

2. f. Composants et pièces pour machines-outils contrôlées par le sous-article 4501.2.c. et comportant les caractéristiques suivantes:
1. Ensembles de broches comportant au moins des broches et des paliers, dont le mouvement radial ("faux-rond de rotation") ou axial ("voile") pour une révolution est inférieur à (meilleur que) 0,0006 mm (TIR);
 2. Unités de rétroaction en position linéaire (par exemple, dispositifs du type à induction, échelles graduées, systèmes infrarouges ou "laser") dont la "précision" globale, avec correction, est meilleure que $800 + (600 \times L \cdot 10^{-3})$ nm, où L est la longueur efficace en millimètres de la mesure linéaire; sauf les systèmes de mesure interférométrique, sans rétroaction en boucle fermée ou ouverte, contenant un "laser" pour mesurer les erreurs du mouvement du chariot des machines-outils, des machines d'inspection dimensionnelle ou du matériel semblable;
 3. Unités de rétroaction en position tournante (par exemple, dispositifs du type à induction, échelles graduées, systèmes infrarouges ou "laser") dont la "précision" globale, avec correction, est meilleure que 0,0025° d'arc; sauf les systèmes de mesure interférométrique, sans rétroaction en boucle fermée ou ouverte, contenant un "laser" pour mesurer les erreurs du mouvement du chariot des machines-outils, des machines d'inspection dimensionnelle ou du matériel semblable;
 4. Ensembles de glissières constitués au moins d'un ensemble de guides, d'un bâti et d'un chariot, comportant toutes les caractéristiques suivantes:
 - a. lacet, roulis ou tangage inférieurs à (meilleurs que) 2 secondes d'arc TIR (cf. ISO/DIS 230-1) sur toute la course;
 - b. rectitude horizontale inférieure à (meilleure que) 2 µm par longueur de 300 mm; et
 - c. rectitude horizontale inférieure à (meilleure que) 2 µm sur toute la course par longueur de 300 mm;
 5. éléments d'outils de coupe en diamant à une seule pointe comportant toutes les caractéristiques suivantes:
 - a. un tranchant sans défaut et sans éclat à un grossissement de 400 fois dans n'importe quelle direction;
 - b. une variation du rayon de coupe inférieure à (meilleure que) 0,002 mm TIR (et crête-à-crête); et
 - c. un rayon de coupe compris entre 0,1 et 5 mm inclusivement.
 - g. Composants ou sous-ensembles de conception spéciale pouvant servir à la mise à niveau, en conformité des spécifications du fabricant, des unités à "commande numérique", des cartes de commande du mouvement, des machines-outils ou des unités de rétroaction, de manière à les amener à un niveau équivalent ou supérieur aux niveaux contrôlés par les sous-éléments 4501.2.a, b., c., 4501.2.f.2., ou 3.:
 1. Cartes de circuit imprimé avec composants discrets et le "logiciel" associé;
 2. "Tables rotatives composites".
3. Machines, dispositifs ou systèmes de contrôle dimensionnel, comme suit, et logiciel de conception spéciale.
- a. Machines de contrôle dimensionnel commandées par ordinateur ou à commande numérique présentant les deux caractéristiques suivantes.
 1. Deux axes ou plus; et
 2. Une "incertitude de mesure" de la longueur unidimensionnelle égale ou inférieure à (meilleure que) $(1,25 + L/1\ 000)$ µm testée avec une sonde d'une "précision" inférieure à (meilleure que) 0,2 µm (L représentant la longueur mesurée, exprimée en millimètres). (Cf. VDI/VDE 2617 parties 1 et 2.)
 - b. Dispositifs de mesure de déplacement linéaire et angulaire, comme suit.
 1. Instruments de mesure linéaire présentant l'une des caractéristiques suivantes.
 - a. Systèmes de mesure de type non à contact, ayant une résolution égale ou inférieure à (meilleure que) 0,2 µm dans une gamme de mesure égale ou inférieure à 0,2 mm.
 - b. Systèmes transformateurs différentiels à variation linéaire présentant les deux caractéristiques suivantes.
 1. "Linéarité" égale ou inférieure à (meilleure que) 0,1 % dans une gamme de mesure égale ou inférieure à 5 mm; et
 2. Dérive égale ou inférieure à (meilleure que) 0,1 % par jour à une température normale ambiante de la salle d'essai de ± 1 K; ou
 - c. Systèmes de mesure présentant les deux caractéristiques suivantes.
 1. Contient un "laser"; et
 2. Maintient pendant au moins 12 heures à une température de ± 1 K près de la température normale et à une pression normale :
 - a. une "résolution" pour la pleine échelle de 0,1 µm ou meilleure; et
 - b. une "incertitude de mesure" égale ou inférieure à (meilleure que) $(0,2 + L/2\ 000)$ µm (L représentant la longueur mesurée en millimètres); sauf les systèmes de mesure à interféromètres, sans rétroaction en boucle fermée ou ouverte, contenant un "laser" afin de mesurer les erreurs du mouvement du chariot des machines-outils, des machines de contrôle dimensionnel ou des équipements similaires.
 2. Instruments de mesure angulaire présentant une "déviatoin de position angulaire" égale ou inférieure à (meilleure que) 0,00025°.

Note:
L'article présent ne vise pas les instruments optiques tels que les auto-collimateurs utilisant la lumière collimatée pour détecter le déplacement angulaire d'un miroir.
 - c. Systèmes pour la vérification linéaire-angulaire simultanée des demi-coques présentant les deux caractéristiques suivantes.
 1. "Incrtitude de mesure" sur un axe linéaire quelconque égale ou inférieure à (meilleure que) 3,5 µm par 5 mm; et
 2. "Déviation de position angulaire" égale ou inférieure à (meilleure que) 0,02°.

Note:
Le logiciel spécialement conçu pour les systèmes décrits à l'alinéa (c) du présent article comprend le logiciel pour les mesures simultanées de l'épaisseur et du profil de la paroi.

Notes techniques:

 1. Les machines-outils qui peuvent servir de machines de mesure sont visées si elles correspondent aux critères établis dans l'alinéa 4501 pour la fonction de machines-outils ou la fonction de machine de mesure ou si elles dépassent ces critères.
 2. Une machine décrite à la section 4501.3. est visée si elle dépasse la limite de contrôle à un point quelconque de sa gamme de fonctionnement.
 3. La sonde utilisée pour déterminer l'incertitude de mesure d'un système de contrôle dimensionnel correspondra à celle décrite à la norme VDI/VDE 2617, parties 2, 3 et 4.
 4. Tous les paramètres des valeurs de mesure du présent article représentent des plus ou moins, c.-à-d. pas la totalité de la gamme.
4. Fours à induction sous vide ou à atmosphère contrôlée (gaz inerte) capables de fonctionner à des températures supérieures à 850°C et possédant des bobines d'induction de 600 mm (24 po) de diamètre ou moins et des circuits d'alimentation spécialement conçus pour les fours à induction à alimentation de 5 kW ou plus.
- Note technique:**
Le présent article ne vise pas les fours conçus pour le traitement des plaques de semiconducteurs.
5. "Presses isostatiques" capables d'atteindre une pression de travail maximale de 69 MPa (10 000 lb/po²) ou supérieure et possédant une cavité de travail d'un diamètre intérieur de plus de 152 mm (6 po) et des matrices, des moules, des commandes et du "logiciel de conception spéciale".
- Notes technique:**
1. La dimension de la cavité de travail désigne le diamètre intérieur de la cavité de travail de la presse dans laquelle la température et la pression de travail sont réalisées et ne comprend pas les dispositifs de montage. Cette dimension désignera, selon celle des deux chambres qui contient l'autre, soit le diamètre intérieur de la chambre haute pression soit le diamètre intérieur de la chambre isolée du four, la valeur prise en considération étant la plus petite.
 2. "Presses isostatiques"
Les termes presse isostatique désignent les presses capables de régler la pression d'une cavité fermée par divers moyens (gaz, liquide, particules solides, etc.) afin de créer dans toutes les directions à l'intérieur de la cavité une pression égale s'exerçant sur une pièce ou un matériau.