

⑤④ PROCÉDE DE CONTRÔLE D'UN USINAGE ET SYSTÈME D'USINAGE ASSOCIÉ.

②② Date de dépôt : 28.02.18.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *CENTRE TECHNIQUE DES
INDUSTRIES MECANQUES ET DU DECOLLETAGE*
—FR et *BUCCI INDUSTRIES FRANCE Société à
responsabilité limitée* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 30.08.19 Bulletin 19/35.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 08.05.20 Bulletin 20/19.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : NOE ETIENNE, LAMALLEM
ABDELLAH, BUSI ROGER, EYNARD GILBERT et
BOUVET DIDIER.

⑦③ Titulaire(s) : *CENTRE TECHNIQUE DES
INDUSTRIES MECANQUES ET DU DECOLLETAGE,
BUCCI INDUSTRIES FRANCE Société à
responsabilité limitée.*

⑦④ Mandataire(s) : FEDIT-LORIOT.



Procédé de contrôle d'un usinage et système d'usinage associé

La présente invention concerne un procédé de contrôle d'un usinage de pièces dans une barre de matière par une machine-outil à commande numérique et un système d'usinage associé.

5 Les machines-outils usinent des pièces par enlèvement de matière, par exemple par tournage, perçage, fraisage, décolletage, fonçage, chariotage.

Les pièces sont usinées en série les unes à la suite des autres dans des barres de matière introduites dans la machine-outil par un embarreur et tournées à haute vitesse par une broche de la machine-outil.

10 Il existe un besoin d'augmenter la qualité et la productivité de l'usinage. On cherche notamment à éviter l'usinage de pièces mauvaises mais également à obtenir des pièces usinées présentant un très bon état de surface.

Les pièces étant généralement réalisées en très grande série, les éventuels défauts d'usinage doivent être repérés suffisamment tôt notamment pour éviter de
15 produire un nombre trop important de pièces finissant au rebut ou pour éviter de détériorer les outils de coupe. Cela est d'autant plus important que les tolérances demandées pour les états de surface des pièces usinées deviennent de plus en plus exigeantes.

De tels défauts d'usinage conduisant à la réalisation de pièces hors
20 spécifications peuvent survenir par exemple lorsque la barre de matière présente un défaut de rectitude ou lors d'un mauvais alignement entre la barre et la broche ou lorsque la vitesse de rotation de la broche n'est pas adaptée à l'usinage réalisé, par exemple du fait de dérives des outils de coupe.

Un but de la présente invention est donc de proposer un procédé de contrôle
25 d'un usinage et un système d'usinage associé permettant d'améliorer la qualité de l'usinage.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de contrôle d'un usinage de pièces dans une barre de matière par une machine-outil à commande numérique caractérisé en ce qu'il comporte une étape de contrôle dans laquelle :

30 - on mesure un paramètre représentatif d'une vibration d'une barre de matière dans un guide linéaire d'un embarreur, la barre de matière étant entraînée en rotation par une broche de la machine-outil, pendant une durée prédéterminée et pour une consigne de vitesse de rotation,

- on compare la mesure à au moins un seuil, et
- on génère une action sur la machine-outil en fonction du résultat de la comparaison.

Par exemple, si la mesure est supérieure audit au moins un seuil, une action
 5 générée est une émission d'une alarme et/ou une interruption de l'usinage par la machine-outil de la barre de matière chargée dans l'embarreur.

Une étape de contrôle peut être réalisée avant le démarrage d'un usinage, à l'introduction d'une nouvelle barre de matière par l'embarreur.

Une étape de contrôle peut être réalisée en cours d'usinage, tel qu'au cours de
 10 certaines opérations d'un cycle d'usinage ou sur tout le cycle d'usinage.

Si la mesure est supérieure audit au moins un seuil, une action générée peut être un réglage dans lequel on modifie la consigne de vitesse de rotation de la broche dans une plage de vitesses admissibles et on réitère les étapes de contrôle et le réglage tant que la mesure est supérieure audit au moins un seuil.

15 On peut commencer par diminuer la consigne de vitesse de rotation de la broche entre une consigne initiale et une vitesse minimale avant d'augmenter la consigne de vitesse de rotation entre la consigne initiale et une vitesse maximale.

La consigne de vitesse de rotation est par exemple modifiée par pas de 5% d'une consigne initiale.

20 Un réglage peut être réalisé en cours d'usinage.

Un paramètre représentatif d'une vibration peut être une vibration mécanique ou acoustique ou un signal optique ou magnétique.

Le lancement d'un cycle d'usinage ou un cycle d'usinage peuvent ainsi être contrôlés pour éviter l'usinage de pièces hors spécifications lorsque les barres de
 25 matières présentent un défaut trop important.

Dans les autres cas, la vitesse de rotation de la broche de la machine-outil peut être adaptée pour réduire les vibrations de la barre de sorte que celles-ci restent dans des gammes acceptables. La qualité des états de surface des pièces usinées peut ainsi être améliorée. La durée de vie des outils de coupe peut également être
 30 augmentée.

L'adaptation de la vitesse de rotation de la broche ou l'interruption de l'usinage et/ou la génération d'une alarme peuvent en outre être déterminés spécifiquement au cas particulier d'usinage : au matériau de la barre, à l'outil de coupe utilisé, à la

position de l'outil de coupe par rapport à l'axe de rotation de la barre ainsi qu'à la longueur, évolutive, de la barre.

L'invention a aussi pour objet un système d'usinage comportant un embarreur pour alimenter une machine-outil à commande numérique en barres de matière,

5 caractérisé en ce que l'embarreur comprend :

- au moins un capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration d'une barre de matière entraînée en rotation par une broche de la machine-outil,
- une unité de mesure reliée audit au moins un capteur de mesure d'un
10 paramètre représentatif d'une vibration et à une unité de commande numérique de la machine-outil, l'unité de mesure étant configurée pour :
 - mesurer un paramètre représentatif d'une vibration d'une barre de matière dans un guide linéaire de l'embarreur entraînée en rotation par une broche de la machine-outil, pendant une durée
15 prédéterminée et pour une consigne de vitesse de rotation,
 - comparer la mesure à au moins un seuil,
 - générer une action sur la machine-outil en fonction du résultat de la comparaison.

Le au moins un capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration,
20 tel qu'un accéléromètre, est par exemple configuré pour mesurer une vibration mécanique ou sonore de la barre de matière en rotation dans la broche.

L'embarreur comporte par exemple au moins deux capteurs de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration, un premier capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration étant agencé en sortie d'un guide linéaire de l'embarreur
25 et un deuxième capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration étant agencé à une position médiane du guide linéaire.

Le système d'usinage peut comporter une machine-outil à commande numérique.

30 D'autres objets, avantages et caractéristiques apparaîtront à la lecture de la description de l'invention, ainsi que des dessins annexés sur lesquels :

La Figure 1 montre une vue schématique d'un système d'usinage.

La Figure 2 montre une vue partielle d'un embarreur du système d'usinage de la Figure 1, capot ouvert.

La Figure 3 est un graphique montrant une valeur efficace des vibrations (en g) d'une barre en rotation en fonction de la vitesse de rotation de la broche sur une plage
5 de vitesses admissibles (en tours/minutes) pour deux exemples d'usinages (courbes A et B).

La Figure 4 est un organigramme d'étapes d'un procédé de contrôle de l'usinage de pièces par un système d'usinage selon la Figure 1 ayant lieu avant le démarrage de l'usinage.

10 La Figure 5 montre des étapes du procédé de contrôle de la Figure 4 au cours d'un cycle d'usinage d'une pièce.

La Figure 6 montre un autre exemple d'étapes du procédé de contrôle de la Figure 5.

Sur ces figures, les éléments identiques portent les mêmes numéros de
15 référence.

Les réalisations suivantes sont des exemples. Bien que la description se réfère à un ou plusieurs modes de réalisation, ceci ne signifie pas nécessairement que chaque référence concerne le même mode de réalisation, ou que les caractéristiques s'appliquent seulement à un seul mode de réalisation. De simples caractéristiques de
20 différents modes de réalisation peuvent également être combinées ou interchangées pour fournir d'autres réalisations.

Le système d'usinage 1 comporte un embarreur 2 destiné à alimenter une machine-outil 3 à commande numérique en barres de matière 4 à usiner.

25 La machine-outil 3, telle qu'une décolleteuse, est destinée à usiner des séries de pièces successives par enlèvement de matière à l'extrémité avant de barres 4 au moyen d'outils de coupe, les pièces étant usinées les unes à la suite des autres dans la barre 4. Chaque pièce est usinée sur un cycle d'usinage pouvant comprendre plusieurs opérations distinctes par exemple de tournage, perçage, fraisage,
30 décolletage, fonçage, chariotage.

Pour cela, la machine-outil 3 comporte au moins une broche 5 configurée pour faire tourner une barre de matière 4 à haute vitesse. La machine-outil 3 comporte

également une unité de commande numérique 6 configurée pour contrôler la mise en route et la vitesse de rotation de la broche 5.

L'embarreur 2 comporte un guide linéaire 7 configuré pour recevoir et guider la barre 4 le long d'un axe de rotation de la barre. Les barres 4 en attente sont par exemple stockées dans un magasin latéral 8 de l'embarreur 2.

Selon un exemple de réalisation, l'embarreur 2 comporte un chariot pousseur (non représenté) configuré pour pousser la barre 4 dans le guide linéaire 7, entre chaque cycle d'usinage.

Lorsque la barre 4 devient trop courte pour l'usinage d'une nouvelle pièce, l'embarreur 2 éjecte par exemple la chute de barre pour qu'une nouvelle barre 4 puisse être introduite dans le guide linéaire 7.

L'embarreur 2 comporte en outre au moins un capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration 9a, 9b d'une barre de matière 4 entraînée en rotation par la broche 5 et une unité de mesure 10 reliée audit au moins un capteur de mesure 9a, 9b et à l'unité de commande numérique 6 de la machine-outil 3.

Le paramètre représentatif d'une vibration mesuré par le au moins un capteur de mesure 9a, 9b donne une information sur un défaut ou déséquilibre de la rotation de la barre 4 dû par exemple à un défaut de rectitude de la barre 4 ou à un défaut d'alignement de la barre 4 avec la broche 5. Le paramètre représentatif d'une vibration est par exemple une vibration mécanique ou acoustique ou un signal optique ou magnétique.

Le au moins un capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration 9a, 9b est par exemple configuré pour mesurer une vibration de la barre 4 en rotation. Il comporte par exemple un capteur de vibrations mécaniques ou sonores, tel qu'un accéléromètre fournissant par exemple des valeurs efficaces (en « m/s^2 » ou « g ») ou un capteur acoustique.

Selon d'autres exemples de réalisation, le au moins un capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration 9a, 9b peut comporter un capteur optique ou magnétique, par exemple aptes à mesurer une vibration mécanique ou sonore ou un autre paramètre représentatif d'un défaut de rotation de la barre 4 ou d'un désalignement de la barre 4 avec la broche 5.

L'embarreur 2 comporte par exemple au moins deux capteurs de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration 9a, 9b.

Un premier capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration 9a peut être agencé en sortie du guide linéaire 7 de l'embarreur 2 (Figure 1).

Un deuxième capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration 9b peut être agencé à une position médiane du guide linéaire 7. La position médiane du guide linéaire 7 est par exemple destinée à correspondre à la position de l'extrémité
5 arrière d'une barre de matière 4 chargée dans l'embarreur 2 et qui n'a pas encore été usinée.

Un capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration peut par exemple être agencé sur le chariot pousseur de l'embarreur 2 qui est en contact avec
10 la barre 4 dans le guide linéaire 7.

L'unité de mesure 10 comporte par exemple un ordinateur, tel qu'un PC industriel. L'unité de mesure 10 et l'unité de commande numérique 6 de la machine-outil 3 dialoguent par exemple via des signaux logiques 0-24V (contact relais On/Off), ce qui permet à l'embarreur 2 de s'adapter à un grand nombre de machine-outils 3. La
15 communication est par exemple codée en langage universel ISO. L'unité de mesure 10 est par exemple esclave de l'unité de commande numérique 6 et ainsi pilotée par l'unité de commande numérique 6.

L'unité de mesure 10 de l'embarreur 2 est configurée pour mettre en œuvre un procédé de contrôle 100 d'un usinage des pièces comportant une étape de contrôle
20 101, 103 dans laquelle :

- on mesure un paramètre représentatif d'une vibration d'une barre de matière 4 dans le guide linéaire 7 de l'embarreur 2 entraînée en rotation par la broche 5 de la machine-outil 3, pendant une durée prédéterminée et pour une consigne de vitesse de rotation,
- 25 – on compare la mesure à au moins un seuil A1, A2, S, et
- on génère une action sur la machine-outil 3 en fonction du résultat de la comparaison.

La consigne de vitesse de rotation est par exemple choisie dans une plage de vitesses admissibles définie entre une vitesse maximale V_{max} et une vitesse minimale
30 V_{min} , sur un cycle d'usinage. On peut aussi faire varier la consigne de vitesse de rotation sur toute la plage pour connaître le résultat de la comparaison sur toute la plage des vitesses admissibles.

La durée prédéterminée peut être paramétrable par l'utilisateur. C'est par exemple la durée d'une opération d'un cycle d'usinage. Elle est par exemple comprise entre 2 et 10 secondes, telle que de l'ordre de 5 secondes.

Plusieurs traitements des signaux peuvent permettre de déterminer le paramètre représentatif d'une vibration. La mesure du paramètre représentatif d'une vibration d'une barre de matière 4 correspond par exemple à l'intégration du spectre des vibrations mécaniques de la barre 4 en rotation sur tout ou partie des amplitudes du spectre ou à la valeur efficace des vibrations. La valeur efficace s'exprime par exemple comme la racine carrée de la moyenne du carré des amplitudes des vibrations sur une période T :

$$\bar{X}_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} (x(i))^2}$$

Une action générée peut être une émission d'une alarme et/ou une interruption de l'usinage par la machine-outil 3 de la barre de matière 4 chargée dans l'embarreur 2 si la mesure est supérieure audit au moins un seuil A1, A2.

Une action générée peut être un réglage 104 dans lequel on recherche une consigne de vitesse de rotation acceptable de rotation de la broche 5 dans la plage de vitesses admissibles permettant de réduire les vibrations de la barre de matière 4 lorsque la mesure est supérieure à au moins un seuil S.

En effet, comme on peut le voir sur la Figure 3, les vibrations de la barre 4 dépendent de la vitesse de rotation de la broche 5 et un pic de résonance peut exister pour certaines vitesses de rotation. Ce pic peut toutefois être inférieur au seuil S et donc être acceptable (courbe A). Il peut en revanche être trop important sur une certaine gamme de vitesses de rotation (courbe B). On voit sur le graphique qu'il existe une zone Z de vitesses de rotation à éviter pour lesquelles les vibrations sont amplifiées.

Enfin, si la mesure est inférieure audit au moins un seuil alors une action générée peut être l'autorisation de l'usinage.

Chaque capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration peut être traité individuellement et avoir son propre seuil.

Les seuils peuvent être différents selon les opérations d'un cycle d'usinage ou selon les tolérances exigées pour les états de surfaces des pièces par exemple ou

selon le matériau de la barre 4 ou selon l'outil de coupe utilisé. Ces seuils peuvent être paramétrables notamment de manière à pouvoir être déterminés par l'expertise de l'opérateur. On définit le seuil S de manière générale, celui-ci pouvant par exemple être un seuil d'autorisation de démarrage A1 ou un seuil de fonctionnement A2 comme décrit ci-après.

On prévoit de générer une action par exemple si au moins une mesure réalisée par l'un des capteurs de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration 9a, 9b dépasse un seuil.

Ainsi selon un premier exemple, une étape de contrôle 101 peut être réalisée avant le démarrage de l'usinage, par exemple après l'éjection d'une chute de barre, à l'introduction d'une nouvelle barre de matière 4 par l'embarreur 2 (Figure 4).

Dans cette étape de contrôle 101, on mesure un paramètre représentatif d'une vibration de la barre de matière 4 en rotation dans l'embarreur 2 pendant une durée prédéterminée et pour une consigne de vitesse de rotation et on compare la mesure à au moins un seuil d'autorisation de démarrage A1.

Il y a par exemple un seuil d'autorisation de démarrage A1 associé à chaque capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration.

Si la mesure est supérieure audit au moins un seuil d'autorisation de démarrage A1, cela peut signifier que la barre de matière 4 n'est pas conforme et présente un défaut de rectitude important. L'unité de commande numérique 6 peut alors émettre une alarme à destination d'un opérateur. L'unité de commande numérique 6 peut en outre interrompre l'usinage de la barre de matière 4, c'est-à-dire empêcher le démarrage d'un cycle d'usinage, et éventuellement commander l'éjection de la barre 4 (étape d'alarme et/ou d'interruption de l'usinage 102).

Si la mesure est inférieure audit au moins un seuil d'autorisation de démarrage A1 à l'issue de l'étape de contrôle 101, alors l'action générée peut être l'autorisation de l'usinage.

On peut ainsi détecter à chaque embarrage, une barre de matière 2 franchement mauvaise.

Selon un deuxième exemple, une étape de contrôle 103 peut être réalisée en cours d'un cycle d'usinage d'une pièce, au moins sur une portion du cycle, tel qu'au cours de certaines opérations du cycle d'usinage (par exemple tournage, perçage, fraisage, décolletage, fonçage, chariotage) ou sur tout le cycle d'usinage (Figure 5).

Cette étape de contrôle 103 peut être réalisée pour chaque pièce usinée.

Dans cette étape de contrôle 103, on mesure un paramètre représentatif d'une vibration de la barre de matière 4 en rotation dans l'embarreur 2 pendant une durée prédéterminée et pour une consigne de vitesse de rotation et on compare la mesure à
5 au moins un seuil d'autorisation de fonctionnement A2.

Il y a par exemple un seuil d'autorisation de fonctionnement A2 associé à chaque capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration 9a, 9b.

Il peut y avoir un seuil d'autorisation de fonctionnement A2 associé à chaque opération du cycle d'usinage, notamment si des consignes de vitesses de rotation
10 différentes sont appliquées en fonction des opérations réalisées.

Le au moins un seuil d'autorisation de fonctionnement A2 peut être différent du au moins seuil d'autorisation de démarrage A1.

Si la mesure est supérieure audit au moins un seuil d'autorisation de fonctionnement A2, cela peut signifier que la barre de matière 4 présente un défaut de
15 rectitude important. L'unité de commande numérique 6 peut alors émettre une alarme à destination d'un opérateur. L'unité de commande numérique 6 peut en outre interrompre le cycle d'usinage et éventuellement commander l'éjection de la barre 4 (étape d'alarme et/ou d'interruption de l'usinage 102).

L'embarreur 2 peut comporter des moyens de récupération des pièces
20 défectueuses, tel qu'un robot, pour saisir automatiquement les pièces ayant été usinées avec une mesure supérieure au seuil d'autorisation de fonctionnement A2 et les envoyer au rebut.

Si la mesure est inférieure audit au moins un seuil d'autorisation de fonctionnement A2 à l'issue de l'étape de contrôle 103 alors l'action générée peut être
25 l'autorisation de la poursuite de l'usinage.

La géométrie de la barre de matière 4 peut influencer sur les vibrations de la barre de matière 4, notamment sur les valeurs de vitesse de rotation qui entraînent un maximum de vibrations ainsi que sur l'amplitude des vibrations. La longueur de la barre 4 diminuant en cours d'usinage peut donc modifier le comportement de la barre 4 et
30 donc le résultat de la comparaison avec le au moins un seuil. Il est donc intéressant de surveiller les vibrations de la barre 2 en cours d'usinage. On peut ainsi contrôler le niveau des vibrations de la barre 4 à chaque pièce et interrompre l'usinage en cas de dépassement du seuil d'autorisation de fonctionnement A2.

Selon un troisième exemple, l'action générée pour une étape de contrôle 103 réalisée en cours d'un cycle d'usinage d'une pièce est un réglage 104 lorsque la mesure est supérieure à au moins un seuil S (Figure 6).

5 Au cours de ce réglage 104, on modifie la consigne de vitesse de rotation de la broche 5 dans une plage de vitesses admissibles. On réitère les étapes de contrôle 103 et le réglage 104 qui s'ensuit tant que la mesure est supérieure audit au moins un seuil S.

10 L'unité de commande numérique 6 commence par exemple par diminuer la consigne de vitesse de rotation de la broche 5, par exemple selon des pas réguliers tel que 5% de la consigne initiale V_i , entre la consigne initiale V_i et la vitesse minimale V_{min} avant d'augmenter la consigne de vitesse de rotation entre la consigne initiale V_i et la vitesse maximale V_{max} .

15 Par exemple, après l'exploration des valeurs de vitesse de rotation comprises entre la consigne initiale V_i et $V_i - 15\%$ de V_i par pas de 5% de V_i , on peut explorer les valeurs de vitesses de rotation comprises entre V_i et $V_i + 15\%$ de V_i par pas de 5% de V_i si la mesure reste supérieure au seuil S.

Commencer par réduire la consigne de vitesse de rotation puis l'augmenter si la mesure reste trop élevée, permet d'optimiser la durée de vie des outils de coupe.

20 Si la mesure est inférieure audit au moins un seuil S à l'issue de l'étape de contrôle 103, alors l'action générée peut être l'autorisation de l'usinage. On a alors déterminé une consigne de vitesse de rotation acceptable dans la plage de vitesses admissibles.

25 Si sur toute la plage de vitesses admissibles, la mesure reste supérieure audit au moins un seuil S, l'unité de commande numérique 6 peut alors émettre une alarme à destination d'un opérateur. L'unité de commande numérique 6 peut en outre interrompre le cycle d'usinage et éventuellement commander l'éjection de la barre 4 (étape d'alarme et/ou d'interruption de l'usinage 102).

30 On peut donc adapter la vitesse de rotation de la broche 5 autour d'une consigne de vitesse de rotation initiale pour réduire les vibrations dans une plage de vitesses admissibles.

On comprend donc que le lancement d'un cycle d'usinage ou les opérations en cours d'un cycle d'usinage peuvent ainsi être contrôlés pour éviter l'usinage de pièces

hors spécifications lorsque les barres de matières 4 présentent un défaut trop important.

5 Dans les autres cas, la vitesse de rotation de la broche 5 de la machine-outil 3 peut être adaptée pour réduire les vibrations de la barre 4 de sorte que les vibrations de celle-ci restent dans des gammes acceptables. La qualité des états de surface des pièces usinées peut ainsi être améliorée. La durée de vie des outils de coupe peut également être augmentée.

10 L'adaptation de la vitesse de rotation de la broche 5 ou l'interruption de l'usinage et/ou la génération d'une alarme peuvent en outre être déterminés spécifiquement au cas particulier d'usinage notamment grâce à la détermination des seuils pouvant prendre en compte le matériau de la barre 4 ou l'outil de coupe utilisé. La surveillance en cours d'usinage permet également de prendre en compte la longueur, évolutive, de la barre 4.

15 Bien que la description et les dessins illustrent un embarreur 2 présentant un guide linéaire 7 unique, l'invention s'applique également à d'autres types d'embarreurs, tel qu'un embarreur à barillet pour machine-outil multibroches à commande numérique.

Egalement, le chariot pousseur de l'embarreur 2 peut être remplacé par un moyen de déplacement axial de la machine-outil.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de contrôle (100) d'un usinage de pièces dans une barre de matière (4) par une machine-outil (3) à commande numérique caractérisé en ce qu'il comporte une étape de contrôle (101, 103) dans laquelle :
 - 5 - on mesure un paramètre représentatif d'une vibration d'une barre de matière (4) dans un guide linéaire (7) d'un embarreur (2), la barre de matière (4) étant entraînée en rotation par une broche (5) de la machine-outil (3), pendant une durée prédéterminée et pour une consigne de vitesse de rotation,
 - 10 - on compare la mesure à au moins un seuil (A1, A2, S), et
 - on génère une action (102, 104) sur la machine-outil (3) en fonction du résultat de la comparaison.
2. Procédé de contrôle (100) selon la revendication précédente, dans lequel si la mesure est supérieure audit au moins un seuil (A1, A2), une action générée (102)
 - 15 est une émission d'une alarme et/ou une interruption de l'usinage par la machine-outil (3) de la barre de matière (4) chargée dans l'embarreur (2).
3. Procédé de contrôle (100) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une étape de contrôle (101) est réalisée avant le démarrage d'un usinage, à l'introduction d'une nouvelle barre de matière (4) par l'embarreur (2).
- 20 4. Procédé de contrôle (100) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel une étape de contrôle (103) est réalisée en cours d'usinage, tel qu'au cours de certaines opérations d'un cycle d'usinage ou sur tout le cycle d'usinage.
5. Procédé de contrôle (100) selon l'une des revendications précédentes, dans lequel si la mesure est supérieure audit au moins un seuil (S), une action générée est un
 - 25 réglage (104) dans lequel on modifie la consigne de vitesse de rotation de la broche (5) dans une plage de vitesses admissibles et on réitère les étapes de contrôle (103) et le réglage (104) tant que la mesure est supérieure audit au moins un seuil (S).
6. Procédé de contrôle (100) selon la revendication précédente, dans lequel on
 - 30 commence par diminuer la consigne de vitesse de rotation de la broche (5) entre une consigne initiale (Vi) et une vitesse minimale (Vmin) avant d'augmenter la consigne de vitesse de rotation entre la consigne initiale (Vi) et une vitesse maximale (Vmax).

7. Procédé de contrôle (100) selon l'une des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que la consigne de vitesse de rotation est modifiée par pas de 5% d'une consigne initiale (V_i).
8. Procédé de contrôle selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisé en ce qu'un réglage (104) est réalisé en cours d'usinage.
9. Procédé de contrôle selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'un paramètre représentatif d'une vibration est une vibration mécanique ou acoustique ou un signal optique ou magnétique.
10. Système d'usinage (1) comportant un embarreur (2) pour alimenter une machine-outil (3) à commande numérique en barres de matière (4), caractérisé en ce que l'embarreur (2) comprend :
 - au moins un capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration (9a, 9b) d'une barre de matière (4) entraînée en rotation par une broche (5) de la machine-outil (3),
 - une unité de mesure (10) reliée audit au moins un capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration (9a, 9b) et à une unité de commande numérique (6) de la machine-outil (3), l'unité de mesure (10) étant configurée pour :
 - mesurer un paramètre représentatif d'une vibration d'une barre de matière (4) dans un guide linéaire (7) de l'embarreur (2) entraînée en rotation par une broche (5) de la machine-outil (3), pendant une durée prédéterminée et pour une consigne de vitesse de rotation,
 - comparer la mesure à au moins un seuil,
 - générer une action sur la machine-outil (3) en fonction du résultat de la comparaison.
11. Système d'usinage (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le au moins un capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration (9a, 9b) (9a, 9b), tel qu'un accéléromètre, est configuré pour mesurer une vibration mécanique ou sonore de la barre de matière (4) en rotation dans la broche (5).
12. Système d'usinage (1) selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que l'embarreur (2) comporte au moins deux capteurs de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration (9a, 9b), un premier capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration (9a) étant agencé en sortie d'un guide

linéaire (7) de l'embarreur (2) et un deuxième capteur de mesure d'un paramètre représentatif d'une vibration (9b) étant agencé à une position médiane du guide linéaire (7).

13. Système d'usinage (1) selon l'une des revendications 10 à 12, comportant une
5 machine-outil (3) à commande numérique.

Fig.1

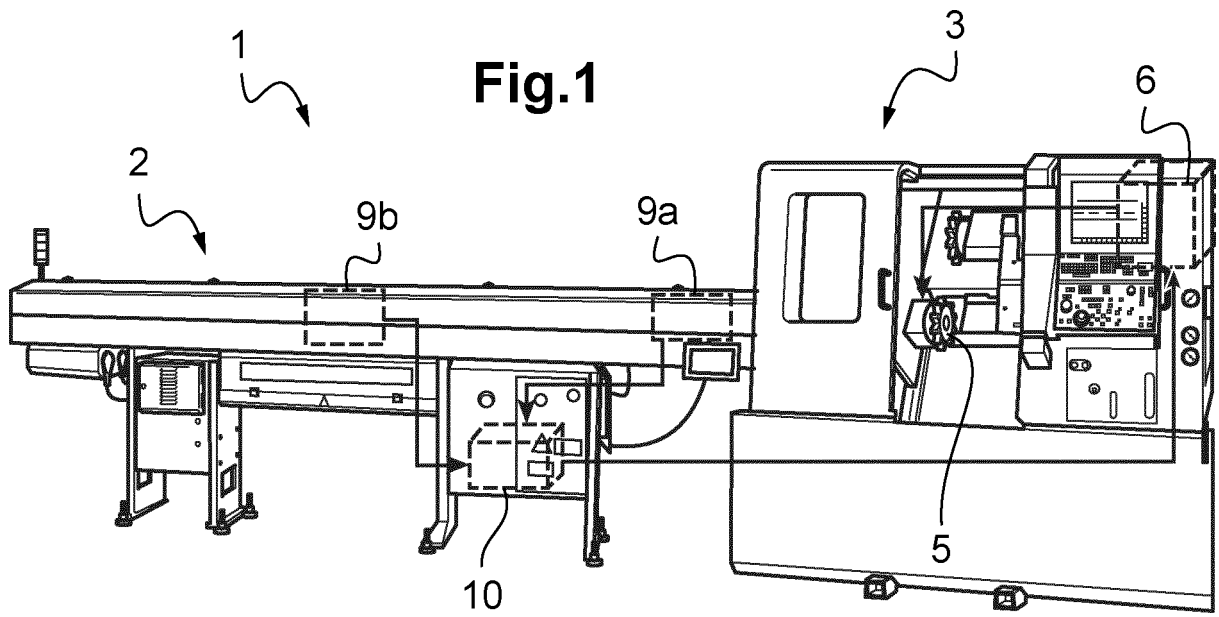


Fig.2

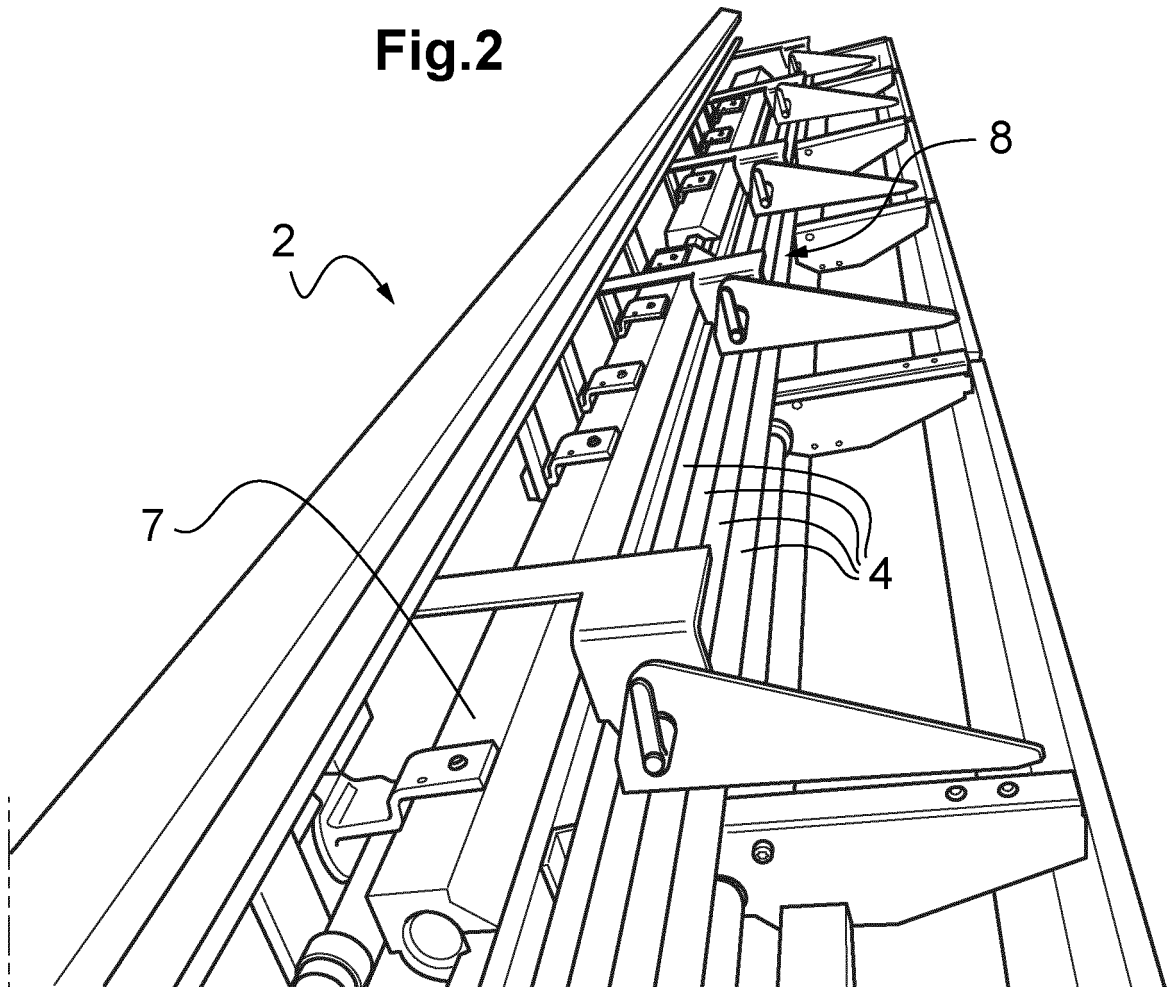


Fig.3

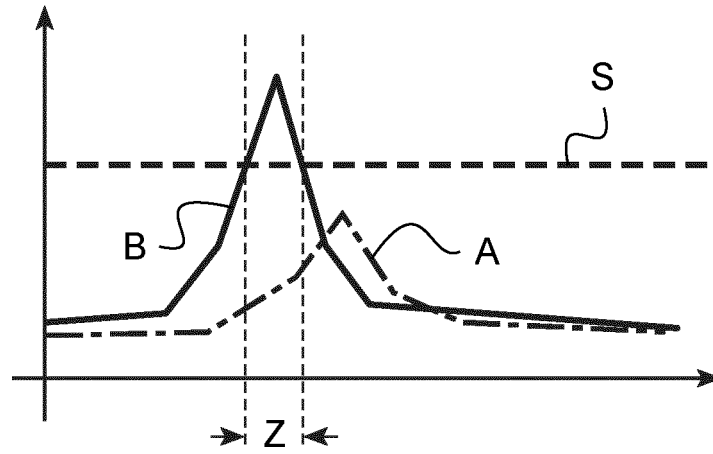


Fig.4

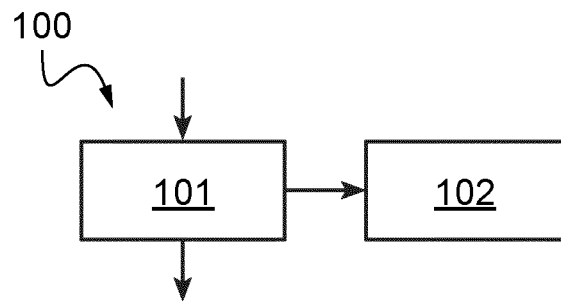


Fig.5

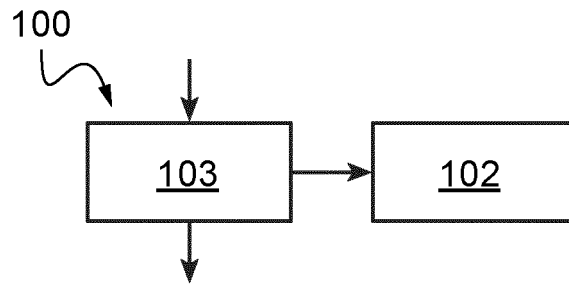
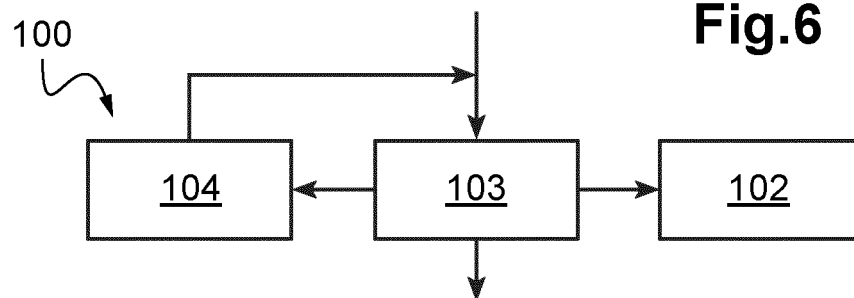


Fig.6



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☒ Le demandeur a maintenu les revendications.

☐ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

DE 10 2013 020597 B3 (FMB MASCHB GES [DE])
30 octobre 2014 (2014-10-30)

EP 2 949 423 A2 (NAKAMURA TOME PRECISION
IND [JP]) 2 décembre 2015 (2015-12-02)

WO 2011/118318 A1 (CITIZEN HOLDINGS CO LTD
[JP]; CITIZEN MACHINERY MIYANO CO [JP];
YANAKA) 29 septembre 2011 (2011-09-29)

WO 2009/110014 A1 (IEMCA GIULIANI MACCHINE
ITALIA [IT]; MELANDRI PIERANTONIO [IT];
BASSI) 11 septembre 2009 (2009-09-11)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

NEANT

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT