



PROJET DE NORME INTERNATIONALE ISO/DIS 230-2

ISO/TC 39/SC 2

Secrétariat: ANSI

Début de vote
2011-12-12

Vote clos le
2012-05-12

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

Code d'essai des machines-outils —

Partie 2:

Détermination de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique

Test code for machine tools —

Part 2: Determination of accuracy and repeatability of positioning of numerically controlled axes

[Révision de la troisième édition (ISO 230-2:2006)]

ICS 25.040.20; 25.080.01

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/922e219e-49d-4dd5-8739-a0f337737a52/iso-230-2-2014>

Pour accélérer la distribution, le présent document est distribué tel qu'il est parvenu du secrétariat du comité. Le travail de rédaction et de composition de texte sera effectué au Secrétariat central de l'ISO au stade de publication.

To expedite distribution, this document is circulated as received from the committee secretariat. ISO Central Secretariat work of editing and text composition will be undertaken at publication stage.

CE DOCUMENT EST UN PROJET DIFFUSÉ POUR OBSERVATIONS ET APPROBATION. IL EST DONC SUSCEPTIBLE DE MODIFICATION ET NE PEUT ÊTRE CITÉ COMME NORME INTERNATIONALE AVANT SA PUBLICATION EN TANT QUE TELLE.

OUTRE LE FAIT D'ÊTRE EXAMINÉS POUR ÉTABLIR S'ILS SONT ACCEPTABLES À DES FINS INDUSTRIELLES, TECHNOLOGIQUES ET COMMERCIALES, AINSI QUE DU POINT DE VUE DES UTILISATEURS, LES PROJETS DE NORMES INTERNATIONALES DOIVENT PARFOIS ÊTRE CONSIDÉRÉS DU POINT DE VUE DE LEUR POSSIBILITÉ DE DEVENIR DES NORMES POUVANT SERVIR DE RÉFÉRENCE DANS LA RÉGLEMENTATION NATIONALE.

LES DESTINATAIRES DU PRÉSENT PROJET SONT INVITÉS À PRÉSENTER, AVEC LEURS OBSERVATIONS, NOTIFICATION DES DROITS DE PROPRIÉTÉ DONT ILS AURAIENT ÉVENTUELLEMENT CONNAISSANCE ET À FOURNIR UNE DOCUMENTATION EXPLICATIVE.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/922e2fc0-e49d-4dd5-8739-a0f337737a52/iso-230-2-2014>

Notice de droit d'auteur

Ce document de l'ISO est un projet de Norme internationale qui est protégé par les droits d'auteur de l'ISO. Sauf autorisé par les lois en matière de droits d'auteur du pays utilisateur, aucune partie de ce projet ISO ne peut être reproduite, enregistrée dans un système d'extraction ou transmise sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé électronique ou mécanique, y compris la photocopie, les enregistrements ou autres, sans autorisation écrite préalable.

Les demandes d'autorisation de reproduction doivent être envoyées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Toute reproduction est soumise au paiement de droits ou à un contrat de licence.

Les contrevenants pourront être poursuivis.

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Conditions d'essai	6
4.1 Environnement	6
4.2 Machine à contrôler	7
4.3 Mise en température	7
5 Programme d'essai	7
5.1 Mode de fonctionnement	7
5.2 Choix des points visés	7
5.3 Mesurages	8
6 Evaluation des résultats	10
6.1 Axes linéaires d'une longueur inférieure ou égale à 2 000 mm et axes rotatifs jusqu'à 360°	10
6.2 Axes linéaires d'une longueur supérieure à 2 000 mm et axes rotatifs supérieurs à 360°	10
7 Points soumis à accord entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur	10
8 Présentation des résultats	11
8.1 Méthode de présentation	11
8.2 Paramètres	12
Annexe A (informative) Estimation de l'incertitude de mesure pour le mesurage de positionnement linéaire - Méthode simplifiée	17
Annexe B (informative) Cycle en pas	34
Annexe C (informative) Autre essai pour l'erreur périodique de positionnement	36
Annexe D (informative) Autres mesurages de l'erreur de positionnement linéaire à l'aide d'un ensemble de billes calibre ou d'une jauge étalon	39
Bibliographie	41

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. 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.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 230-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 39, *Machines outils*, sous-comité SC 2, *Conditions de réception des machines travaillant par enlèvement de métal*.

Cette troisième édition annule et remplace la seconde édition dont elle constitue une révision technique.

L'ISO 230 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Code d'essai des machines-outils — Détermination de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique*:

- *Partie 1: Exactitude géométrique des machines fonctionnant à vide ou dans des conditions quasi-statiques*
- *Partie 2: Détermination de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique*
- *Partie 3: Evaluation des effets thermiques*
- *Partie 4: Essais de circularité des machines-outils à commande numérique*
- *Partie 5: Détermination de l'émission sonore*
- *Partie 6: Détermination de la précision de positionnement sur les diagonales principales et de face (essais de déplacement en diagonale)*
- *Partie 7: Exactitude géométrique des axes de rotation*
- *Partie 8: Vibrations*
- *Partie 9: Estimation de l'incertitude de mesure pour les essais des machines-outils selon la série ISO 230, équations de base*
- *Partie 10: Détermination des performances de mesure des systèmes de palpage des machines-outils à commande numérique*

— *Partie 11: Instruments de mesure et leur application aux essais géométriques des machines-outils (TR)
(en préparation)*

Les Annexes A, B, C et D sont informatives.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard:
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/922e2fc0-e49d-4dd5-8739-a0f337737a52/iso-230-2-2014>

Introduction

L'ISO 230 (toutes les parties) a pour objet de normaliser des méthodes d'essai pour vérifier l'exactitude des machines-outils, à l'exception des machines-outils portatives.

La présente partie de l'ISO 230 spécifie les modes opératoires des essais destinés à déterminer l'exactitude et la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique. Les essais sont destinés à mesurer les déplacements relatifs entre le composant qui maintient l'outil et le composant qui maintient la pièce à usiner.

Il convient que les fournisseurs/fabricants fournissent des spécifications thermiques relatives à l'environnement dans le lequel la machine est prévue de fonctionner avec l'exactitude spécifiée. Il convient que l'utilisateur de la machine assure un environnement d'essai approprié en respectant les lignes directrices sur l'environnement thermique fournies par le fournisseur/fabricant ou à défaut en acceptant des niveaux de performance réduits. L'Annexe C de l'ISO 230-3:2055 donne un exemple de lignes directrices sur l'environnement thermique.

Une relaxation des prévisions d'exactitude est nécessaire si l'environnement thermique engendre une incertitude excessive ou une variation des performances de la machine-outil et ne satisfait pas les lignes directrices sur l'environnement thermique données par le fournisseur/fabricant. Si la machine n'est pas conforme aux spécifications de performance, l'analyse de l'incertitude due à la compensation de température de la machine-outil, paragraphe A.2.4 de la présente partie de l'ISO 230, et l'incertitude due à l'erreur de variation environnementale, paragraphe A.2.5 de la présente partie de l'ISO 230, peuvent aider à identifier l'origine des problèmes.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
Full standard available on
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/230-2055/iso-230-2-2018>
e49d-4dd5-8739-a0f337737a52/iso-230-2-2018

Code d'essai des machines-outils —

Partie 2:

Détermination de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes en commande numérique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 230 spécifie les méthodes de contrôle et d'évaluation de l'exactitude et de la répétabilité de positionnement des axes des machines-outils à commande numérique par mesurage direct d'axes individuels sur la machine. Les méthodes décrites s'appliquent aussi bien aux axes linéaires que rotatifs.

Cette méthode ne s'applique pas au contrôle simultané de plusieurs axes.

La présente partie de l'ISO 230 peut être utilisée pour les essais de type, les essais de réception, les essais de comparaison, la vérification périodique, la compensation machine, etc.

Les méthodes utilisées comportent des mesurages successifs en chaque position. Les paramètres concernés de l'essai sont définis et calculés. Leurs incertitudes sont évaluées conformément à l'ISO/TR 230-9, Annexe C.

L'Annexe A (informative) décrit l'estimation de l'incertitude de mesure.

L'Annexe B (informative) décrit l'application à un cycle d'essai optionnel ou cycle en pas. Il convient que les résultats de ce cycle ne soient ni utilisés dans la documentation technique avec référence à la présente partie de l'ISO 230, ni dans le cadre des réceptions, sauf accord écrit spécifique entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur. La référence stricte à la présente partie de l'ISO 230 pour la réception de la machine s'appuie toujours sur le cycle d'essai normal.

L'annexe C (informative) contient des considérations sur d'autres essais possibles pour la détermination de l'erreur de positionnement périodique.

L'annexe D (informative) décrit des tests possibles avec utilisation d'ensembles à billes et d'un capteur.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application de la présente norme. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence (y compris tous les amendements) s'applique.

ISO 230-1:2011, *Code d'essai des machines-outils — Partie 1: Exactitude géométrique des machines fonctionnant à vide ou dans des conditions quasi-statiques*

ISO 230-3:2007, *Code d'essai des machines-outils — Partie 3: Evaluation des effets thermiques*

ISO/TR 230-9:2005, *Code d'essai des machines-outils — Partie 9: Estimation de l'incertitude de mesure pour les essais des machines-outils selon la série ISO 230, équations de base*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et symboles suivants s'appliquent.

3.1

longueur d'axe

course maximale, linéaire ou rotative, sur laquelle l'élément mobile peut se déplacer sous commande numérique

NOTE Pour les axes rotatifs supérieurs à 360°, on ne peut pas définir clairement la longueur maximale de la course.

3.2

longueur de mesurage

partie de la longueur d'axe utilisée pour la saisie des données et qui est sélectionnée de sorte que le premier et le dernier points visés puissent être approchés de manière bidirectionnelle

Voir Figure 1.

3.3

point fonctionnel

point central de l'outil de coupe ou point associé à un organe de la machine-outil où l'outil de coupe serait en contact avec la pièce en vue du retrait de matières

[ISO 230-1:2011, définition 3.4.2]

NOTE Dans cette partie de l'ISO 230, les essais concernent les erreurs dans le mouvement relatif entre la partie de la machine qui supporte l'outil et la partie de la machine qui supporte la pièce. Ces erreurs sont définies et mesurées à la position ou la trajectoire du point fonctionnel.

3.4

point visé

$P_i (i = 1 \text{ à } m)$

position à laquelle le déplacement de la partie mobile est programmé

NOTE L'indice i caractérise le point particulier parmi les autres points visés le long ou autour de l'axe.

3.5

position réelle

$P_{ij} (i = 1 \text{ à } m; j = 1 \text{ à } n)$

position atteinte par le point fonctionnel lors de la $j^{\text{ème}}$ approche du $i^{\text{ème}}$ point visé

3.6

écart de position

x_{ij}

position réelle atteinte par le point fonctionnel moins la point visé

$x_{ij} = P_{ij} - P_i$

NOTE 1 Adaptation de l'ISO 230-1:2011, définition 3.4.6.

NOTE 2 Les écarts de position sont déterminés comme les déplacements relatifs entre la partie qui supporte l'outil et la partie qui supporte la pièce dans la direction de mouvement de l'axe soumis à essai.

NOTE 3 Les écarts de position constituent une représentation limitée de l'erreur de positionnement de mouvement, échantillonnée à intervalles discrets.

3.7

unidirectionnel

concerne une série de mesurages pour lesquels l'approche du point visé est toujours faite dans le même sens le long ou autour de l'axe.

NOTE Le symbole \uparrow précise un paramètre déduit d'un mesurage fait après une approche dans le sens positif et le symbole \downarrow après une approche dans le sens négatif, par exemple $x_{ij}\uparrow$ ou $x_{ij}\downarrow$

3.8 bidirectionnel

concerne un paramètre déduit d'une série de mesurages dans laquelle l'approche du point visé est faite dans l'une quelconque des directions le long ou autour de l'axe

3.9 incertitude élargie

grandeur définissant un intervalle, autour du résultat d'un mesurage, dont on puisse s'attendre à ce qu'il comprenne une fraction élevée de la distribution des valeurs qui pourraient être attribuées raisonnablement au mesurande

[Guide ISO/IEC 98-3:2008, définition 2.3.5]

3.10 facteur d'élargissement

facteur numérique utilisé comme multiplicateur de l'incertitude-type composée pour obtenir l'incertitude élargie étendue

[Guide ISO/IEC 98-3:2008, définition 2.3.6]

3.11 écart de position unidirectionnel moyen en un point

$\bar{x}_i \uparrow$ ou $\bar{x}_i \downarrow$

moyenne arithmétique des écarts de position obtenue pour une série de n approches unidirectionnelles d'un point P_i

$$\bar{x}_i \uparrow = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} \uparrow$$

et

$$\bar{x}_i \downarrow = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ij} \downarrow$$

3.12 écart de position bidirectionnel moyen en un point

$\bar{\bar{x}}_i$

moyenne arithmétique des écarts de position unidirectionnels moyens, $\bar{x}_i \uparrow$ et $\bar{x}_i \downarrow$ obtenue à partir des deux sens d'approche d'un point P_i

$$\bar{\bar{x}}_i = \frac{\bar{x}_i \uparrow + \bar{x}_i \downarrow}{2}$$

3.13 valeur de réversibilité en un point

B_i

valeur de la différence entre les écarts de position unidirectionnels moyens obtenue à partir des deux sens d'approche d'un point P_i

$$B_i = \bar{x}_i \uparrow - \bar{x}_i \downarrow$$

3.14
valeur de réversibilité d'un axe

B
 valeur maximale des valeurs absolues de réversibilité $|B_i|$ sur tous les points visés le long ou autour de l'axe

$$B = \max[|B_i|]$$

3.15
valeur moyenne de réversibilité d'un axe

\bar{B}
 moyenne arithmétique des valeurs de réversibilité B_i sur tous les points visés le long ou autour de l'axe

$$\bar{B} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m B_i$$

3.16
estimateur de la répétabilité de l'axe unidirectionnelle du positionnement en un point

$s_i \uparrow$ ou $s_i \downarrow$
 estimateur de l'incertitude type des écarts de position obtenus par une série de n approches unidirectionnelles d'un point P_i

$$s_i \uparrow = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} \uparrow - \bar{x}_i \uparrow)^2}$$

et

$$s_i \downarrow = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{j=1}^n (x_{ij} \downarrow - \bar{x}_i \downarrow)^2}$$

3.17
répétabilité de positionnement unidirectionnelle en un point

$R_i \uparrow$ ou $R_i \downarrow$
 amplitude dérivée de l'estimateur de la répétabilité de l'axe unidirectionnelle en une position P_i , à l'aide d'un facteur d'élargissement de $k=2$

$$R_i \uparrow = 4s_i \uparrow$$

et

$$R_i \downarrow = 4s_i \downarrow$$

3.18
répétabilité de positionnement bidirectionnelle en un point

R_i

$$R_i = \max[2s_i \uparrow + 2s_i \downarrow + |B_i|; R_i \uparrow; R_i \downarrow]$$

iTeh STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)
 Full standard:
<http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/922-e2fe/2014-4045-8739-a0f337737a52/iso-230-2-2014>

3.19**répétabilité de positionnement unidirectionnelle** $R \uparrow$ ou $R \downarrow$ valeur maximale de la répétabilité de positionnement à chaque position P_i le long ou autour de l'axe

$$R \uparrow = \max. [\bar{R}_i \uparrow]$$

$$R \downarrow = \max. [\bar{R}_i \downarrow]$$

3.20**répétabilité de positionnement bidirectionnelle d'un axe** R valeur maximale de la répétabilité de positionnement à chaque position P_i , le long ou autour de l'axe

$$R = \max. [\bar{R}_i]$$

3.21**erreur de position systématique unidirectionnelle d'un axe** $E \uparrow$ ou $E \downarrow$ la différence entre le maximum et le minimum algébriques des écarts de position unidirectionnels moyens pour un sens d'approche $\bar{x}_i \uparrow$ ou $\bar{x}_i \downarrow$ en tout point P_i le long et autour de l'axe

$$E \uparrow = \max. [\bar{x}_i \uparrow] - \min. [\bar{x}_i \uparrow]$$

et

$$E \downarrow = \max. [\bar{x}_i \downarrow] - \min. [\bar{x}_i \downarrow]$$

3.22**erreur de position systématique bidirectionnel d'un axe** E différence entre le maximum et le minimum algébriques des écarts de position unidirectionnels moyens pour les deux sens d'approche $\bar{x}_i \uparrow$ et $\bar{x}_i \downarrow$ en tout point P_i le long et autour de l'axe

$$E = \max. [\bar{x}_i \uparrow; \bar{x}_i \downarrow] - \min. [\bar{x}_i \uparrow; \bar{x}_i \downarrow]$$

3.23**moyenne de l'erreur de position bidirectionnel moyen d'un axe** M différence entre le maximum et le minimum algébriques des écarts de position bidirectionnels moyens \bar{x}_i en tout point P_i le long et autour de l'axe

$$M = \max. [\bar{x}_i] - \min. [\bar{x}_i]$$

3.24**erreur unidirectionnelle de position d'un axe**

exactitude de position d'un axe

 $A \uparrow$ ou $A \downarrow$ amplitude dérivée de la combinaison des erreurs systématiques unidirectionnelles et de l'estimateur de la répétabilité de position unidirectionnel d'un axe en utilisant un facteur d'élargissement $k=2$

$$A \uparrow = \max. [\bar{x}_i \uparrow + 2s_i \uparrow] - \min. [\bar{x}_i \uparrow - 2s_i \uparrow]$$

et

$$A \downarrow = \max. [\bar{x}_i \downarrow + 2s_i \downarrow] - \min. [\bar{x}_i \downarrow - 2s_i \downarrow]$$

NOTE Le concept "exactitude de position" est appliqué ici en tant que formulation quantitative et est différent du concept "exactitude de mesure" telle que défini dans Guide ISO/IEC 99, définition 2.13.

3.25

erreur bidirectionnelle de positionnement d'un axe

exactitude de position bidirectionnelle d'un axe

A

amplitude dérivée de la combinaison de la moyenne des erreurs systématiques de position bidirectionnelles et de l'estimateur pour la répétabilité de l'axe de position bidirectionnelle en utilisant un facteur d'élargissement $k=2$

$$A = \max. [\bar{x}_i \uparrow + 2s_i \uparrow; \bar{x}_i \downarrow + 2s_i \downarrow] - \min. [\bar{x}_i \uparrow - 2s_i \uparrow; \bar{x}_i \downarrow - 2s_i \downarrow]$$

NOTE Le concept "exactitude de position" est appliqué ici en tant que formulation quantitative et est différent du concept "exactitude de mesure" telle que défini dans Guide ISO/IEC 99, définition 2.13.

4 Conditions d'essai

4.1 Environnement

Il est recommandé que le fournisseur/constructeur propose des lignes directrices concernant le type d'environnement thermique qu'il convient d'accepter pour que la machine fonctionne avec l'exactitude spécifiée.

De telles lignes directrices générales pourraient contenir, par exemple, une spécification relative à la température moyenne du local d'essai, l'amplitude maximale et la gamme de fréquence des écarts par rapport à la température moyenne et les gradients thermiques de l'environnement. Il est de la responsabilité de l'utilisateur de fournir un environnement thermique acceptable pour le fonctionnement et les essais de performance de la machine-outil sur le site. Cependant, si l'utilisateur suit les lignes directrices fournies par le fournisseur/constructeur de la machine, la responsabilité incombe au fournisseur/constructeur de la machine pour ce qui concerne les performances de la machine par rapport aux spécifications.

Idéalement, tous les mesurages dimensionnels sont réalisés lorsque les instruments de mesure et les objets mesurés sont immergés dans un environnement à une température de 20 °C. Si les mesurages sont effectués à des températures différentes de 20 °C, il faut appliquer la correction pour la dilatation différentielle nominale (DDN) entre le système de positionnement de l'axe ou la pièce/l'outil qui tient une partie de la machine-outil et l'équipement d'essai pour présenter les résultats corrigés à 20 °C. Il se pourrait que cette condition requiert le mesurage de la température de la partie représentative de la machine ainsi que de l'équipement d'essai et une correction mathématique avec les coefficients de dilatation thermique appropriés. La correction DDN pourrait également être réalisée de manière automatique si la partie représentative de la machine-outil et l'équipement d'essai ont la même température et le même coefficient de dilatation thermique.

Cependant, il convient de noter que toute différence par rapport à la température de 20 °C peut provoquer une incertitude supplémentaire liée à l'incertitude du ou des coefficients de dilatation effectifs utilisés pour la compensation. Une valeur minimale type pour l'incertitude des résultats est définie à 2 µm/(m °C) (voir Annexe A). Les températures réelles doivent donc être précisées dans le rapport d'essai.

La machine et, si nécessaire, les instruments de mesure, doivent se trouver dans l'environnement d'essai suffisamment longtemps (de préférence toute une nuit) pour avoir atteint un état stable thermiquement avant les essais. Ils doivent être protégés des courants d'air et des rayonnements extérieurs tels que ceux du soleil ou des réchauffeurs aériens, etc.

Pendant une période couvrant les 12 h, avant et pendant les mesurages, le gradient de température de l'environnement en degrés par heure doit rester dans les limites fixées par accord entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur.