(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 567 641**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **84 11110**

(51) Int Cl⁴ : G 01 B 21/20, 7/28.

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) Date de dépôt : 12 juillet 1984.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 17 janvier 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : *ETS LEMOINE & CIE SA.* — FR.

(72) Inventeur(s) : Jean Pouyet.

(73) Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : Jean Pouyet.

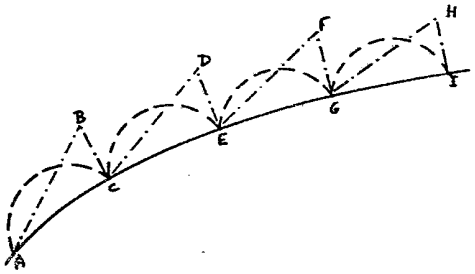
(54) Procédé automatique de digitalisation d'un modèle par palpeur digital.

(57) L'invention permet d'obtenir automatiquement la digitalisation d'un modèle au moyen d'un palpeur fixé sur une machine à mesurer tridimensionnelle ou sur une broche d'une machine outil à commande numérique.

On obtient par une suite de déplacements circulaires : ACCE-EG etc... ou triangulaires : ABC-CDE-EFG etc... du palpeur, une succession de coordonnées de points représentatifs du modèle et sensiblement équidistants quelle que soit la forme du modèle.

Les rayons et les côtés des cercles ou triangles sont constants, les centres des cercles et triangles étant fonction des deux précédentes positions du palpeur en contact avec le modèle.

Cette digitalisation permet éventuellement une reproduction aisée du modèle par une machine outil à commande numérique.



FR 2 567 641 - A1

Vente des fascicules à l'IMPRIMERIE NATIONALE, 27, rue de la Convention — 75732 PARIS CEDEX 15

L'invention concerne un procédé automatique de digitalisation d'un modèle par une machine à mesurer tridimensionnelle équipée d'un palpeur à contact.

Pour le repérage des cotes d'une pièce quelconque on connait le procédé qui consiste à explorer la pièce dans une série de plans parallèles, le trajet du palpeur étant une suite de créneaux orthonormés dont le pas est constant et fixé par l'opérateur.

Ce procédé présente l'inconvénient de définir des distances d'exploration sur le pièce qui sont variables et fonction de l'inclinaison du modèle par rapport aux axes de déplacement du palpeur.

Un procédé plus évolué consiste à faire décrire au palpeur des créneaux rectangulaires dont les côtés sont parallèles et perpendiculaires au segment matérialisé par les deux positions précédentes du palpeur correspondant au contact avec le modèle.

La présente invention a pour but de rendre le mouvement du palpeur plus rapide en lui faisant décrire un cheminement en forme de portions de cercle ou de triangles équilatéraux.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages de celle-ci apparaitront mieux à la lumière de la description qui va suivre d'un appareillage susceptible d'exécuter le procédé de l'invention pour l'exploration du contour d'un objet - modèle par ledit appareillage, faite en référence aux dessins annexes dans lesquels :

- La figure 1 représente schématiquement les éléments essentiels d'un appareillage permettant la mise en oeuvre de l'invention.
- La figure 2 représente plus particulièrement plusieurs dispositions successives du palpeur, par rapport au modèle.
- Les figures 3, 4, 5 et 8 illustrent le déplacement du palpeur mis en oeuvre suivant le procédé de l'invention.

En se reportant plus particulièrement à la figure 1 on voit que la mise en oeuvre du procédé de l'invention suppose un système de déplacement relatif du palpeur par rapport au modèle suivant trois axes perpendiculaires X Y Z. Un tel type de machine existe couramment dans l'industrie soit sous forme de machine à mesurer tridimensionnelle, soit sous forme de machine outil.

L'exploration du modèle se fait dans une suite de plans parallèles et nous supposerons que l'on travaille dans des plans horizontaux donc à Z = constante étant entendu que le raisonnement serait le même si l'on travaillait dans des plans verticaux.

Le palpeur (1) est supposé cylindrique pour une compréhension plus aisée de l'invention mais on peut envisager tout autre forme notamment une forme cylindrique à extrêmité sphérique. Il est organisé pour délivrer un signal électrique dès qu'il vient en contact avec la pièce (2). Les cotes relatives du palpeur et du modèle sont relevées par le système de mesure qui équipe la machine à mesurer ou la machine outil à commande numérique si c'est une machine de ce type qui est utilisée pour le palpage.

Les moteurs des déplacements suivant X et Y sont pilotés par un calculateur (3) recevant les informations représentatives du contact entre le palpeur (1) et le modèle (2) par l'intermédiaire d'une mémoire M, où sont stockées les-dites informations.

Le système de déplacement du palpeur (1) permet une progression suivant X et Y. La démultiplication de la transmission de mouvement entre les moteurs 4 et 5 pilotant le palpeur suivant X et Y d'une part et le support de palpeur d'autre part est suffisamment importante de sorte qu'une rotation élémentaire de l'un des moteurs ne se traduit que par un déplacement élémentaire de quelques microns suivant la direction X ou Y correspondante.

On conçoit donc que si les moteurs 4 et 5 sont commandés en même temps par une suite d'ordres élémentaires, le mouvement du palpeur pourra être assimilé à une courbe continue. En programment convenablement le calculateur ou en utilisant à cet effet une commande numérique déjà utilisée sur la machine à mesurer tridimensionnelle ou la machine outil à commande numérique, il sera facile de déterminer que la courbe soit un cercle ou un triangle équilatéral.

La figure 2 illustre, suivant une vue en plan, les positions du palpeur correspondant à plusieurs contacts avec le modèle. Les positions du centre du palpeur figurant en A, B etc... sont désignées ultérieurement par le terme "pôles".

On va maintenant décrire, en référence à la figure 3, un mode de progression du palpeur le long du contour de l'objet modèle.

Le palpeur ayant déjà touché le modèle à deux reprises, la mémoire M a retenu les cotes des pôles A et B. Le calculateur détermine la position du centre O_1 du nouveau trajet du palpeur tel que le vecteur $\overrightarrow{BO_1}$ soit égal à la moitié du vecteur $\overrightarrow{AB}$. Ensuite, le même calculateur, ou un autre calculateur annexe au premier, ou la commande numérique de la machine utilisée pour le palpage, si cette machine est dotée d'une commande numérique, détermine les impulsions à donner aux moteurs des axes X et Y pour que le mouvement du palpeur soit un cercle passant par B et centré en O_1.

Quand le palpeur parcourant le cercle précédent touchera le modèle, cette position correspondant au pôle C, le signal électrique délivré par le palpeur sera transmis au calculateur ou à la commande numérique qui donnera un signal d'arrêt immédiat aux moteurs (4) et (5).

Si le palpeur présente une certaine flexibilité sans résilience dans le sens horizontal, le support du palpeur s'arrêtera très près de C en C' sans endommager la pièce et sans cause d'erreur pour la suite des opérations.

Au moment exact où le palpeur a délivré son signal en C, les cotes du pôle C sont prises "à la volée" à partir des moyens de mesure de la machine à mesurer tridimensionnelle ou de la machine outil à commande numérique et stockées dans la mémoire M du calculateur.

Dès qu'il y a eu contact, le calculateur (3) peut déterminer le centre d'un nouveau cercle O_2 tel que $\overrightarrow{CO_2} = \frac{\overrightarrow{BC}}{2}$. Le palpeur arrêté en C' parcourera le cercle passant par C' et de centre O_2, jusqu'au nouveau contact avec la pièce, le déplacement du palpeur étant commandé par le calculateur ou par la commande numérique.

Le déplacement du palpeur entre deux points de contact étant circulaire, son mouvement sera plus régulier que s'il devait se faire sous forme de créneaux rectangulaires.

La mémorisation des différents pôles A B C etc... dans la mémoire M permettra de connaître de façon systématique la géométrie d'une surface enveloppe du modèle palpé. Ainsi, il sera possible ensuite d'usiner une pièce à l'identique du modèle si on utilise un outil de même forme que le palpeur et qu'on le fasse passer suivant une courbe continue passant par tous les pôles mémorisés.

On ne changerait pas l'invention en modifiant légèrement la détermination du centre des cercles qui forment les trajets du palpeur.

Ainsi, il serait possible de déterminer O_2 par le vecteur $\overrightarrow{CO_2}$ parallèle à $\overrightarrow{BC}$ et dont la longueur ne serait plus égale à $\frac{|\overrightarrow{BC}|}{2}$ mais serait une valeur constante prédéterminée par l'opérateur.

De même, il serait possible de déterminer O_2 non plus à partir du pôle C mais à partir du point d'arrêt C' à partir du vecteur $\overrightarrow{C'O_2}$ dans le prolongement du vecteur $\overrightarrow{BC'}$ et de longueur $\frac{BC'}{2}$ ou de longueur constante fixée par l'opérateur.

Se référant à la figure 4, il est possible également de déterminer O_2 par une rotation de ΩC (ou $\Omega C'$) d'un angle égal à $\frac{\widehat{\Omega B . \Omega C \text{ (ou } C')}}{2}$, Ω étant le centre du cercle passant par A B C.

Suivant la figure 5, on pourra également fixer le centre du cercle non pas comme il a été déterminé précédemment, mais sur la perpendiculaire à A B tels que B H et H O soient constants et fixés par l'opérateur. Dans ces conditions O B et l'angle $\widehat{AB . BO}$ sont également constants. Cette façon d'opérer présente l'avantage de diminuer la longueur du trajet du palpeur entre deux contacts et de réduire l'éloignement possible du palpeur par rapport au modèle.

Les figures 6 et 7 montrent que, quelles que soient la forme du modèle et la position du centre du cercle, le palpeur rencontrera toujours la pièce.

Bien entendu, dans la mesure où le rayon de courbure du modèle varie beaucoup, la digitalisation sera d'autant plus régulière que le rayon des cercles de déplacement du palpeur sera petit en regard du rayon de courbure minimum du modèle.

La figure 8 montre le déplacement du palpeur le long du modèle suivant quatre cercles successifs.

La figure 9 explicite la position du centre du cercle décrit par le palpeur dans le déplacement circulaire de celui-ci entre B et C.

La figure 10 montre un autre mode de progression du palpeur sous forme de triangles équilatéraux.

Le palpeur ayant défini deux pôles A et B, le trajet serait un triangle BCD équilatéral tel que le côté BC ferait un angle de 30° avec AB. Le point de contact du palpeur avec la pièce est déterminé par le pôle M. Le côté du triangle aurait une valeur constante fixée par l'opérateur.

REVENDICATIONS

1. Procédé automatique de digitalisation d'un modèle par une machine à mesurer tridimensionnelle ou une machine outil à commande numérique munie d'un palpeur digital et consistant à mémoriser une succession de positions du palpeur sensiblement équidistantes, le trajet du palpeur entre deux contacts étant circulaire (figure 8).

2. Procédé selon la revendication précédente comportant un palpage au moyen d'un palpeur flexible ou rétractable dont une extrêmité se trouve dans un plan, la position dudit palpeur au modèle palpé étant assujétie à se déplacer selon une succession d'arcs de cercles centré en O, O étant tel que si A et B sont les deux précédentes positions du palpeur en contact avec le modèle, O B est constant ou sensiblement constant et O B fait avec A B un angle constant ou sensiblement constant (figure 9).

3. Procédé automatique de digitalisation d'un modèle par une machine à mesurer tridimensionnelle ou une machine outil à commande numérique munie d'un palpeur digital et consistant à mémoriser une succession de positions du palpeur sensiblement équidistantes, le trajet du palpeur entre deux contacts étant un triangle équilatéral dont le premier côté fait un angle de 30 degrés avec le segment constitué par les deux pôles précédents (figure 10).

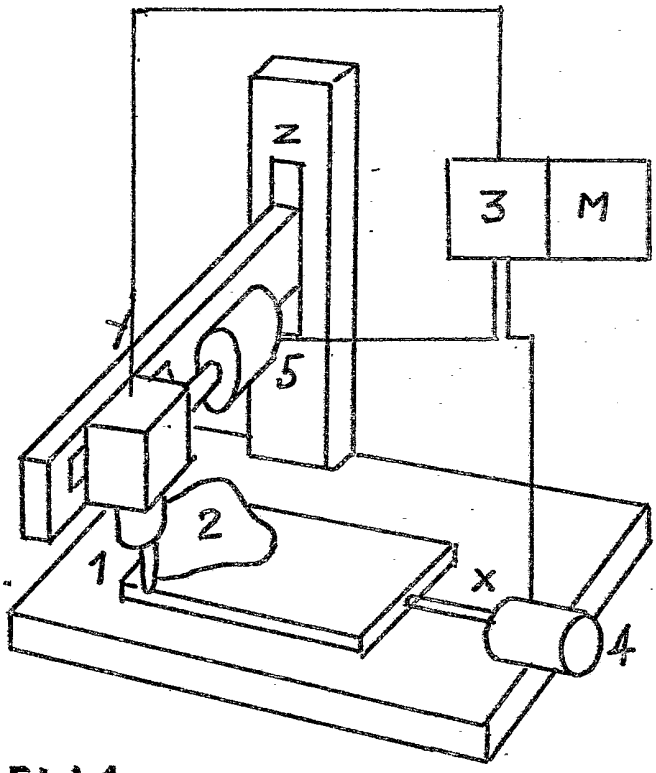


FIG.1

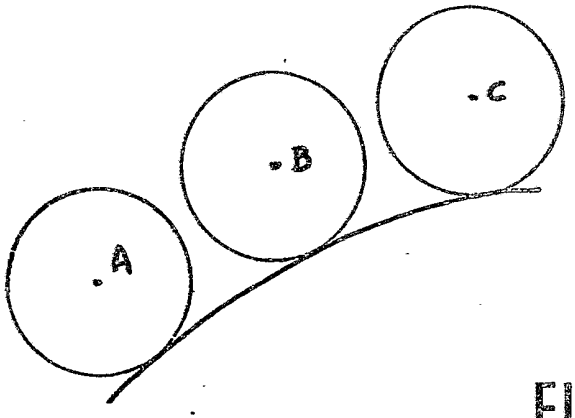


FIG.2

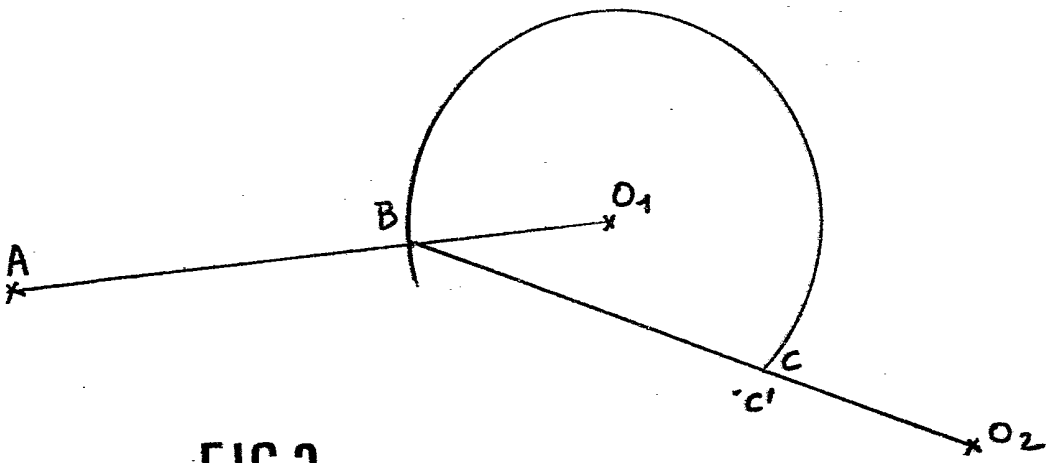


FIG.3

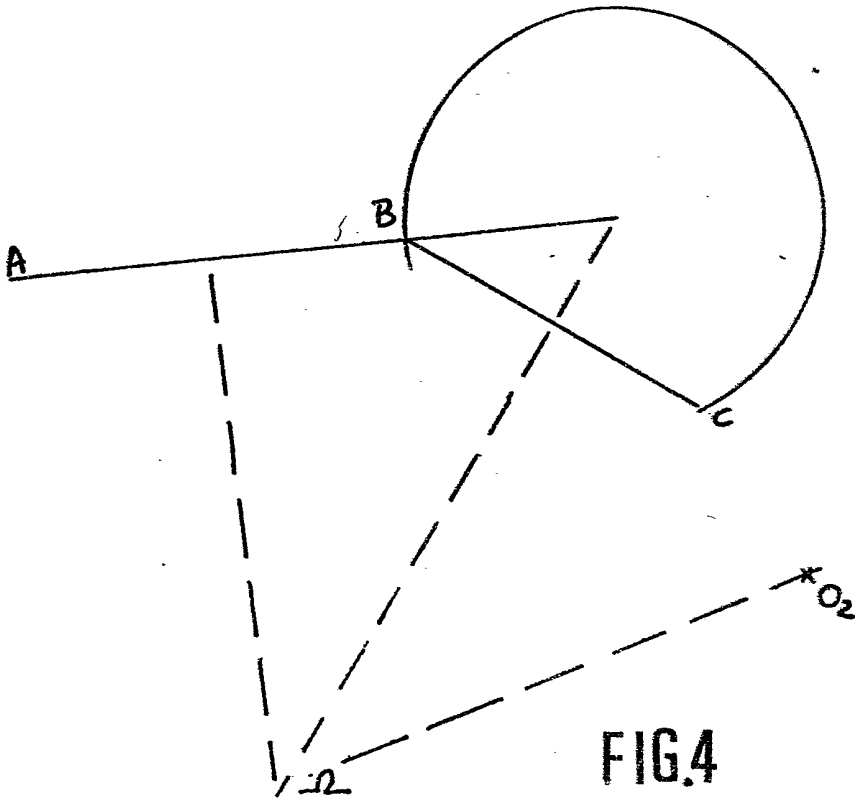


FIG.4

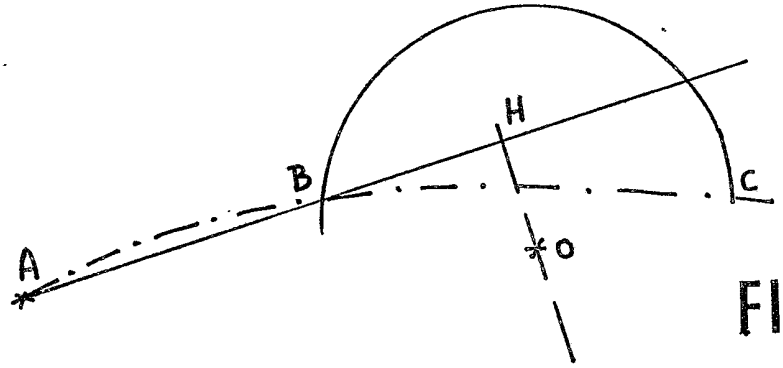


FIG.5

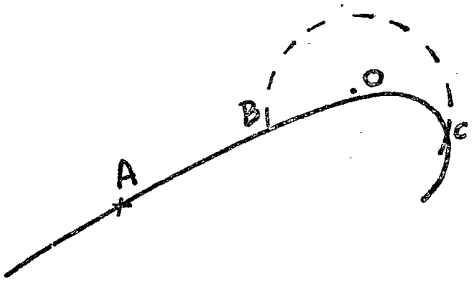


FIG.6

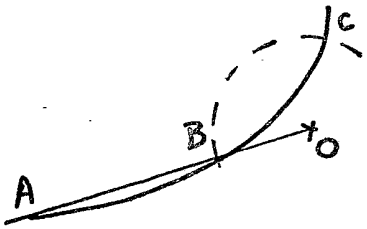


FIG.7

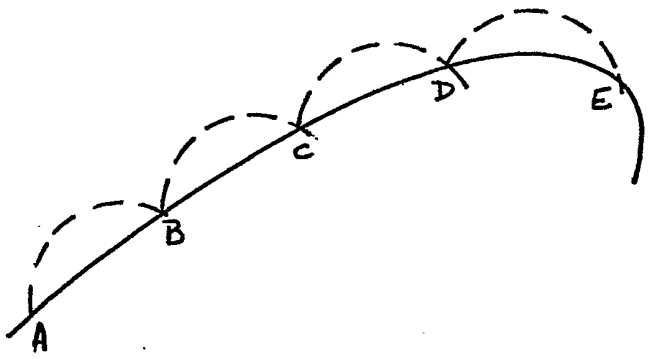
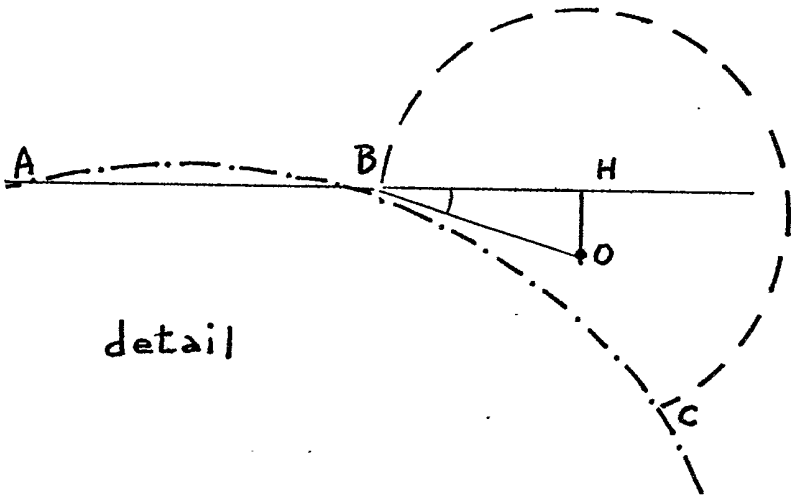


FIG.8



detail

FIG.9

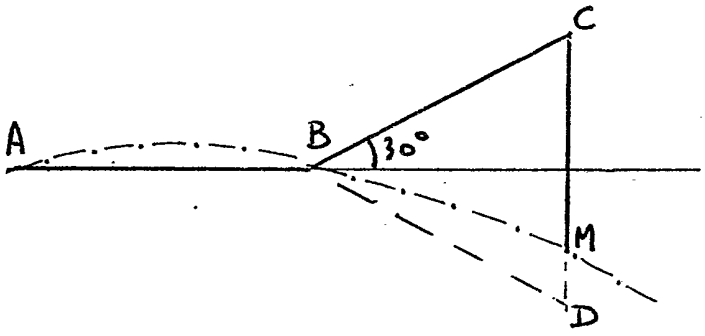


FIG.10