
**Conditions d'essai des tours à
commande numérique et des centres
de tournage —**

**Partie 5:
Exactitude des vitesses et
interpolations**

iTeh STANDARD PREVIEW

(standards.iteh.ai)
*Test conditions for numerically controlled turning machines and
turning centres —*

Part 5: Accuracy of speeds and interpolations

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4be6420-c993-432e-be2f-a33c52f1c3a5/iso-13041-5-2015>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 13041-5:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4be6420-c993-432e-be2f-a33c52f1c3a5/iso-13041-5-2015>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2015, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Observations préliminaires	4
4.1 Unités de mesure.....	4
4.2 Référence à l'ISO 230-1 et l'ISO 230-4.....	4
4.3 Ordre des essais.....	4
4.4 Essais à réaliser.....	4
4.5 Instruments de mesure.....	4
4.6 Compensation par logiciel.....	4
5 Essais décrits dans les Annexes A à C	4
Annexe A (normative) Essais cinématiques pour les machines à broche porte-pièce horizontale	5
Annexe B (normative) Essais cinématiques pour les machines à broche porte-pièce verticale	13
Annexe C (normative) Essais cinématiques pour les machines à broches porte-pièce verticales inversées	22
Annexe D (informative) Précautions pour le réglage d'essai pour AK6, BK6, et CK6	31
Bibliographie	36

ISO 13041-5:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4be6420-c993-432e-be2f-a33c52f1c3a5/iso-13041-5-2015>

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://www.iso.org/standards/information).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 39, *Machines-outils*, sous-comité SC 2, *Conditions de réception des machines travaillant par enlèvement de métal*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 13041-5:2006), qui a fait l'objet d'une révision technique.

L'ISO 13041 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Conditions d'essai des tours à commande numérique et des centres de tournage*:

- *Partie 1: Essais géométriques pour les machines à broche horizontale*
- *Partie 2: Essais géométriques pour les machines à broche verticale*
- *Partie 3: Essais géométriques pour les machines à broches verticales inversées*
- *Partie 4: Précision et répétabilité de positionnement des axes linéaires et rotatifs*
- *Partie 5: Exactitude des vitesses et interpolations*
- *Partie 6: Exactitude d'une pièce d'essai usinée*
- *Partie 7: Évaluation des performances en contournage dans les plans de coordonnées*
- *Partie 8: Évaluation des effets thermiques*

Introduction

Un tour à commande numérique est une machine-outil dont le mouvement principal est la rotation de la pièce par rapport à un ou des outils de coupe qui ne sont pas en rotation et où l'énergie de coupe est fournie par le mouvement de la pièce, qui est entraînée par une broche. Cette machine est commandée par une commande numérique (CN) qui assure un fonctionnement en mode automatique conformément à l'ISO 13041-1:2004, 3.3, et peut être du type monobroche ou multibroche.

Un centre de tournage est un tour à CN équipé d'un ou de plusieurs outils mécanisés et capable de commander l'orientation de la broche porte-pièce et/ou porte-outil en tournant, indexant et/ou interpolant continuellement autour de ses axes.

L'objectif de l'ISO 13041 (toutes les parties) est de fournir des informations de manière aussi large et compréhensible que possible sur les essais géométriques, de positionnement, de contournage, thermiques et d'usinage qui peuvent être réalisés à des fins de comparaison, de réception, de maintenance ou tout autre objet que l'utilisateur ou le fabricant juge nécessaire.

L'ISO 13041 (toutes les parties) spécifie, en faisant référence aux parties appropriées de l'ISO 230, les essais relatifs aux centres de tournage et aux tours à commande numérique avec/sans contre-poupées indépendantes ou intégrées dans des systèmes flexibles d'usinage. L'ISO 13041 établit également les tolérances ou les valeurs maximales acceptables pour les résultats d'essai correspondant aux centres de tournage et aux tours à commande numérique à usage général et d'exactitude normale.

Il convient de porter attention aux tolérances des essais AK5, BK5 et CK5, qui sont repris de l'ISO 13041-5 (Essai K5) en raison de l'amélioration de la procédure de centrage ou de l'expérience pratique qui a démontré que des tolérances plus proches peuvent être atteintes.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13041-5:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4be6420-c993-432e-be2f-a33c52f1c3a5/iso-13041-5-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4be6420-c993-432e-be2f-a33c52f1c3a5/iso-13041-5-2015>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 13041-5:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4be6420-c993-432e-be2f-a33c52f1c3a5/iso-13041-5-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4be6420-c993-432e-be2f-a33c52f1c3a5/iso-13041-5-2015>

Conditions d'essai des tours à commande numérique et des centres de tournage —

Partie 5: Exactitude des vitesses et interpolations

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 13041 spécifie, en faisant référence à l'ISO 230-1 et l'ISO 230-4, certains essais cinématiques pour les tours à commande numérique (CN) et les centres de tournage, portant sur les vitesses des broches, les vitesses d'avance des axes linéaires individuels à CN et l'exactitude des trajectoires décrites par le mouvement simultané d'au moins deux axes linéaires et/ou rotatifs à CN.

NOTE La présente partie de l'ISO 13041 s'applique aux tours et aux centres de tournage à commande numérique à broche(s) porte-pièce horizontale(s), verticale(s) et verticale(s) inversée(s).

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables à son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

ISO 230-4, *Code d'essai des machines-outils — Partie 4: Essais de circularité des machines-outils à commande numérique*

ISO 841, *Systèmes d'automatisation industrielle et intégration — Commande numérique des machines — Système de coordonnées et nomenclature du mouvement*

ISO 13041-1, *Conditions d'essai des tours à commande numérique et des centres de tournage — Partie 1: Essais géométriques pour les machines à broche horizontale*

ISO 13041-2, *Conditions d'essai des tours à commande numérique et des centres de tournage — Partie 2: Essais géométriques pour les machines à broche verticale*

ISO 13041-3, *Conditions d'essai des tours à commande numérique et des centres de tournage — Partie 3: Essais géométriques pour les machines à broches verticales inversées*

ISO/TR 16907¹⁾, *Machines-outils — Compensation numérique des erreurs géométriques*

3 Termes et définitions

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

1) A publier

3.1
machine de tournage
tour

machine-outil dont le mouvement principal est la rotation de la pièce par rapport à un ou plusieurs outils de coupe fixes

3.2
commande manuelle

mode de fonctionnement dans lequel chaque mouvement de la machine est déclenché individuellement et commandé par l'opérateur

3.3
commande numérique
CN

commande numérique par ordinateur
CNC

commande automatique d'un processus réalisé par un dispositif qui utilise des données numériques introduites pendant que l'opération est en cours

3.4
tour à commande manuelle

tour dont les étapes du processus pour l'usinage sont commandées ou démarrées par un opérateur sans le support d'un programme d'usinage à CN

3.5
tour à commande numérique
tour CN

tour qui fonctionne sous commande numérique (CN) ou sous commande numérique par ordinateur (CNC)

3.6
centre de tournage

tour à CN équipé d'un ou de plusieurs outils à commande mécanisés ayant la capacité d'orienter la broche porte-pièce autour de son axe

Note 1 à l'article: Il peut intégrer des caractéristiques additionnelles, telles que le changement automatique de l'outil à partir d'une tourelle et/ou d'un magasin.

3.7
tour à commande numérique à broche(s) porte-pièce horizontale(s)

tour à commande numérique dans lequel la pièce est montée sur une ou plusieurs broches porte-pièce horizontales, par rapport à un ou à plusieurs outils de coupe fixes et dont l'énergie de coupe vient de la pièce et non de l'outil

Note 1 à l'article: Cette machine est commandée par une commande numérique (CN) pourvue d'une fonction automatique.

3.8
centre de tournage à broche(s) porte-pièce horizontale(s)

centre de tournage à broche(s) porte-pièce horizontale(s), équipé de broches porte-outil et ayant la capacité d'orienter la broche porte-pièce autour de son axe

Note 1 à l'article: Cette machine peut intégrer des caractéristiques additionnelles telles que le changement automatique de l'outil à l'aide d'un magasin ou le mouvement suivant l'axe Y.

3.9**tour à commande numérique à broche(s) porte-pièce verticale(s)**

tour à commande numérique dans lequel la pièce est montée sur une ou plusieurs broches porte-pièce verticales, par rapport à un ou à plusieurs outils de coupe fixes et dont l'énergie de coupe vient de la pièce et non de l'outil

Note 1 à l'article: Cette machine est commandée par une commande numérique (CN) pourvue d'une fonction automatique.

3.10**centre de tournage à broche(s) porte-pièce verticale(s)**

centre de tournage à broche(s) porte-pièce verticale(s), équipé de broches porte-outil et ayant la capacité d'orienter la broche porte-pièce autour de son axe

Note 1 à l'article: Cette machine peut intégrer des caractéristiques additionnelles telles que le changement automatique d'outil à l'aide d'un magasin ou le mouvement suivant l'axe Y.

3.11**tour à commande numérique à broche(s) porte-pièce verticale(s) inversée(s)**

tour à CN où la pièce est montée sur une broche porte-pièce verticale inversée équipée d'un dispositif porte-pièce à l'extrémité inférieure de la broche porte-pièce verticale

Note 1 à l'article: Pour d'autres types de machine à broche porte-pièce verticale, voir l'ISO 13041-2.

3.12**centre de tournage à broche(s) porte-pièce verticale(s) inversée(s)**

centre de tournage comportant une broche porte-pièce verticale équipée d'un dispositif porte-pièce à l'extrémité inférieure de la broche porte-pièce

Note 1 à l'article: Il peut intégrer des caractéristiques additionnelles, telles que le changement automatique de l'outil à l'aide d'un magasin ou le mouvement suivant l'axe Y.

Note 2 à l'article: Pour d'autres types de centre de tournage à broche porte-pièce verticale, voir l'ISO 13041-2.

3.13**modes de fonctionnement machine**

modes de fonctionnement des dispositifs à commande numérique ou à entrée de données où les entrées sont interprétées comme des fonctions à exécuter

3.14**mode manuel de la commande numérique**

mode non automatique de la commande numérique d'une machine dans lequel l'opérateur n'utilise pas de données numériques préprogrammées

EXEMPLE Par bouton-poussoir ou par joystick de commande.

3.15**mode manuel d'entrée des données**

entrée manuelle des données du programme de la commande numérique

3.16**mode bloc à bloc**

mode de la commande numérique dans lequel l'opérateur exécute l'initialisation d'un seul bloc de données contrôlées

3.17**mode automatique**

mode de la commande numérique dans lequel la machine fonctionne conformément au programme de données jusqu'à l'arrêt par le programme ou par l'opérateur

4 Observations préliminaires

4.1 Unités de mesure

Dans la présente partie de l'ISO 13041, toutes les dimensions linéaires, les écarts ainsi que les tolérances correspondantes sont exprimés en millimètres.

4.2 Référence à l'ISO 230-1 et l'ISO 230-4

Pour l'application de la présente partie de l'ISO 13041, la référence à l'ISO 230-1 doit être faite, notamment en ce qui concerne l'installation de la machine avant essais, la mise en température des broches et autres organes mobiles, la description des méthodes de mesurage ainsi que l'exactitude recommandée pour les appareils de contrôle. En ce qui concerne les essais de mouvements d'interpolation circulaire, il doit être fait référence à l'ISO 230-4.

4.3 Ordre des essais

L'ordre dans lequel les essais cinématiques sont donnés ne définit nullement l'ordre pratique des essais. Pour faciliter le montage des instruments ou le contrôle, les essais peuvent être réalisés dans n'importe quel ordre, y compris pour les essais décrits dans les autres parties de l'ISO 13041.

4.4 Essais à réaliser

Lors de l'essai d'une machine, il n'est pas toujours nécessaire ni possible d'effectuer la totalité des essais donnés dans la présente partie de l'ISO 13041. Lorsque les essais sont requis à des fins de réception, le choix des essais relatifs aux composants et/ou aux propriétés de la machine qui l'intéressent sont à la discrétion de l'utilisateur, en accord avec le fournisseur/fabricant. Les essais à utiliser doivent être clairement précisés lors de la passation de la commande d'une machine. La simple référence à la présente partie de l'ISO 13041 pour les essais de réception sans spécification des essais à effectuer et sans accord sur les dépenses correspondantes ne peut être considérée comme un engagement pour aucun des contractants.

4.5 Instruments de mesure

Les instruments de mesure indiqués dans les essais donnés dans les [Annexes A à C](#) ne sont que des exemples. D'autres instruments mesurant les mêmes quantités et possédant au moins la même incertitude de mesure et la même résolution peuvent être utilisés.

Pour certains essais, il est recommandé de présenter les résultats d'essai sous forme graphique (voir l'[Annexe D](#)).

4.6 Compensation par logiciel

Lorsque des logiciels intégrés permettent de compenser les écarts géométriques, de positionnement, de contournage et/ou thermiques, leur utilisation pendant ces essais doit être basée sur un accord entre le fabricant/fournisseur et l'utilisateur en tenant compte de l'utilisation prévue de la machine-outil.

Lorsque la compensation par logiciel est utilisée, ceci doit être indiqué dans les rapports d'essai. En utilisant les définitions données dans l'ISO/TR 16907, il doit être noté que, lorsqu'une compensation par logiciel est utilisée, les axes ne doivent pas être bloqués pour les besoins de l'essai.

5 Essais décrits dans les [Annexes A à C](#)

Les essais en [Annexe A](#) se rapportent aux machines à broche porte-pièce horizontale (ISO 13041-1, Type 1), les essais en [Annexe B](#) se rapportent aux machines à broche porte-pièce verticale (ISO 13041-2, Type 2) et les essais en [Annexe C](#) se rapportent aux machines à broche porte-pièce verticale inversée (ISO 13041-3, Type 3).

Annexe A (normative)

Essais cinématiques pour les machines à broche porte-pièce horizontale

A.1 Configuration et désignation de la machine

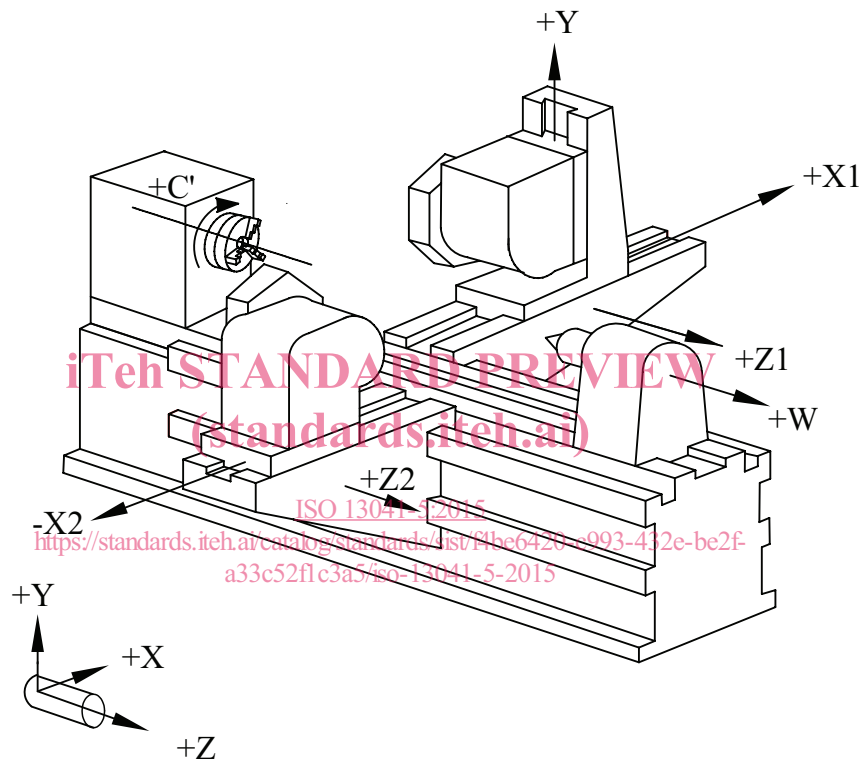


Figure A.1 — Exemple type d'un tour à broche porte-pièce horizontale
[[w (C') b Z X1 Y C₁ t] [w (C') b Z2 X2 C₂ t] [w (C') W {t,w}]]

La [Figure A.1](#) illustre un exemple type d'un tour à broche porte-pièce horizontale.

La configuration structurelle est décrite en utilisant les codes structurels pour raccorder en série l'axe de mouvement du côté de la pièce à la partie latérale de l'outil, et vice versa. Le nom des axes de mouvement suit l'ISO 841. A titre d'exemple, le code structurel de la machine illustrée à la [Figure A.1](#) peut être décrit comme [[w (C') b Z X1 Y C₁ t] [w (C') b Z2 X2 C₂ t] [w (C') W {t,w}]], en raccordant les axes de mouvement du côté de la pièce à la partie latérale de l'outil. Dans cette description, la partie latérale de la pièce et la partie latérale de l'outil se distinguent en nommant la pièce «w», l'outil «t», et le socle «b»; (C) représente l'axe de la broche sans commande numérique pour le positionnement angulaire. Les chaînes cinématiques multiples du côté de la pièce et du côté de l'outil sont toutes illustrées.

«{t,w}» dans la troisième chaîne indique que la contre-poupée (W ou Z3) peut être raccordée soit à la pièce, soit à un outil (par exemple une perceuse).

A.2 Essais cinématiques

A.2.1 Généralités

Les essais spécifiés dans la présente Annexe renvoient, pour plus de simplicité, à l'exemple de configuration de machine illustré à la [Figure A.1](#), mais ils sont applicables à toutes les configurations des tours et des centres de tournage à broche porte-pièce horizontale.

NOTE Ces essais peuvent ne pas être utilisés directement pour prévoir les erreurs réelles de la pièce résultant de la coupe.

A.2.2 Vitesses de broche (AK1) et vitesses d'avance (AK2)

Ces essais visent à vérifier l'exactitude globale de toute la chaîne électrique, électronique et cinématique du système de commande, entre la commande et le mouvement physique du composant.

A.2.3 Interpolations linéaires (AK3)

Ces essais visent à vérifier le mouvement coordonné de deux axes linéaires dans les deux conditions suivantes:

- Pendant qu'ils se déplacent soit à la même vitesse (45°), soit
- Pendant que l'un d'eux se déplace à une vitesse significativement inférieure à l'autre (petits angles).

A.2.4 Interpolations circulaires (AK4)

Les essais de mouvement d'interpolation circulaire visent à vérifier le mouvement coordonné de deux axes linéaires le long d'une trajectoire circulaire, en incluant des points auxquels le mouvement d'un des axes ralentit jusqu'à zéro et la direction du mouvement s'inverse. Pendant ces essais, les axes se déplacent à des vitesses variables.

[ISO 13041-5:2015](#)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4be6420-c993-432e-be2f-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/f4be6420-c993-432e-be2f-a33c52f1c3a5/iso-13041-5-2015)

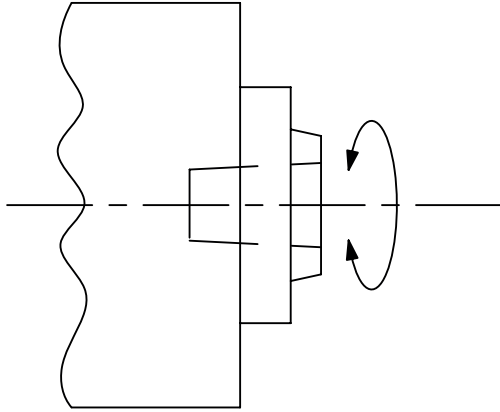
A.2.5 Interpolations radiales (AK5)

Ces essais sont une alternative à AK4, dans les cas où la machine soumise à essai ne permet pas d'effectuer un balayage de mesurage sur 360° ou si AK4 n'est pas pertinent par ailleurs. Ces essais visent à vérifier le comportement mutuel de deux axes linéaires (généralement X et Z) à des vitesses d'avance variables, en incluant des points auxquels l'avance d'un axe ralentit jusqu'à zéro et la direction du mouvement s'inverse.

A.2.6 Mouvement d'interpolation circulaire par commande simultanée sur 3 axes (axes X, Y et C) (AK6)

Ces essais visent à vérifier les interpolations entre les axes X, Y et C d'un centre de tournage pour des mouvements de contournage dans le sens horaire et dans le sens inverse (antihoraire).

Vitesses de broche

Objet		AK1			
Contrôle des écarts de vitesse de la broche à mi vitesse et à la vitesse maximale de chaque amplitude dans les sens de rotation horaire et inverse (antihoraire).					
Schéma					
					
Tolérance					
±5 %					
Mesurage de l'écart					
Gamme de vitesses		Sens de rotation	Vitesse programmée	Vitesse mesurée	Écart %
	Milieu	Inverse (antihoraire)			
		Horaire			
Max.		Inverse (antihoraire)	ISO 13041-5:2015		
		Horaire			
	Milieu	Inverse (antihoraire)			
		Horaire			
	Max.	Inverse (antihoraire)			
		Horaire			

Instruments de mesure
 Compte-tours ou stroboscope ^{a)}
 a) Des instruments de mesure indépendants de la commande numérique doivent être utilisés.

Observations
 Les lectures doivent se faire à vitesse constante, en évitant l'accélération/la décélération au démarrage et à l'arrêt. Lors de la lecture instantanée de la vitesse, au moins cinq lectures doivent être relevées et la moyenne doit être calculée. Cet essai doit être réalisé aussi bien pour les broches porte-pièce que pour les broches porte-outil.
 La commande de priorité doit être réglée à 100 %.
 L'écart de vitesse de la broche doit être calculé d'après la formule suivante:

$$D = \frac{A_S - P_S}{P_S} \times 100$$

où
 D est l'écart en pourcentage;
 A_S est la vitesse réelle;
 P_S est la vitesse programmée.