
Code d'essai des machines-outils —

Partie 4:

Essais de circularité des machines-outils à
commande numérique

(standards.iteh.ai)

Test code for machine tools —

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6870c327-3d97-49f5-8b18-3040ca0c1d5c/iso-230-4-1996>
Part 4: Circular tests for numerically controlled machine tools



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 230-4 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*.

L'ISO 230 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Code d'essai des machines-outils*:

- *Partie 1: Précision géométrique des machines fonctionnant à vide ou dans des conditions de finition*
- *Partie 2: Détermination de la précision et de la répétabilité de positionnement des machines-outils à commande numérique*
- *Partie 3: Évaluation des effets thermiques*
- *Partie 4: Essais de circularité des machines-outils à commande numérique*
- *Partie 5: Émissions de bruit*

Les annexes A à D de la présente partie de l'ISO 230 sont données uniquement à titre d'information.

© ISO 1996

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

Imprimé en Suisse

Code d'essai des machines-outils —

Partie 4:

Essais de circularité des machines-outils à commande numérique

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 230 prescrit les méthodes d'essai et d'évaluation de l'hystérésis circulaire et de l'écart de circularité et de l'écart radial des trajectoires circulaires effectuées grâce aux mouvements simultanés de deux axes linéaires. Les instruments de mesure susceptibles d'être utilisés sont décrits en 6.63 de l'ISO 230-1:1996.

La présente partie de l'ISO 230 a pour objectif de fournir une méthode de mesure des performances en contournage d'une machine-outil à commande numérique.

2 Référence normative

La norme suivante contient des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 230. Au moment de la publication, l'édition indiquée était en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 230 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer l'édition la plus récente de la norme indiquée ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 230-1:1996, *Code d'essai des machines-outils — Partie 1: Précision géométrique des machines fonctionnant à vide ou dans des conditions de finition.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 230, les définitions suivantes s'appliquent:

3.1 trajectoire nominale: Trajectoire circulaire programmée de la commande numérique, définie par son diamètre (ou son rayon), la position de son centre et son orientation dans la zone de travail de la machine-outil, et qui peut être soit un cercle complet, soit une portion de cercle d'au moins 90°.

3.2 trajectoire réelle: Trajectoire produite par la machine-outil programmée pour se déplacer sur la trajectoire nominale.

3.3 hystérésis circulaire, H : Différence radiale maximale entre deux trajectoires réelles, l'une étant réalisée en contournage dans le sens d'horloge et l'autre en sens contraire d'horloge (voir figure 1).

NOTE 1 La référence d'évaluation est le centre du cercle obtenu par la méthode des moindres carrés appliquée aux deux trajectoires réelles.

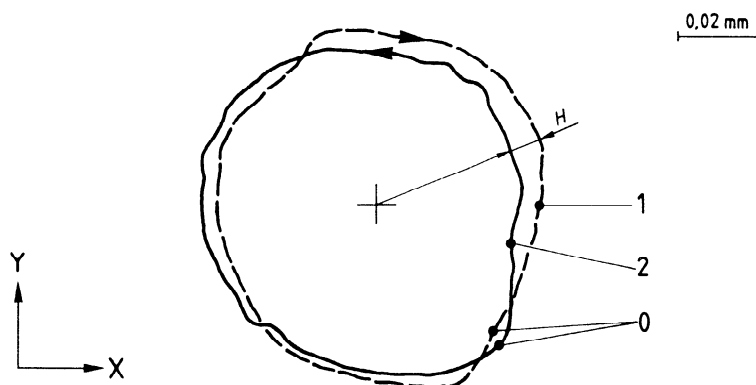
3.4 écart de circularité, G : Distance radiale minimale entre deux cercles concentriques enveloppant la trajectoire réelle (cercles définissant la zone minimale), comme représenté à la figure 2, et qui peut être évaluée comme l'étendue radiale maximale autour du cercle obtenu par la méthode des moindres carrés.

NOTES

2 L'écart de circularité ne comprend pas les erreurs de réglage, c'est-à-dire les erreurs de centrage de l'instrument de mesure.

3 Le mesurage de l'écart de circularité ne nécessite pas un équipement d'essai ayant une longueur étalonnée, alors que l'écart radial (voir 3.5) requiert ce dispositif. Pour les différences entre l'écart de circularité G et l'écart radial F , voir l'annexe A.

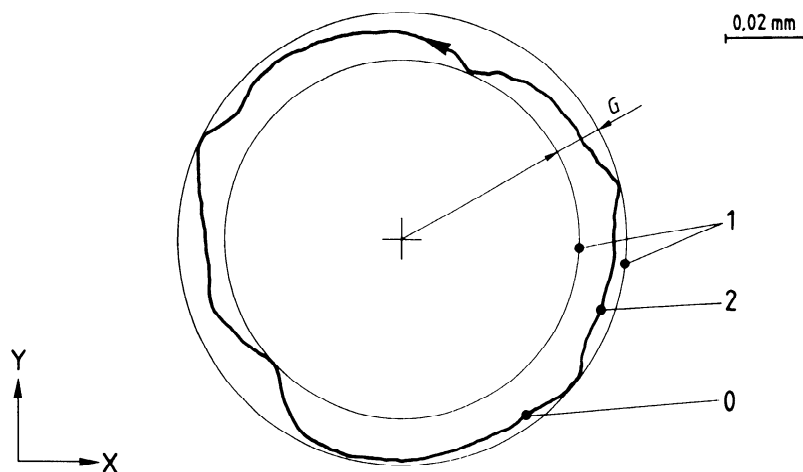
4 Une ligne située dans un plan est dite circulaire lorsque tous ses points sont contenus entre deux cercles concentriques dont l'écartement radial ne dépasse pas une valeur donnée (voir figure 2 et également en 6.61 de l'ISO 230-1:1996).



Légende

- + centre du cercle obtenu par la méthode des moindres carrés appliquée aux deux trajectoires réelles
 - 0 point de départ
 - 1 trajectoire réelle, dans le sens d'horloge
 - 2 trajectoire réelle, en sens contraire d'horloge
- hystérésis circulaire, $H_{XY} = 0,008$ mm

ISO 230-4:1996
Figure 1 — Évaluation de l'hystérésis circulaire H
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0670c527-9d97-4955-8b18-3040ca0c1d5e/iso-230-4-1996>



Légende

- + centre des cercles définissant la zone circulaire minimale
- 0 point de départ
- 1 cercles définissant la zone circulaire minimale
- 2 trajectoire réelle

écart de circularité, $G_{XY} = 0,012$ mm

Figure 2 — Évaluation de l'écart de circularité G

3.5 écart radial, F : Écart entre la trajectoire réelle et la trajectoire nominale, où le centre de la trajectoire nominale est obtenu soit

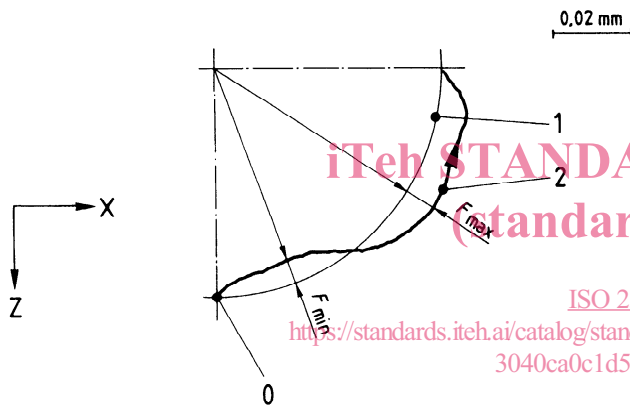
- à partir du centrage des instruments de mesure sur la machine-outil, soit
- à partir de l'analyse par la méthode des moindres carrés du centrage obtenu uniquement pour un cercle complet.

NOTES

5 Les écarts positifs sont mesurés loin du centre du cercle et les écarts négatifs vers ce centre (voir figure 3). L'écart radial est donné par la valeur maximale, F_{\max} , et par la valeur minimale, F_{\min} .

6 Les erreurs de réglage peuvent être incluses dans l'écart radial F ; cela ne s'applique qu'au a) ci-dessus.

7 Pour les différences entre l'écart radial F et l'écart de circularité G , voir l'annexe A.



Légende

- + centre du cercle nominal
- 0 point de départ
- 1 trajectoire nominale
- 2 trajectoire réelle

écart radial, $F_{Zx,\max} = + 0,008 \text{ mm}$
 $F_{Zx,\min} = - 0,006 \text{ mm}$

Figure 3 — Évaluation de l'écart radial F

3.6 identification des axes: Désignation des axes en mouvement pour effectuer la trajectoire réelle.

3.7 sens du contournage: Sens (dans le sens d'horloge ou le sens contraire d'horloge), pour l'écart de circularité G et l'écart radial F , indiqué par une suite de deux indices qui identifient les axes en mouvement, le mouvement s'effectuant de l'axe orienté positivement indiqué par le premier indice vers l'axe orienté positivement indiqué par le second indice; par exemple, l'écart de circularité G produit par les axes des X et des Y est désigné par G_{YX} , dans le sens d'horloge et par G_{XY} en sens contraire d'horloge.

4 Conditions d'essai

4.1 Environnement d'essai

Lorsque la température dans l'environnement d'essai peut être réglée, elle doit l'être à 20 °C. Sinon, les valeurs relevées sur les instruments de mesure et les valeurs nominales de la machine doivent être ajustées pour donner des résultats corrigés à 20 °C (uniquement pour les mesurages de l'écart radial).

La machine et, si nécessaire, les instruments de mesure, doivent rester 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, des réchauffeurs aériens, etc.

4.2 Machine à essayer

La machine doit être complètement assemblée et être en ordre de marche. Toutes les opérations nécessaires de nivellement et les contrôles fonctionnels doivent avoir été effectués avant la mise en route des essais d'hystérésis circulaire, d'écart de circularité et d'écart radial.

Tous les essais circulaires doivent être réalisés machine non chargée, c'est-à-dire sans pièce d'essai.

4.3 Mise en température de la machine

Les essais doivent être précédés par une opération de mise en température appropriée précisée par le constructeur de la machine et/ou définie par accord entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur.

Si aucune autre précision n'est spécifiée, les déplacements préalables doivent être limités à ceux nécessaires au réglage des instruments de mesure.

4.4 Paramètres d'essai

Les paramètres d'essai sont les suivants:

- diamètre (ou rayon) de la trajectoire nominale;
- avance en contournage;
- sens du contournage (dans le sens d'horloge ou en sens contraire d'horloge) indiqué conformément à 3.7;
- axes de la machine en mouvement pour effectuer la trajectoire réelle;
- position de l'instrument de mesure dans la zone de travail de la machine-outil;

- f) températures (températures de l'environnement d'essai, de l'instrument de mesure, de la machine), uniquement pour le mesurage de l'écart radial;
- g) méthode d'acquisition des données (étendue de saisie des données si différente de 360°, points de départ et d'arrêt du mouvement réel, nombre de points de mesurage choisi pour l'acquisition des données numériques, et mention de l'application d'un lissage des données ou non);
- h) toutes les routines de compensation de la machine utilisées au cours du cycle d'essai;
- i) position des chariots ou des organes mobiles sur les axes qui ne sont pas essayés.

4.5 Étalonnage de l'instrument de mesure

Il faut connaître la dimension de référence de l'instrument de mesure pour contrôler l'écart radial.

5 Procédure d'essai

Afin de déterminer l'hystérésis circulaire H , il faut mesurer successivement deux trajectoires réelles: l'une en contournage dans le sens d'horloge, l'autre en contournage dans le sens contraire d'horloge.

Toutes les données mesurées correspondant à la trajectoire réelle (y compris toutes les crêtes aux points de réversibilité) doivent être utilisées dans l'évaluation.

NOTE 8 Il convient de minimiser les erreurs de réglage pour l'écart radial F d'une portion de cercle.

6 Présentation des résultats

On conseille une méthode graphique de présentation des résultats, avec les résultats d'essai suivants spécifiés numériquement:

- a) hystérésis circulaire, H ;
- b) écarts circulaires G , pour le contournage dans le sens d'horloge et en sens contraire d'horloge;
- c) écarts radiaux, F_{\max} et F_{\min} , pour le contournage dans le sens d'horloge et en sens contraire d'horloge, corrigés à 20 °C.

Des exemples types de présentation des résultats d'essai sont donnés aux figures 4, 5 et 6.

Le rapport d'essai doit fournir les indications suivantes:

- date de l'essai;
- nom de la machine;
- équipement de mesure;
- paramètres d'essai (voir 4.4).

L'échelle d'agrandissement de la représentation graphique doit être précisée.

iTeh STANDARD PREVIEW

7 Points soumis à accord entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur

Les points soumis à accord entre le fournisseur/constructeur et l'utilisateur sont les suivants:

- a) procédé de mise en température précédant les essais de la machine (voir 4.3);
- b) paramètres d'essai (voir 4.4);
- c) résultats d'essai requis et devant être présentés pour l'hystérésis circulaire H , l'écart de circularité G et/ou l'écart radial F [de 6a), 6b) et 6c)].

Date de l'essai: yy/mm/dd Nom de la machine: xyz
Instrument de mesure: abc

Paramètres d'essai

Diamètre de la trajectoire nominale:	40 mm
Avance en contournage:	500 mm/min
Sens du contournage:	—
Axes de la machine soumis à l'essai (X, Y, Z):	XY

Position de l'instrument de mesure

— centre du cercle (X/Y/Z):	250/250/100 mm
— décalage par rapport à la référence de l'outil (X/Y/Z):	0/0/– 80 mm
— décalage par rapport à la référence de la pièce d'essai (X/Y/Z):	0/0/30 mm

Méthode d'acquisition des données

— point de mise en route:	4 ^e quart de cercle
— point d'arrêt:	4 ^e quart de cercle
— nombre de points de mesure (seulement numériques):	1 500
— lissage des données:	aucun

Compensation utilisée: aucune
Position des axes non soumis à l'essai: Z = 150 mm

Date de l'essai: yy/mm/dd Nom de la machine: xyz
Instrument de mesure: abc

Paramètres d'essai

Diamètre de la trajectoire nominale:	250 mm
Avance en contournage:	1 000 mm/min
Sens du contournage:	de + X à + Y
Axes de la machine soumis à l'essai (X, Y, Z):	XY

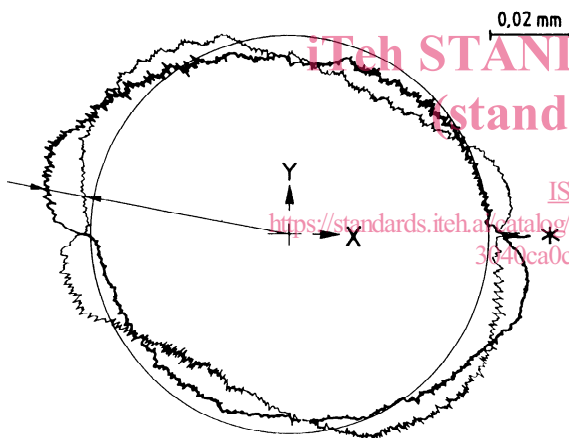
Position de l'instrument de mesure

— centre du cercle (X/Y/Z):	250/250/300 mm
— décalage par rapport à la référence de l'outil (X/Y/Z):	0/0/– 80 mm
— décalage par rapport à la référence de la pièce d'essai (X/Y/Z):	0/0/230 mm

Méthode d'acquisition des données

— point de mise en route:	4 ^e quart de cercle
— point d'arrêt:	4 ^e quart de cercle
— nombre de points de mesure (seulement numériques):	1 800
— lissage des données:	aucun

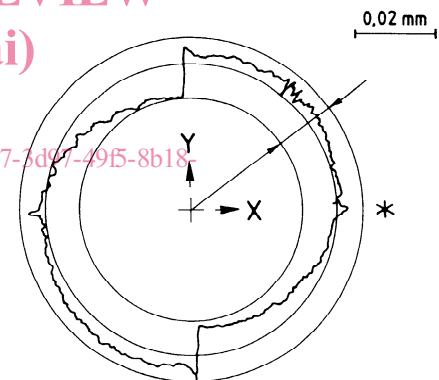
Compensation utilisée: aucune
Position des axes non soumis à l'essai: Z = 350 mm



Légende

- + centre du cercle obtenu par la méthode des moindres carrés appliquée aux deux trajectoires réelles
- * point de mise en route
- trait épais trajectoire réelle, de + Y à + X
- trait fin trajectoire réelle, de + X à + Y
- hystérésis circulaire, $H_{XY} = 0,014$ mm

Figure 4 — Exemple de présentation des données pour l'hystérésis circulaire H



Légende

- + centre des cercles définissant la zone circulaire nominale
- * point de mise en route
- écart de circularité, $G_{XY} = 0,018$ mm

Figure 5 — Exemple de présentation des données pour l'écart circulaire G

Date de l'essai: yy/mm/dd Nom de la machine: xyz
Instrument de mesure: abc

Paramètres d'essai

Diamètre de la trajectoire nominale:	150 mm
Avance en contournage:	300 mm/min
Sens du contournage:	de + Y à + X
Axes de la machine soumis à l'essai (X, Y, Z):	XY

Position de l'instrument de mesure

— centre du cercle (X/Y/Z):	250/250/100 mm
— décalage par rapport à la référence de l'outil (X/Y/Z):	0/0/- 80 mm
— décalage par rapport à la référence de la pièce d'essai (X/Y/Z):	0/0/30 mm

Températures

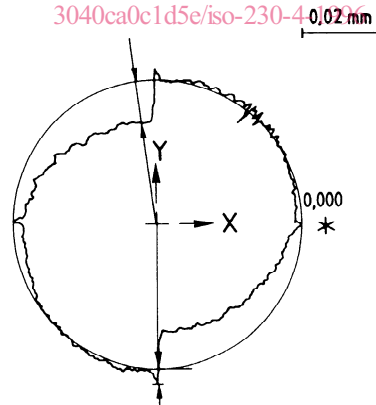
— température de l'environnement d'essai:	22 °C
— température de l'instrument de mesure:	22 °C
— température de la machine:	22 °C

Méthode d'acquisition des données

— point de mise en route:	4 ^e quart de cercle
— point d'arrêt:	4 ^e quart de cercle
— nombre de points de mesure (seulement numériques):	1 800
— lissage des données:	aucun

Compensation utilisée: température
Position des axes non soumis à l'essai: Z = 150 mm

ISO 230-4:1996
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6870c327-3d97-49f5-8b18-3040ca0c1d5e/iso-230-4>


Légende

+ centre du cercle obtenu par la méthode des moindres carrés
* point de mise en route
0,000 trajectoire nominale
écart radial: $F_{YX,max} = + 0,005$ mm
 $F_{YX,min} = - 0,013$ mm

Figure 6 — Exemple de présentation des données pour l'écart radial F

Annexe A (informative)

Différences entre l'écart de circularité G et l'écart radial F

Le tableau A.1 montre les différences entre l'écart de circularité G et l'écart radial F .

Tableau A.1

Effets	Écart de circularité G	Écart radial F
écart de forme ¹⁾	inclus	inclus
écart de diamètre ²⁾	non inclus, les diamètres des cercles définissant la zone circulaire minimale n'étant pas évalués	inclus
écart de position ³⁾	non inclus, la position des cercles définissant la zone circulaire minimale n'étant définie que par la trajectoire réelle	inclus pour une portion de cercle, non inclus pour un cercle complet
1) Écart entre un cercle et la forme de la trajectoire réelle (par exemple écart de forme elliptique). 2) Écart entre le diamètre de la trajectoire nominale et le diamètre de la trajectoire réelle. 3) Écart entre la position du centre de la trajectoire nominale et celle du centre de la trajectoire réelle (par exemple écarts entre les positions des X et des Y).		

ISO 230-4:1996

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6870c327-3d97-49f5-8b18-3040ca0c1d5e/iso-230-4-1996>