

nés simultanément pour la «commande de contournage».

4501. 2. c. 3. Autres machines-outils pour l'enlèvement des métaux, des céramiques et des matériaux composites:
- a. au moyen:
    1. de jets d'eau ou d'autres liquides, y compris ceux utilisant des additifs abrasifs;
    2. d'un faisceau électronique; ou
    3. d'un faisceau «laser»; et
  - b. comportant au moins deux axes de rotation
    1. qui peuvent être coordonnés simultanément pour la «commande de contournage»;
    2. dont la «précision de positionnement» est inférieure à (meilleure que) 0,003°.
4501. 2. d. «Logiciel»
1. «Logiciel» de conception spéciale ou modifié aux fins du «développement», de la «production» ou de l'«utilisation» du matériel contrôlé par les sous-catégories 4501.2.a., b. ou c. ci-dessus;
  2. «Logiciel» spécifique, comportant les caractéristiques suivantes:
    - a. «Logiciel» devant assurer la «commande adaptative» et comportant les deux caractéristiques suivantes:
      1. Pour les «unités de fabrication flexibles» (UFF) formées d'au moins deux des équipements décrits en (b)(1) et (b)(2) de la définition des «unités de fabrication flexibles»; et
      2. Capable de produire ou de modifier par «traitement en temps réel», les données de «programmes de pièce» au moyen de signaux obtenus simultanément au moyen d'au moins deux techniques de détection, comme par exemple:
        - a. La vision machine (télémétrie optique);
        - b. L'imagerie infrarouge;
        - c. L'imagerie acoustique (télémétrie acoustique);
        - d. Les mesures tactiles;
        - e. Le positionnement inertiel;
        - f. Les mesures de force;
        - g. Les mesures du couple.

**NOTE :**

Ce sous-article ne contrôle pas le «logiciel» qui n'assure que le réordonnement de matériel identique du point de vue fonctionnel dans des «unités de fabrication flexibles» utilisant des «programmes de pièce» mémorisés et une stratégie mémorisée pour la distribution des «programmes de pièce».

4501. 2. d. 2. b. «Logiciel pour dispositifs électroniques autres que ceux décrits aux sous-articles 4501.2.a. ou b. et qui assure la fonction de commande numérique de matériel contrôlé par le sous-article 4501.2.
4501. 2. e. Technologie
1. «Technologie» pour le «développement» d'équipement contrôlé par les sous-articles 4501.2.a., b., ou c. ci-dessus, 4501.2.f. ou g. ci-dessous, et par le sous-article 4501.2.d.
  2. «Technologie» pour la «production» d'équipement contrôlé par les sous-articles 4501.2.a., b., ou c. ci-dessus, 4501.2.f. ou g. ci-dessous;
  3. Autre «technologie»:
    - a. Pour le «développement» d'éléments graphiques interactifs comme partie intégrante d'unités à «commande numérique» pour la préparation ou la modification de «programmes de pièce»;
    - b. Pour le développement de «logiciel» d'intégration aux fins d'incorporation de systèmes experts pour le soutien de pointe aux décisions des opérations d'atelier dans des unités à «commande numérique».
4501. 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);

4501. 2. f. 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;
4501. 2. f. 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; @p2 =
  - b. rectitude horizontale inférieure à (meilleure que) 2 m par longueur de 300 mm; et
  - c. rectitude horizontale inférieure à (meilleure que) 2 m 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.
4501. 2. 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».
4501. 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.
    2. Une «incertitude de mesure» de la longueur unidimensionnelle égale ou inférieure à (meilleure que)  $(1,25 + L/1\ 000) \%m$  testée avec une sonde d'une «précision» inférieure à (meilleure que) 0,2 %m (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 %m dans une gamme de mesure égale ou inférieure à 0,2 mm.
      - b. Systèmes transformateurs différentiels à variation linéaire présentant les deux caractéristiques suivantes.