NORME INTERNATIONALE

ISO 10360-10

Première édition
2016-04-15

Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des systèmes à mesurer tridimensionnels (SMT) —

Partie 10: Laser de poursuite pour mesurer les distances de point à point

Geometrical product specifications (GPS) — Acceptance and reverification tests for coordinate measuring systems (CMS) —

Part 10: Laser trackers for measuring point-to-point distances

Numéro de référence
ISO 10360-10:2016(F)

© ISO 2016



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2016, 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 ..... **vi**
1 Domaine d'application **1**
2 Références normatives **1**
3 Termes et définitions **2**
4 Symboles **5**
5 Conditions assignées de fonctionnement **7**
5.1 Conditions d'environnement 7
5.2 Conditions de fonctionnement 7
6 Essais de réception et essais de vérification périodique **7**
6.1 Généralités 7
6.2 Erreurs de taille et de forme du système de palpage 8
6.2.1 Principe 8
6.2.2 Équipement de mesure 8
6.2.3 Mode opératoire 8
6.2.4 Obtention des résultats d'essai 10
6.3 Erreurs de position (essais sur les deux faces) 10
6.3.1 Principe 10
6.3.2 Équipement de mesure 10
6.3.3 Mode opératoire 10
6.3.4 Obtention des résultats d'essai 11
6.4 Erreurs de longueur 12
6.4.1 Généralités 12
6.4.2 Principe 12
6.4.3 Équipement de mesure 13
6.4.4 Mode opératoire 13
6.4.5 Obtention des résultats d'essai 20
7 Conformité à la spécification **21**
7.1 Essais de réception 21
7.2 Essais de vérification périodique 21
8 Applications **21**
8.1 Essai de réception 21
8.2 Essai de vérification périodique 22
8.3 Contrôle intermédiaire 22
9 Indication dans la documentation de produit et les fiches techniques **22**
Annexe A (informative) **Formulaires** **24**
Annexe B (normative) **Longueurs d'essai étalonnées** **27**
Annexe C (normative) **Compensation thermique des pièces** **29**
Annexe D (informative) **Obtention du volume de mesure alternatif** **30**
Annexe E (informative) **Spécification des EMT** **32**
Annexe F (informative) **Contrôle intermédiaire** **35**
Annexe G (normative) **Essai d'une combinaison d'un stylet et d'un rétroréflecteur (SRC)** **36**
Annexe H (normative) **Essai d'une combinaison d'un détecteur optique sans contact et d'un rétroréflecteur (ODR)** **39**
Annexe I (informative) **Relation avec le modèle de matrice GPS** **41**
Bibliographie **42**

© ISO 2016 – Tous droits réservés

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.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 213, *Spécifications et vérification dimensionnelles et géométriques des produits*.

L'ISO 10360 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des machines à mesurer tridimensionnelles (MMT):*

— *Partie 1: Vocabulaire*

— *Partie 2: MMT utilisées pour les mesures de dimensions linéaires*

— *Partie 3: MMT ayant l'axe de rotation d'un plateau tournant comme quatrième axe*

— *Partie 4: MMT utilisées en mode de mesure par scanning*

— *Partie 5: MMT utilisant des systèmes de palpage à stylet simple ou à stylets multiples*

— *Partie 6: Estimation des erreurs dans le calcul des éléments associés gaussiens*

— *Partie 7: MMT équipées de systèmes de palpage imageurs*

L'ISO 10360 comprend également les parties suivantes, présentées sous le titre général *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des systèmes à mesurer tridimensionnelles (SMT)*:

— *Partie 8: MMT avec détecteurs optiques sans contact*

— *Partie 9: MMT avec systèmes de palpage multiples*

 © ISO 2016 – Tous droits réservés

— *Partie 10: Laser de poursuite pour mesurer les distances de point à point*

Les parties suivantes sont en cours d'élaboration:

— *Partie 12: MMT à bras articulés*

La tomographie informatisée sera l'objet de la future partie 11.

© ISO 2016 – Tous droits réservés

Introduction

La présente partie de l'ISO 10360 est une norme de spécification géométrique des produits (GPS) et doit être considérée comme une norme GPS générale (voir ISO 14638). Elle influence le maillon F des chaînes de normes sur la taille, la distance, le rayon, l'angle, la forme, l'orientation, la position et le battement.

Le modèle de matrice ISO/GPS de l'ISO 14638 donne une vue d'ensemble du système ISO/GPS, dont le présent document fait partie. Les principes fondamentaux du système ISO/GPS donnés dans l'ISO 8015 s'appliquent à la présente partie de l'ISO 10360, et les règles de décision par défaut données dans l'ISO 14253-1 s'appliquent aux spécifications faites conformément à la présente partie de l'ISO 10360, sauf indication contraire.

Pour de plus amples informations sur la relation de la présente partie de l'ISO 10360 avec les autres normes et le modèle de matrice GPS, voir l'Annexe I.

L'objectif de la présente partie de l'ISO 10360 est de définir un mode opératoire d'essai clair pour a) permettre aux fabricants de laser de poursuite de spécifier des performances avec des erreurs maximales tolérées (EMT), et b) permettre l'essai de ces spécifications à l'aide de longueurs d'essai, de sphères d'essai et de formes planes étalonnées, traçables. L'avantage de ces essais est que le résultat mesuré a une traçabilité directe avec l'unité de longueur, le mètre, et qu'il permet de connaître la façon dont le laser de poursuite fonctionnera lors de mesurages de longueurs similaires.

La présente partie de l'ISO 10360 ***se distingue*** de l'ISO 10360-2, qui s'applique aux machines à mesurer tridimensionnelles (MMT) avec systèmes de palpage à contact, en ce que l'orientation des longueurs d'essai reflète la géométrie différente de l'instrument et les sources d'erreur dans l'instrument.

© ISO 2016 – Tous droits réservés

Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des systèmes à mesurer tridimensionnels (SMT) —

Partie 10:
Laser de poursuite pour mesurer les distances de point à point

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10360 spécifie les essais de réception permettant de vérifier, en mesurant des longueurs d'essai, des sphères d'essai et des formes planes étalonnées, que les performances d'un laser de poursuite sont telles que spécifiées par le fabricant. Elle spécifie également les essais de vérification périodique permettant à l'utilisateur de vérifier périodiquement les performances du laser de poursuite. Les essais de réception et de vérification périodique décrits dans la présente partie de l'ISO 10360 s'appliquent uniquement aux lasers de poursuite utilisant un rétroréflecteur comme système de palpage. Les lasers de poursuite qui utilisent un mesurage par interférométrie (IFM) et/ou par un appareil de mesure des distances absolues (ADM) peuvent être vérifiés à l'aide de la présente partie de l'ISO 10360. La présente partie de l'ISO 10360 peut également être utilisée pour spécifier et vérifier les essais de performance pertinents d'autres systèmes de mesure par coordonnées sphériques qui emploient des cibles coopératives, tels que les systèmes «radar à laser».

NOTE Les systèmes tels que les systèmes radar à laser qui ne poursuivent pas la cible, ne feront pas l'objet d'essais de performance de palpage.

La présente partie de l'ISO 10360 ne s'applique pas explicitement aux systèmes de mesure qui n'utilisent pas de système de coordonnées sphériques (c'est-à-dire deux axes de rotation orthogonaux ayant un point d'intersection commun avec un troisième axe linéaire dans le sens radial). Toutefois, les parties peuvent mutuellement convenir d'appliquer la présente partie de l'ISO 10360 à de tels systèmes.

La présente partie de l'ISO 10360 spécifie

— les exigences de performance qui peuvent être fixées par le fabricant ou l'utilisateur du laser de poursuite;

— l'exécution des essais de réception et de vérification périodique pour démontrer les exigences spécifiées;

— les règles pour prouver la conformité et

— les applications pour lesquelles les essais de réception et de vérification périodique peuvent être utilisés.

2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de façon 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 2016 – Tous droits réservés

ISO 10360-8:2013, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des systèmes de mesure tridimensionnels (SMT) — Partie 8: MMT avec détecteurs optiques sans contact*

ISO 10360-9:2013, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Essais de réception et de vérification périodique des systèmes de mesure tridimensionnels (SMT) — Partie 9: MMT avec systèmes de palpage multiples*

ISO 14253-1, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Vérification par la mesure des pièces et des équipements de mesure — Partie 1: Règles de décision pour prouver la conformité ou la non-conformité à la spécification*

3 Termes et définitions

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

3.1
laser de poursuite
système à mesurer tridimensionnelle dans laquelle une cible coopérative est suivie à l'aide d'un faisceau laser, sa position étant déterminée par une distance (étendue) et deux angles

Note 1 à l'article: Les deux angles sont l'angle d'azimut θ (rotation autour d'un axe vertical, l'axe vertical du laser de poursuite) et l'angle d'élévation φ (angle au-dessus d'un plan horizontal, perpendiculaire à l'axe vertical).

3.2
mode de mesure par interférométrie
mode IFM
méthode de mesure qui utilise un interféromètre à laser pour mesurer les déplacements intégré à un *laser de poursuite* (3.1) pour déterminer la distance (étendue) par rapport à une cible

Note 1 à l'article: Les interféromètres de déplacement peuvent uniquement déterminer des écarts de distance et par conséquent s'appuient sur une distance de référence (par exemple, la position de départ).

3.3
mode de mesure des distances absolues
mode ADM
méthode de mesure qui utilise un instrument de mesure du temps de vol intégré à un *laser de poursuite (3.1)* pour déterminer la distance (étendue) par rapport à une cible

Note 1 à l'article: L'instrument de mesure du temps de vol peut utiliser diverses méthodes de modulation pour calculer la distance par rapport à la cible.

3.4
rétroréflecteur
dispositif passif conçu pour réfléchir la lumière parallèlement à la direction incidente sur une plage d'angles d'incidence

Note 1 à l'article: Les rétroréflecteurs types sont le plot, le coin de cube et des sphères en matériau spécial.

Note 2 à l'article: Les rétroréflecteurs sont des cibles coopératives.

Note 3 à l'article: Pour certains systèmes, par exemple le radar à laser, le rétroréflecteur peut être une cible coopérative telle qu'une sphère polie.

3.5
rétroréflecteur à fixation sphérique
SMR
rétroréflecteur (3.4) monté dans un boîtier sphérique

Note 1 à l'article: Dans le cas d'un coin de cube à l'air libre, le sommet est généralement ajusté de manière à coïncider avec le centre de la sphère.

© ISO 2016 – Tous droits réservés

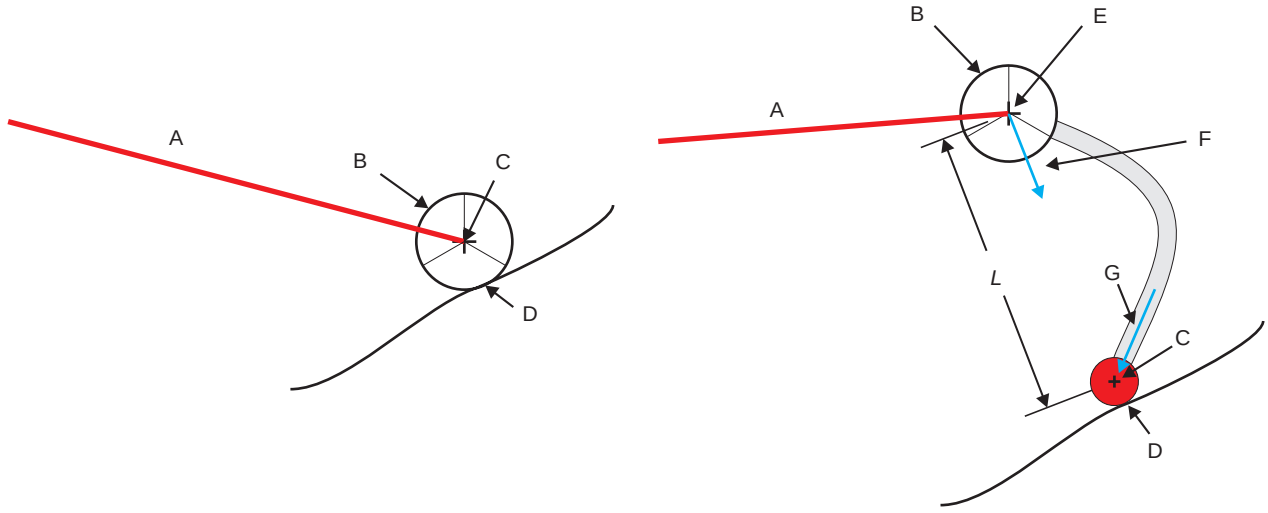
Note 2 à l'article: Les essais de la présente partie de l'ISO 10360 sont généralement exécutés avec un rétroréflecteur à fixation sphérique.

Note 3 à l'article: Voir la Figure 1.

3.6
combinaison d'un stylet et d'un rétroréflecteur
SRC
système de palpage qui détermine le point de mesure en utilisant un palpeur à stylet pour toucher la pièce, un *rétroréflecteur* (3.4) pour déterminer la position de base du palpeur et un autre moyen pour trouver le vecteur unitaire d'orientation du stylet

Note 1 à l'article: La référence de la compensation de longueur (L) au centre de la bille du stylet est le centre du rétroréflecteur.

Note 2 à l'article: Voir la Figure 1.



a) SMR **b) SRC**

Légende

A faisceau laser
B rétroréflecteur
C point de mesure
D point de contact
E position de base
F vecteur unitaire d'orientation du stylet
G vecteur de direction de palpage normale
L compensation de longueur

Figure 1 — Représentation d'un SMR par rapport à la SRC

3.7
combinaison d'un détecteur optique sans contact et d'un rétroréflecteur
ODR
système de palpage qui détermine le point de mesure en utilisant un détecteur optique sans contact pour mesurer la pièce, un *rétroréflecteur* (3.4) pour déterminer la position de base du détecteur optique sans contact et un autre moyen pour trouver l'orientation du détecteur optique sans contact

© ISO 2016 – Tous droits réservés

3.8
nid de cible
nid
dispositif conçu pour positionner un SMR de manière répétée

3.9
erreur de mesure de longueur
$E_{Uni:L:LT}$
$E_{Bi:L:LT}$
erreur d'indication lors du mesurage unidirectionnel ($E_{Uni:L:LT}$) ou bidirectionnel ($E_{Bi:L:LT}$) d'une distance de point à point d'une longueur d'essai étalonnée à l'aide d'un laser de poursuite avec une compensation de longueur L

Note 1 à l'article: $E_{Uni:0:LT}$ et $E_{Bi:0:LT}$ (fréquemment utilisés dans la présente partie de l'ISO 10360) correspondent au cas courant d'absence de compensation de longueur, car le centre optique du rétroréflecteur coïncide avec le centre physique du système de palpage pour les rétroréflecteurs à fixation sphérique.

3.10
matériau à CDT normal
matériau ayant un coefficient de dilatation thermique (CDT) compris entre 8×10^{-6}/°C et 13×10^{-6}/°C

[SOURCE: ISO 10360-2:2009]

Note 1 à l'article: Dans certains documents, le CDT peut être exprimé en unités 1/K, ce qui équivaut à 1/°C.

3.11
erreur de forme du système de palpage
$P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT}$
erreur d'indication à l'intérieur de laquelle l'étendue des distances radiales gaussiennes peut être déterminée par une association des moindres carrés de 25 points mesurés par un *laser de poursuite* (3.1) sur un étalon matérialisé de taille sphérique

Note 1 à l'article: Une seule association des moindres carrés est réalisée, et chaque point est évalué pour sa distance (rayon) par rapport à ce centre ajusté.

3.12
erreur de taille du système de palpage
$P_{Size.Sph.1x25::SMR.LT}$
erreur d'indication du diamètre d'un étalon matérialisé de taille sphérique, déterminée par une association des moindres carrés de 25 points mesurés à l'aide d'un *laser de poursuite* (3.1)

3.13
erreur de position
erreur entre les deux faces
erreur de retournement et d'inversion
$L_{Dia.2x1:P\&R:LT}$
distance, perpendiculaire à la trajectoire du faisceau, entre deux mesures d'un *rétroréflecteur* (3.4) fixe, la seconde mesure étant relevée en orientant l'axe azimutal du *laser de poursuite* (3.1) à un angle d'environ 180° par rapport à la première mesure et l'angle d'élévation du laser de poursuite étant approximativement équivalent

Note 1 à l'article: Cette combinaison de rotations de l'axe est connue sous le nom d'essai *sur les deux faces* ou d'essai *de retournement et d'inversion.*

Note 2 à l'article: Pendant cet essai, la base du laser de poursuite est fixe.

© ISO 2016 – Tous droits réservés

3.14
erreur maximale tolérée de mesure de longueur
$E_{Uni:L:LT,MPE}$
$E_{Bi:L:LT,MPE}$
valeur extrême de l'erreur de mesure de longueur, $E_{Bi:L:LT}$ ou $E_{Uni:L:LT}$, autorisée par les spécifications

Note 1 à l'article: $E_{Bi:0:LT,MPE}$ et $E_{Uni:0:LT,MPE}$ sont utilisés tout au long de la présente partie de l'ISO 10360.

3.15
erreur maximale tolérée de forme du système de palpage
$P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$
valeur extrême de l'*erreur de forme du système de palpage* (3.11), $P_{Form.Sph.1x25::SMR.LT}$, autorisée par les spécifications

3.16
erreur maximale tolérée de taille du système de palpage
$P_{Size.Sph.1x25::SMR.LT,MPE}$
valeur extrême de l'*erreur de taille du système de palpage* (3.12), $P_{Size.Sph.1x25::SMR.LT}$, autorisée par les spécifications

3.17
erreur maximale tolérée de position
$L_{Dia.2x1:P\&R:LT,MPE}$
valeur extrême value de l'erreur de position, $L_{Dia.2x1:P\&R:LT}$, autorisée par les spécifications

3.18
condition assignée de fonctionnement
condition de fonctionnement qui, selon la spécification, doit être satisfaite pendant un mesurage pour qu'un instrument de mesure ou un système de mesure fonctionne conformément à sa conception

Note 1 à l'article: Les conditions assignées de fonctionnement spécifient généralement des intervalles de valeurs pour la grandeur mesurée et pour les grandeurs d'influence.

Note 2 à l'article: Dans la présente partie de l'ISO 10360, l'expression «conformément à sa conception» dans une définition signifie «comme spécifié par les EMT».

Note 3 à l'article: Lorsque les conditions assignées de fonctionnement ne sont pas remplies au cours d'un essai selon la présente partie de l'ISO 10360, la conformité ou la non-conformité aux spécifications ne peut être établie.

[SOURCE: Guide ISO/IEC 99:2007, 4.9 — modifié]

4 Symboles

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10360, les symboles du Tableau 1 s'appliquent.

Tableau 1 — Symboles des grandeurs de spécification

Symbole	Signification
$E_{Uni:L:LT}$ $E_{Bi:L:LT}$	Erreur de mesure de longueur (longueurs unidirectionnelles ou bidirectionnelles), où L est la compensation de longueur
$P_{Form.Sph.1\times25::SMR.LT}$ $P_{Form.Sph.1\times25::SRC.LT}$ $P_{Form.Sph.1\times25::ODR.LT}$	Erreur de forme du système de palpage pour les modes d'opération SMR, SRC ou ODR
$P_{Size.Sph.1\times25::SMR.LT}$ $P_{Size.Sph.1\times25::SRC.LT}$ $P_{Size.Sph.1\times25::ODR.LT}$	Erreur de taille du système de palpage pour les modes d'opération SMR, SRC ou ODR
$L_{Dia.2\times1:P\&R:LT}$	Erreur de position (issue d'essais sur les deux faces)

© ISO 2016 – Tous droits réservés