, vers le haut ou vers le bas, la gamme de fréquences de mesurage afin d'éviter des vibrations parasites qui n'ont rien à voir avec l'estimation des caractéristiques de vibration d'une machine. À cet effet, l'instrument peut être muni, en supplément, de filtres additionnels passe-haut ou passe-bas. Il est recommandé de choisir les fréquences de coupure et la pente des flancs de ces filtres, conformément aux spécifications de la CEI.

Lorsque la gamme de fréquences de mesurage est réduite par des filtres additionnels, il ne faut pas utiliser la valeur mesurée pour évaluer l'intensité vibratoire suivant l'ISO 2372 et l'ISO 2373. Afin d'éviter les erreurs, il faut indiquer les fréquences de coupure de la gamme de fréquences de mesure ainsi que la valeur mesurée, par exemple : v_{eff} (40 à 100 Hz) = 7,5 mm/s.

3.3 La gamme de mesurage choisie doit être telle que l'indication du niveau minimal d'intensité vibratoire à mesurer soit égale à 30 % au moins de la valeur totale de l'échelle. Il faut mentionner les niveaux maximal et minimal de l'intensité vibratoire susceptible d'être mesurée, par exemple, en accord avec le tableau 1 de l'ISO 2372), par

exemple, « instrument de mesurage d'intensité vibratoire, à gamme de mesurage comprise entre 0,28 et 28 mm/s ».

3.4 L'erreur de l'instrument de mesurage de l'intensité vibratoire se compose des écarts admissibles sur la réponse en fréquence, conformément à 3.2, et de l'erreur en valeur absolue de la sensibilité pour une fréquence de référence de 80 Hz (c'est-à-dire l'erreur d'étalonnage). L'erreur de mesurage peut atteindre au maximum $\pm 10\%$ de la valeur indiquée, en y incluant l'erreur d'étalonnage, à 80 % de la valeur maximale de l'échelle.

Ces limites d'erreur valent pour toute la gamme de températures de fonctionnement admissible pour le capteur de vibrations et l'indicateur (voir 4.8 et 5.4), pour tous les types de raccordement au capteur de vibrations (voir chapitre 4), pour toutes les longueurs de câble de jonction entre le capteur et l'indicateur fourni par le fabricant (voir 4.14) et pour une variation de $\pm 10\%$ de la tension d'alimentation.

NOTE — Un seul des paramètres ci-dessus sera vérifié à la fois.

3.5 Lors de l'étalonnage, le capteur doit être excité par une vibration sinusoïdale dont la direction ne s'écarte pas de plus de $\pm 5^\circ$ de la direction principale du capteur. La distorsion harmonique totale de la vibration d'excitation ne doit pas dépasser 5 %. Il faut connaître la vitesse de la vibration d'excitation avec une incertitude inférieure à $\pm 3\%$ dans toute la gamme de fréquences de mesure.

Il est recommandé de régler la valeur de référence de la sensibilité à $v_{\text{eff}} = 100$ mm/s pour 80 Hz et la température ambiante à $20 \pm 2^\circ\text{C}$.

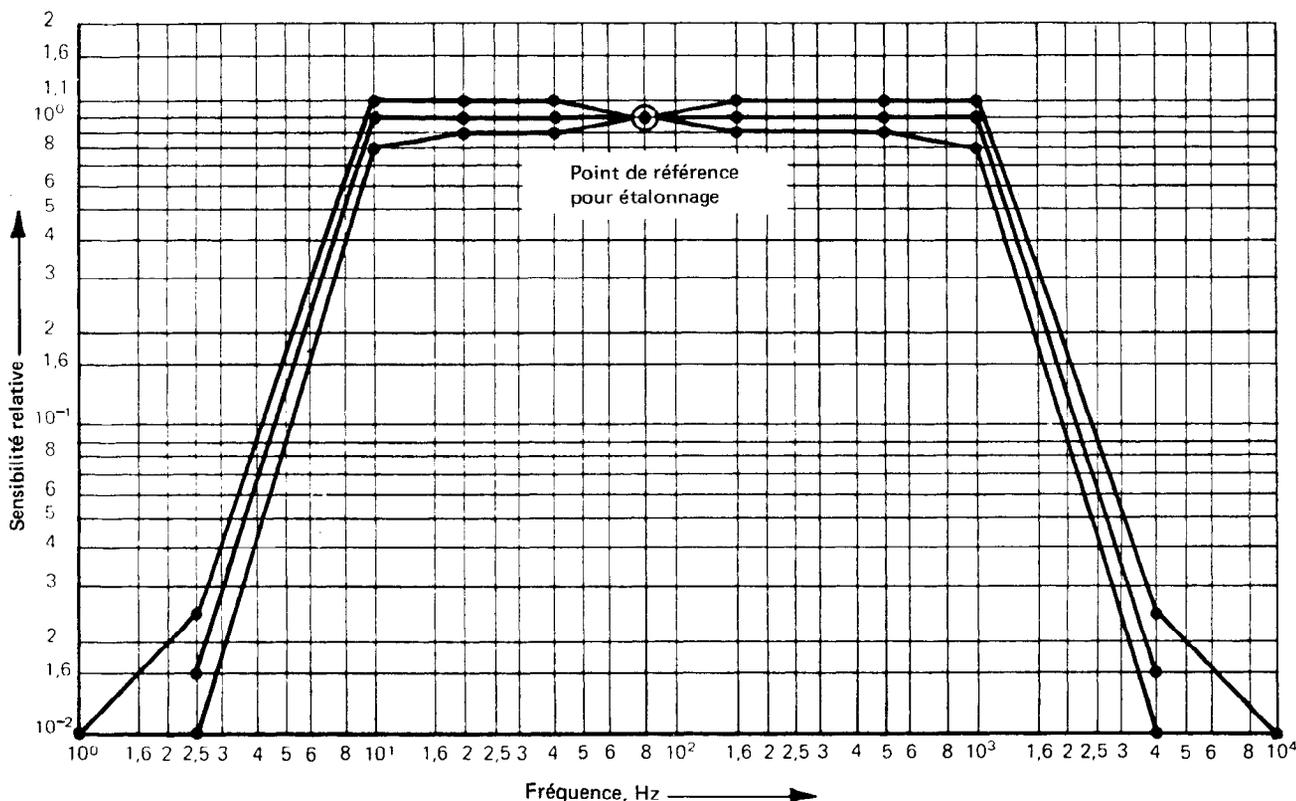


FIGURE 1 — Valeur nominale de la sensibilité relative et limites de la tolérance admise

4 SPÉCIFICATIONS POUR LE CAPTEUR DE VIBRATIONS ET LES CÂBLES DE JONCTION

4.1 Le capteur doit être de type sismique, c'est-à-dire qu'il doit mesurer les vibrations étudiées par comparaison avec un système statique de référence déterminé par son mode de fonctionnement.

4.2 Si on utilise un capteur de vibration destiné à être fixé sur l'objet à mesurer, on utilisera un moyen mécanique rigide de connexion (par exemple : collage, bridage ou vissage ou au moyen d'une pointe sensible). Aucune résonance mécanique de la fixation rigide ou de la pointe sensible ne doit se manifester dans la gamme de fréquences de mesurage du capteur.

4.3 Dans toute la gamme de fréquences de mesurage et pour tous les types de fixation, le rapport transverse de sensibilité doit être inférieur à 0,1.

Le niveau maximal de la vitesse de vibration pour une réponse linéaire des capteurs doit être égal à au moins trois fois la vitesse de vibration correspondant à la valeur maximale de l'échelle dans la direction sensible.

4.4 Pour indiquer le degré de réaction du capteur sur l'objet à mesurer, il faut indiquer de manière apparente, sur l'instrument de mesurage des vibrations, la masse effective du capteur de vibrations. Afin d'obtenir la plus large gamme possible d'applications, il faut réduire cette masse au minimum possible.

NOTE – La méthode suivante permet de voir si la masse du capteur est trop grande :

On double la masse co-vibrante du capteur en ajoutant une masse additionnelle. Si la nouvelle indication donne un écart supérieur à 12 %, par rapport à la lecture initiale, c'est que la masse du capteur est trop grande par comparaison avec celle de l'objet mesuré et que le résultat doit être rejeté.

4.5 La gamme d'amplitude et de fréquence du capteur de vibrations doit être assez large pour ne pas dépasser l'erreur de mesurage admissible indiquée en 3.4.

4.6 Le capteur devra supporter, sans variation de ses caractéristiques, dans toutes directions, des vibrations au moins égales à trois fois la vibration d'entrée maximale spécifiée.

4.7 La grandeur d'entrée équivalente de l'effet auto-parasitaire du ronflement et du bruit et la grandeur d'entrée équivalente des parasites extérieurs dus aux champs d'interférence et aux excitations de valeur indiqués ci-dessous ne doivent pas influencer de plus de 10 % sur les mesures. Lorsque la valeur dépend de l'orientation des instruments dans le champ, c'est la valeur la plus défavorable qui devra être utilisée.

Le fabricant doit indiquer les résultats des essais faits dans les conditions perturbatrices suivantes :

4.7.1 Le capteur doit être soumis à un champ magnétique uniforme de 100 A/m et 50 ou 60 Hz; l'intensité du champ devra être mesurée avant l'introduction du capteur.

4.7.2 Le capteur doit être soumis à un champ de bruit uniforme transmis par l'air, d'un niveau de pression sonore efficace de 100 dB (par rapport au niveau de référence 2×10^{-5} Pa) dans chaque octave, produit par un générateur de bruits aléatoires ou par un générateur de sons harmonieux, de 32 Hz à 2 kHz.

4.7.3 Lorsque le capteur a une liaison conductrice avec l'objet à mesurer et que l'indicateur fonctionne sur le secteur, un courant de terre de 100 mA efficaces à la fréquence du secteur devra être envoyé dans la mise à la terre du capteur et se refermer par la borne de mise à la terre de l'indicateur.

4.8 La gamme de températures de fonctionnement du capteur de vibrations et du câble de liaison pour laquelle l'erreur de mesurage ne dépassera pas les valeurs limites indiquées en 3.4 doit être indiquée.

4.9 La gamme de températures admissible à laquelle le capteur et le câble de liaison pourront être soumis sans dommage doit être indiquée.

4.10 Les limites maximales non opérationnelles de vibrations et chocs auxquelles le capteur pourrait être soumis sans dommage, quel que soit son axe, doivent être indiquées.

4.11 L'humidité maximale à laquelle le capteur et le câble de liaison (ainsi que tout câble d'extension supplémentaire adapté, y compris les connexions) peuvent être exposés, et continuer à opérer dans la spécification, doit être indiquée.

Si le capteur doit être utilisé dans un environnement dangereux tel qu'une atmosphère corrosive, la résistance du capteur à cet environnement doit être indiquée. Si le capteur doit être utilisé dans une atmosphère explosive, sa protection intrinsèque doit être indiquée.

4.12 La tension de sortie du capteur due à la sensibilité liée à une déformation de l'embase, sur la surface de montage doit, le cas échéant, être indiquée.

4.13 On donnera si possible une indication de la moyenne des temps de bon fonctionnement estimé, de la durée de vie du capteur, ainsi que des intervalles de temps recommandés entre deux réétalonnages.

4.14 S'il existe un câble de liaison entre le capteur de vibrations et le dispositif indicateur, sa longueur doit être supérieure ou égale à 1 m. Le fabricant doit indiquer quels sont les câbles adaptés qui pourront être employés sans dépassement des tolérances indiquées en 4.7.

5 SPÉCIFICATIONS POUR LE DISPOSITIF INDICATEUR

5.1 Le dispositif indicateur peut être un appareil indicateur à aiguille ou numérique ou bien un appareil enregistreur.

5.1.1 L'instrument doit indiquer la valeur vraie de la vitesse de vibration efficace.

5.1.2 L'erreur d'étalonnage de l'instrument ne doit pas excéder $\pm 2,5$ % de la valeur maximale de l'échelle.

5.1.3 L'indicateur de l'instrument doit être conçu de telle sorte qu'on puisse lire facilement jusqu'à $1/5$ de la valeur maximale de l'échelle. Afin de permettre l'identification de la grandeur mesurée, l'instrument doit porter la mention « v_{eff} en mm/s».

5.2 Lorsqu'on introduit soudain dans le dispositif indicateur, à une tension convenable, un signal sinusoïdal dont la fréquence se situe dans la gamme de fréquences de mesurage et dont l'amplitude permet une déviation permanente de 70 % de la valeur maximale de l'échelle, le premier surdépassement ne doit pas excéder 10 % de la lecture finale. Il ne doit pas y avoir de sous-dépassement lorsque la différence entre les valeurs de crête des oscillations de l'aiguille et la position finale de celle-ci atteint encore, au maximum, 1,5 % de la valeur totale de l'échelle.

5.3 Pour vérifier le gain de l'amplificateur, l'instrument doit posséder un dispositif permettant le réglage de l'amplification totale de l'indicateur à une fréquence donnée (par exemple, 50 Hz) avec une incertitude inférieure à ± 2 %.

5.4 La gamme de température de fonctionnement et de non fonctionnement du dispositif indicateur doit être indiquée.

5.5 L'humidité maximale à laquelle l'indicateur peut être exposé et continuer à opérer dans la spécification doit être indiquée.

Si l'indicateur doit être utilisé dans un environnement dangereux tel qu'une atmosphère corrosive, la résistance de l'indicateur à cet environnement doit être indiquée. Si l'indicateur doit être utilisé dans une atmosphère explosive, sa protection intrinsèque doit être indiquée.

6 ALIMENTATION

Les conditions d'alimentation requises pour le capteur de vibration et l'indicateur doivent être spécifiées.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 2954:1975](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aa78fd19-f56f-4ba5-8feb-a1c00183171a/iso-2954-1975)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/aa78fd19-f56f-4ba5-8feb-a1c00183171a/iso-2954-1975>

ANNEXE

MÉTHODE D'ESSAI DES INDICATEURS DE TENSION EFFICACE

A.1 CIRCUIT D'ESSAI

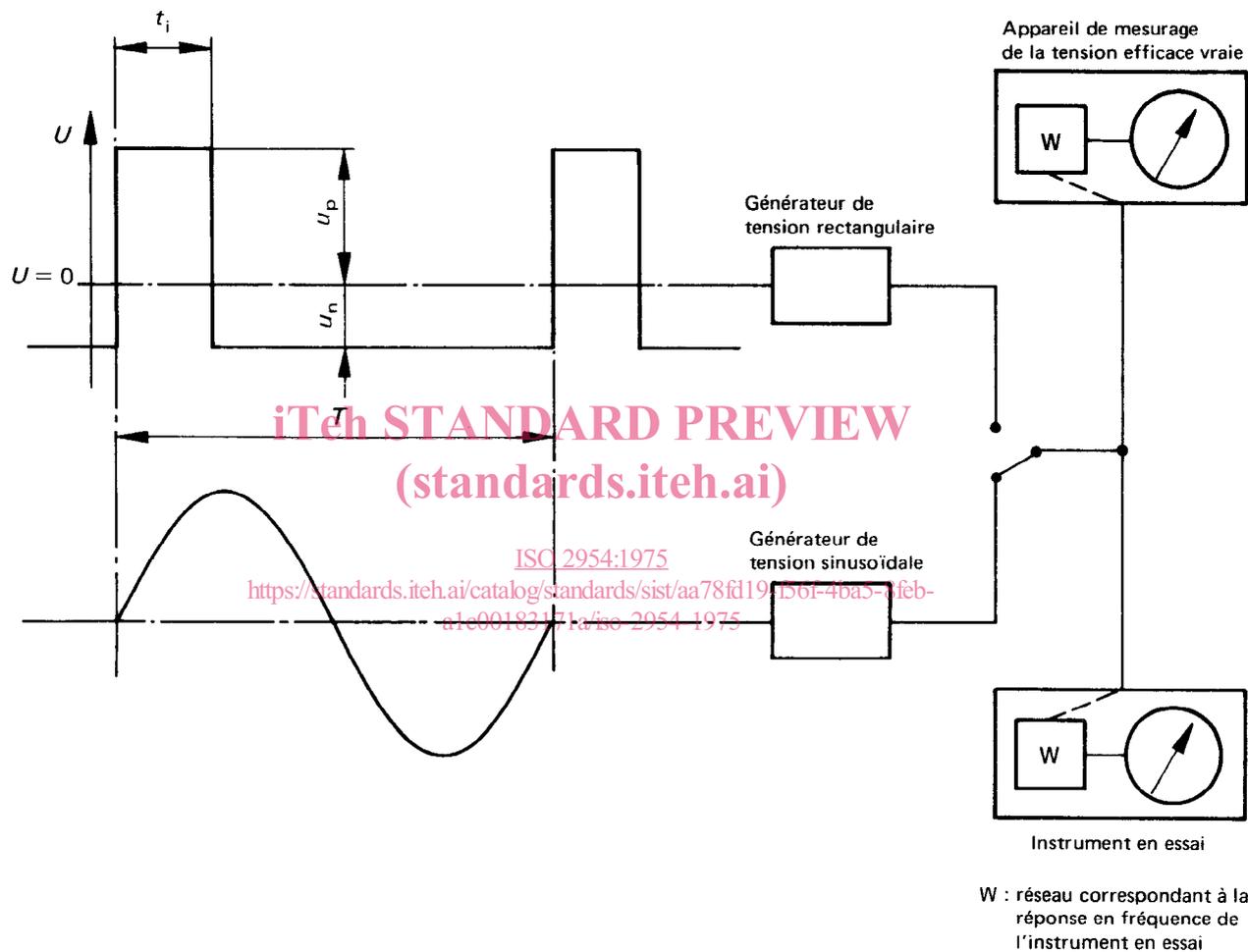


FIGURE 2 – Circuit d'essai des indicateurs de tension efficace

Le mode opératoire suivant est donné comme méthode convenant à l'essai des indicateurs de tension efficace. Les valeurs données ci-après sont basées sur la définition suivante pour le facteur de crête :

$$\text{facteur de crête} = \frac{\hat{U}}{\bar{U}} \quad \dots (1)$$

où

\hat{U} est la grande amplitude de l'onde rectangulaire asymétrique de la figure 2 (c'est-à-dire, $\hat{U} = |u_p|$ ou $|u_n|$, en prenant la plus grande valeur);

\bar{U} est la valeur efficace de l'onde.

VALEURS DU FACTEUR DE CRÊTE

Selon la définition,

$$\bar{U} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2 dt} \quad \dots (2)$$

Pour le cas général indiqué à la figure 2, il peut être démontré que

$$\bar{U} = \sqrt{u_n^2 + (u_p^2 - u_n^2) \left(\frac{t_i}{T}\right)} \quad \dots (3)$$

et que le

$$\text{facteur de crête} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{u_n^2 + (u_p^2 - u_n^2) \left(\frac{t_i}{T}\right)}} \quad \dots (4)$$

Trois cas spéciaux sont à considérer :

A) Onde carrée symétrique : $\left(u_p = u_n \text{ et } t_i = \frac{T}{2}\right)$

$$\text{facteur de crête} = 1 \quad \dots (5)$$

B-1) Onde carrée asymétrique : $\left(u_p > u_n \text{ et } t_i = \frac{T}{2}\right)$

$$\text{facteur de crête} = \sqrt{\frac{2}{1 + \left(\frac{u_n}{u_p}\right)^2}} \quad \dots (6)$$

B-2) Onde carrée asymétrique : $\left(u_p < u_n \text{ et } t_i = \frac{T}{2}\right)$

$$\text{facteur de crête} = \sqrt{1 + \left(\frac{u_p}{u_n}\right)^2} \quad \dots (7)$$

C) Onde pulsée rectangulaire : $(u_n = 0 \text{ et } t_i < T)$

$$\text{facteur de crête} = \sqrt{\frac{T}{t_i}} \quad \dots (8)$$

A.2 MODE OPÉRATOIRE

A.2.1 Régler le générateur de tension rectangulaire de façon à obtenir $t_i = 4$ ms. Régler les 2 générateurs de façon à obtenir la même période $T = 8$ ms.

A.2.2 Régler la valeur de l'amplitude de la tension sinusoïdale de façon à obtenir sur l'instrument en essai une déviation de l'indicateur d'environ 90 % de la valeur maximale de l'échelle. Noter l'indication de l'appareil de mesure de la tension efficace vraie.

A.2.3 Commuter le circuit sur le générateur de tension rectangulaire et régler la valeur de l'amplitude de sa tension, de façon à obtenir sur l'instrument en essai la même valeur de déviation que celle obtenue en A.2.2. Noter l'indication de l'appareil de mesurage de la tension efficace vraie.

A.2.4 Répéter l'opération A.2.3 en faisant varier la période T entre 8 et 40 ms.

A.2.5 La différence entre les indications de l'appareil de mesurage de la tension efficace vraie, au cours des opérations A.2.2 et A.2.3, ne devra pas dépasser 5 % de la valeur maximale de l'échelle de l'instrument en essai, pour toute valeur de T , comme indiqué en A.2.4.