

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 496 870

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 23820

(54) Appareil de mesure pour le contrôle dimensionnel d'une pièce mécanique.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). G 01 B 5/00, 5/08.

(22) Date de dépôt..... 21 décembre 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *Italie, 23 décembre 1980, n° 3599A/80.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 25 du 25-6-1982.

(71) Déposant : Société dite : FINIKE ITALIANA MARPOSS SPA, résidant en Italie.

(72) Invention de : Mario Possati.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Lavoix,
2, place d'Estienne-d'Orves, 75441 Paris Cedex 09.

La présente invention se rapporte à un appareil de mesure pour le contrôle dimensionnel d'une pièce mécanique qui comporte un support, un bras de mesure mobile par rapport au support, un palpeur relié au bras pour toucher la
5 pièce à contrôler, des moyens de liaison comportant un premier élément fixé au bras et un deuxième élément fixé au support, le premier et le deuxième éléments permettant des déplacements de mesure limités, essentiellement de rotation, du bras au support, et des moyens de détection, as-
10 sociés au bras et au support.

On connaît déjà un appareil de mesure pour le contrôle dimensionnel d'une pièce dans lequel un bras de mesure mobile, qui porte un palpeur adapté pour toucher la pièce, est relié à un support au moyen de ressorts plats
15 contenus dans deux plans perpendiculaires dont l'intersection définit un axe qui est pratiquement fixe par rapport au support, et autour duquel le bras tourne par rapport au support.

Cet appareil de mesure est précis parce que l'axe
20 de rotation du bras mobile est défini avec une grande précision par les ressorts plats et, en outre, parce qu'il n'y a pas de frottement.

En raison de la fragilité des ressorts, cet appareil de mesure peut être mal approprié pour contrôler des
25 pièces au cours d'usinage et, en particulier, dans les applications comprenant des dispositifs d'approche rapide et de retrait rapide de l'appareil de mesure par rapport à la pièce, et dans lesquels l'appareil de mesure est en conséquence soumis à de fortes contraintes mécaniques.

30 Dans d'autres appareils de mesure connus, un bras de mesure mobile est couplé à un support au moyen d'une charnière cylindrique comprenant une tige de charnière cylindrique et une bague cylindrique. Ce type d'accouplement est très robuste mais présente certains inconvénients.

35 La combinaison formée d'une tige cylindrique et d'une bague cylindrique ne définit pas de façon univoque la position de l'axe de rotation de la tige par rapport à

la bague. Ainsi qu'il est déjà connu, cet axe de rotation est contenu dans les limites de l'espace défini par une surface cylindrique dont le diamètre du cercle de base est égal à la tolérance d'ajustement existant entre la
5 tige et la bague et dont l'axe géométrique longitudinal coïncide avec l'axe géométrique de la bague.

L'indétermination de l'axe de rotation du bras mobile d'un appareil de mesure est la cause d'erreurs de reproduction des mesures. Pour limiter ces erreurs, les
10 appareils de mesure déjà connus sont construits de manière à présenter un très petit jeu radial entre l'axe et la bague mais ce procédé de combinaison de pièces implique un usinage extrêmement précis, et par conséquent coûteux, des deux pièces.

15 Un inconvénient de la combinaison d'une tige cylindrique et d'une bague cylindrique consiste dans l'usure résultant du glissement mutuel de ces éléments. L'usure agrandit l'espace dans lequel se trouve l'axe de rotation et, par conséquent, elle accentue les erreurs de reproduction de l'appareil de mesure.
20

Un autre inconvénient résultant de la combinaison d'une tige cylindrique et d'une bague cylindrique consiste dans le risque de grippage des deux pièces appariées, par exemple, en raison de la poussière ou de la saleté. Le
25 risque de grippage augmente d'autant plus qu'il y a moins de jeu radial entre la tige et la bague.

Le but de la présente invention est de réaliser un appareil de mesure dans lequel les moyens qui relient le bras au support garantissent l'obtention d'une liaison
30 mécanique très solide, et en outre, définissent d'une façon univoque une articulation permettant la rotation du bras qui est fixe par rapport au support.

Ce but est atteint avec un appareil de mesure du type défini au début de la description, dans lequel les
35 moyens de liaison comprennent des moyens élastiques qui sont couplés au bras et au support de manière à maintenir fermement le premier et le deuxième élément en contact

entre eux, afin de définir un axe géométrique de rotation du bras qui soit fixe par rapport au support.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront au cours de la description qui va suivre

5 Aux dessins annexés, donnés uniquement à titre d'exemple,

- la figure 1 est une vue de côté en partie en coupe d'un dispositif de mesure suivant une forme préférée de réalisation, le dispositif comprenant un appareil de mesure muni d'un boîtier dont on a enlevé un couvercle de fermeture latéral, et des moyens de liaison reliant le
10 dispositif de mesure à une rectifieuse pour l'usinage des surfaces extérieures ;

- la figure 2 est une vue simplifiée et à plus grande échelle d'un détail de l'appareil de mesure représenté sur la figure 1 ; et
15

- la figure 3 est une vue en coupe suivant la ligne III-III du détail représenté sur la figure 2, dans laquelle on a également représenté le couvercle latéral du boîtier de l'appareil de mesure.

20 Sur les figures 1 et 2, un appareil de mesure 1 comprend un boîtier support extérieur 2 qui comporte une paroi verticale ayant un périmètre rectangulaire, quatre parois latérales 4 à 7 perpendiculaires à la paroi 3 et un couvercle amovible 8 représenté sur la figure 3, qui
25 ferme l'ouverture située à l'opposé de la paroi verticale 3. Le couvercle 8 est fixé aux parois 4 à 7 au moyen de vis, non représentées, vissées dans des trous 9 à 14 des parois. De cette façon, le couvercle 8 peut être considéré comme une partie du boîtier 2.

30 Un bras 15 présente une extrémité 16 fixée à la paroi 6, à l'extérieur du boîtier 2, au moyen de vis dont les axes géométriques 17 et 18 sont représentés sur la figure 1.

L'autre extrémité 19 du bras 15 porte un palpeur
35 20 qui touche un premier point de la surface d'une pièce 21 à contrôler.

Par exemple, la pièce 21 peut être une portée

principale ou un maneton de vilebrequin dont le diamètre doit être contrôlé au cours d'une opération de rectification. Le banc 23 de la rectifieuse et la meule 22 sont partiellement représentés sur la figure 1.

5 Le vilebrequin est positionné par rapport au banc 23 d'une façon connue, par exemple tenu par deux centres (non représentés sur les dessins).

Par ailleurs, la pièce 21 est entraînée en rotation autour d'un axe 79 qui est fixe par rapport au banc 10 23, à l'aide de moyens d'entraînement déjà connus et qu'on a donc omis de représenter.

L'appareil 1 possède un deuxième bras 24, mobile par rapport au boîtier 2 et qui comporte une partie 25 située à l'extérieur du boîtier 2 et une partie 26 située 15 pratiquement à l'intérieur du boîtier 2. Un palpeur 27 est fixé à une extrémité de la partie 25 et touche la surface de la pièce 21 en un point qui est diamétralement opposé à celui touché par le palpeur 20. La partie 26 comprend une tige 28 qui traverse une ouverture 29 de la pa- 20 roi 7 et qui présente à une extrémité un trou pour le passage d'une vis 30 servant à fixer la partie 25 à la partie 26. La partie 26 présente également un trou transversal dans lequel est bloqué, par ajustement serré, un élément de liaison constitué par une bague 31 qui délimite 25 un trou cylindrique 32 transversal à la direction longitudinale de la partie 26.

Un autre élément de liaison consistant en une tige 33 à peu près prismatique passe longitudinalement dans le trou 32 de la bague 31, avec un certain jeu radial, et 30 est bloqué sur le boîtier 2, (figure 3), à l'aide de vis 34 et 35. La vis 34 a sa tige engagée à travers un trou 36 de la paroi 3 et est couplée par vissage à une extrémité d'un trou traversant 37 de la tige 33. La vis 35 a son extrémité engagée à travers un trou 38 du couvercle 35 8 et est accouplée par vissage à une deuxième extrémité du trou 37. Les sections transversales de la tige 33 ont un périmètre à peu près carré et des arêtes chanfreinées.

Des moyens élastiques constitués par un ressort hélicoïdal 39 ont une extrémité couplée à un doigt 40 qui est fixé à la partie 26 du bras 24 et une autre extrémité couplée à un doigt 41 fixé à la paroi 4 du boîtier 2. Le
5 ressort 39 applique au bras 24 une force qui tend, comme représenté sur la figure 2, à appliquer la surface du trou 32 contre deux arêtes adjacentes 42 et 43 de la tige 33. Le contact entre les arêtes 42 et 43 et la surface du trou 32 se produit le long de deux génératrices de la surface
10 du trou qui sont adjacentes aux arêtes précitées. L'élasticité des ressorts 39 permet donc des rotations limitées du bras 24 par rapport au boîtier 2, autour d'un axe géométrique, fixe par rapport au boîtier 2 et défini par le contact entre la tige 33 et la surface du trou 32. Cet
15 axe géométrique est l'intersection de deux plans qui passent, instant après instant, le long des deux génératrices du trou 32, qui sont en contact avec les arêtes 42 et 43 et qui sont perpendiculaires à la surface du trou 32. Naturellement, cet axe géométrique est l'axe géométrique
20 longitudinal du trou 32.

Par ailleurs, par définition, l'amplitude du jeu radial existant entre la tige 33 et le trou 32 n'affecte pas l'axe de rotation du bras 24 ; l'appareil de mesure 1 est donc précis.

25 Lorsque le diamètre de la pièce 21 atteint la valeur nominale, la ligne d'action de la force développée par le ressort 39 coupe l'axe géométrique longitudinal du trou 32. La ligne d'action du ressort 39 est par ailleurs contenue dans un plan qui est perpendiculaire à l'axe géométrique longitudinal du trou 32 et qui passe par les
30 points où les palpeurs 20 et 27 touchent la surface de la pièce 21.

Des moyens de détection constitués par une tête de mesure 44 du type "crayon" ou "cartouche", qui comprend un
35 transducteur de position du type inductif, sont couplés à la paroi 5 du boîtier 2 au moyen d'une bride 45.

La tête 44 comprend un palpeur mobile 46 qui est

poussé par un ressort, non représenté sur le dessin, placé à l'intérieur de la tête 44 et peut ainsi toucher l'extrémité de la partie 26 qui est à l'opposé de la tige 28. La tête 44 est connectée à une unité d'alimentation en énergie, de traitement et d'affichage, non représentée, par un câble 47 qui sort du boîtier 2 à travers un trou 48 ménagé dans la paroi 5. Une garniture d'étanchéité 49 élastiquement flexible et interposée entre le câble 47 et le trou 48, et un écrou annulaire 50 qui est fixé dans une extrémité du trou 48 et serre la garniture d'étanchéité 49, ferment le trou 48.

Un ressort hélicoïdal 51 a une extrémité couplée à un bloc 52 fixé à la paroi 3 et une deuxième extrémité couplée à la partie 26. Le ressort 51 sollicite la partie 26 du bras 24 pour appliquer le palpeur 27 contre la surface de la pièce 21.

Une butée de limitation 53, reliée de façon réglable au bloc 52, limite l'amplitude des rotations du bras 24 dans le sens inverse de celui des aiguilles d'une montre, en évitant ainsi toute détérioration de la tête de mesure 44.

Les rotations du bras 24 dans le sens des aiguilles d'une montre sont limitées par l'entrée en contact entre la partie 26 et la surface de la paroi 6 qui lui est adjacente.

Des garnitures d'étanchéité annulaires 54 et 55, visibles sur la figure 3, sont logées dans des gorges correspondantes de la tige 33, en formant ainsi un joint étanche entre la tige 33 et la paroi 3 et entre cette tige et le couvercle 8. Une garniture d'étanchéité 57, placée entre les parois 4 à 7 et le couvercle 8, et une garniture d'étanchéité 58 placée entre la tige 28 et l'ouverture 29 ferment le boîtier 2 à joint étanche. La garniture d'étanchéité 58 est élastiquement flexible de manière à permettre des mouvements limités de rotation du bras 24.

La paroi 6 présente un trou 59 fermé par un bouchon 60 et une garniture d'étanchéité 61 et à travers lequel on

peut remplir la chambre hermétiquement fermée définie par le boîtier 2 d'un fluide visqueux, de préférence d'une huile de silicone. Le fluide visqueux a pour mission d'amortir les mouvements du bras 24 et il exerce également un effet lubrifiant qui réduit le frottement de glissement, dû à la rotation du bras 24, entre la surface du trou 32 et les arêtes 42 et 43.

Un bras 62, bridé contre la paroi 6 au moyen de vis dont les axes 63 et 64 sont indiqués sur la figure 1, relie l'appareil 1 à un dispositif 65 qui supporte l'appareil 1 et sert à le rapprocher de la pièce 21 au début de l'opération de rectification et à le retirer lorsque l'usinage est terminé.

Le dispositif 65 comprend une plaque 66 reliée au banc 23 de la rectifieuse à l'aide de moyens de liaison constitués par une broche 67 dont l'axe géométrique longitudinal est parallèle à l'axe 79 de la pièce 21. Le bras 62 est relié à une extrémité de la plaque 66 par une broche 68 et il peut tourner par rapport à la plaque 66 autour de l'axe géométrique de la broche 68, c'est-à-dire parallèlement à l'axe 79. L'amplitude des rotations du bras 62 par rapport à la plaque 66 est limitée par deux dispositifs limiteurs 69 et 70, fixés à la plaque 66, qui peuvent coopérer avec des côtés opposés d'une extrémité 71 du bras 62.

A son tour, la plaque 66, actionnée par un dispositif de commande 72, peut tourner par rapport au banc 26 autour d'une broche 67. Un dispositif limiteur 73, fixé au banc 23, limite les rotations de la plaque 66 dans le sens des aiguilles d'une montre. La position du dispositif limiteur 73 est réglable de manière à obtenir l'entrée en contact entre les palpeurs 20 et 27 et la pièce 21 le long d'un diamètre de cette pièce 21 lorsque la valeur du diamètre correspond à une valeur nominale connue.

La plaque 66 supporte un appui fixe et un dispositif d'actionnement correspondant, qu'on a omis de représenter parce qu'ils sont d'un type connu. L'appui fixe,

en coopérant avec la surface de la pièce 21 dans une position qui est diamétralement opposée à la position de contact entre la meule 22 et la surface de la pièce 21, sert à empêcher la pièce 21 de fléchir lorsque la meule 22 est pressée contre la surface de la pièce. Au cours de la rectification, le dispositif d'actionnement de l'appui fixe 5 déplace cet appui fixe vers la surface de la pièce 21 de manière à compenser la réduction du diamètre qui se produit par suite de l'usinage.

10 Le dispositif de commande 72 comprend une bielle 74 qui peut être déplacée, par exemple hydrauliquement, dans la direction indiquée par la flèche 75 représentée sur la figure 1. Une extrémité 76 de la bielle 74 coopère avec des surfaces de butée de fin de course 77 et 78 15 qui sont solidaires de la plaque 66, en provoquant ainsi une rotation de la plaque 66 autour de la broche 67.

Au début d'une opération de rectification de la pièce 21, le dispositif de commande 72 fait tourner la plaque 66 dans le sens des aiguilles d'une montre, en la 20 faisant passer d'une position de repos, non représentée, à la position dans laquelle la plaque 66 bute contre le dispositif limiteur 73.

Pendant une première phase de rotation de la plaque 66, le moment du poids-force de l'appareil 1 et du 25 bras 62, par rapport à l'axe géométrique longitudinal de la broche 68, maintient l'extrémité 71 du bras 62 en butée contre le dispositif limiteur 69. Ensuite, le palpeur 20, en touchant la surface de la pièce 21, provoque une rotation du bras 62, et de l'appareil 1 autour de la broche 68 30 dans le sens inverse de celui des aiguilles d'une montre. Lorsque la plaque 66 est en contact avec la butée 73, l'extrémité 71 du bras 61 est dans une position intermédiaire entre les dispositifs limiteurs 69 et 70 et l'appareil 1 est dans la position de mesure.

35 Lorsque le palpeur 27 touche à son tour la surface de la pièce 21, il provoque une rotation du bras 24 à partir d'une position de repos, ou position de fermeture maxi-

mum, dans laquelle la partie 26 est en contact avec la butée de limitation 53.

Lorsque l'appareil 1 se trouve dans la position de mesure, le contact entre le palpeur 20 et la surface de la pièce 21 est garanti par l'action du poids de l'appareil et du bras 62 ; cette force est appliquée en partie à la pièce 21 et en partie à la broche 68 et elle est équilibrée par des réactions correspondantes. Le contact entre le palpeur 27 et la surface de la pièce 21 est assuré par l'action du ressort 51.

Le ressort 39 n'affecte pas de façon notable la force de contact que le palpeur 27 applique à la pièce 21, parce que la distance entre la ligne d'action du ressort et l'axe de rotation du bras 24 peut être considérée comme négligeable, même si elle possède des valeurs différentes de zéro. Cette approximation est justifiée parce qu'avant l'opération de rectification, le diamètre de la pièce 21 ne diffère que légèrement de sa valeur nominale et parce qu'aux alentours du diamètre nominal, la ligne d'action du ressort 39 passe par l'axe de rotation du bras 24, ainsi qu'on l'a mentionné plus haut.

En touchant la surface de la pièce 21, le palpeur 20, qui est fixe par rapport au boîtier extérieur 2 de l'appareil 1, définit une référence pour le contrôle dimensionnel de la pièce 21. La variation du diamètre de la pièce 21 qui se produit au cours de l'usinage provoque une rotation du bras 15 qui porte le palpeur 20, du boîtier extérieur 2 et du bras 62 autour de la broche 68. Cette rotation est rendue possible par le fait que, comme on l'a mentionné plus haut, lorsque l'appareil 1 est en position de mesure, l'extrémité 71 du bras 62 se trouve dans une position intermédiaire entre les deux dispositifs limiteurs 69 et 70.

Par suite de la variation de diamètre de la pièce 21 et en conséquence de l'action élastique du ressort 51, la distance séparant le palpeur 27 du palpeur 20 varie sous l'effet de la rotation du bras 24, par rapport au

boîtier extérieur 2, autour de l'axe géométrique défini par la tige prismatique 33 et par le trou 32. La rotation du bras 24 provoque un déplacement axial du palpeur 46 de la tête de mesure 44. Par conséquent, la tête 44 fournit
5 un signal électrique en réponse à un écart du diamètre de la pièce 21 par rapport à une valeur nominale connue. Ce signal est transmis, par le câble 47, à l'unité d'alimentation en puissance, de traitement et d'affichage pour être affiché sur un instrument indicateur et être éventuel-
10 lement utilisé pour commander le cycle d'usinage de la rectifieuse.

Normalement, le dispositif de commande 72 amène très rapidement l'appareil 1 à la position de mesure et l'appareil 1 subit donc des accélérations et décélérations
15 brusques de sorte que, dans cette phase, il est soumis à des forces dynamiques très élevées.

Il est facile de comprendre que, grâce à la liaison établie entre le bras 24 et le boîtier 2, au moyen de la tige 33 et de la bague 31, l'appareil construit conformément à l'invention est très robuste. En outre, le ressort
20 39 permet de définir un axe de rotation fixe pour le bras 24 et, de cette façon, l'appareil de mesure est précis aussi bien que robuste.

Une importante caractéristique de l'appareil 1, qui est due à l'action du ressort 39, consiste dans le fait que la reproductibilité reste conservée en dépit de l'usure de la tige 33 et de la bague 31. L'usure n'affecte pas la définition univoque de l'axe instantané de rotation relative entre la tige et la bague, cette définition dé-
30 terminant la reproductibilité de l'appareil de mesure, mais elle ne provoque qu'une variation de la position de cet axe de rotation par rapport au boîtier 2. Le déplacement de l'axe de rotation ne peut affecter que la précision de la mesure de l'appareil. Des réglages périodiques
35 du zéro de l'appareil permettent de compenser l'influence de l'usure de la tige 33 et de la bague 31. En outre, il est possible de localiser l'usure sur la seule tige 33,

en réalisant la bague 31 en une matière nettement plus dure que celle de la tige 33. L'appareil de mesure 1 peut subir des modifications et variantes et, suivant une première variante, on prévoit l'utilisation d'une tige prismatique ayant une section différente de la section carrée.

Suivant une autre variante, il est possible d'utiliser à la place de la tête de mesure 44 un transducteur de position qui comprend un premier élément, ou élément fixe, fixé au boîtier 2 et un deuxième élément, ou élément mobile, fixé à la partie 26 du bras 24.

Suivant une autre variante, la tige 33 peut être fixée à la partie 26 et on peut ménager des trous alignés dans la paroi 3 et dans le couvercle 8 et disposer des bagues correspondantes dans ces trous pour permettre la rotation de la tige 33 et, par conséquent, celle du bras 24.

REVENDEICATIONS

1. Appareil de mesure pour le contrôle dimensionnel d'une pièce mécanique, comprenant un support, un bras de mesure mobile par rapport au support, un élément palpeur relié au bras, destiné à toucher la pièce à contrôler, des moyens de liaison munis d'un premier élément fixé au bras et d'un deuxième élément fixé au support, le premier et le deuxième éléments permettant des déplacements de mesure limités, essentiellement de rotation, par rapport au support, et des moyens de détection associés au bras et au support, cet appareil de mesure étant caractérisé en ce que les moyens de liaison comprennent des moyens élastiques (39) couplés au bras (24) et au support (2) de manière à maintenir fermement le premier élément (31) et le deuxième élément (33) en contact entre eux, afin de définir un axe de rotation géométrique du bras (24) qui soit fixe par rapport au support (2).

2. Appareil de mesure suivant la revendication 1, caractérisé en ce que le premier élément (31) des moyens de liaison définit une partie d'une surface à peu près cylindrique et que le deuxième élément (33) comprend deux arêtes (42, 43) adaptées pour rester en contact avec deux génératrices de ladite partie de la surface à peu près cylindrique, ledit axe géométrique étant défini par l'intersection de deux plans géométriques qui passent par lesdites génératrices et étant perpendiculaire à ladite partie de la surface cylindrique.

3. Appareil de mesure suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que lesdits moyens élastiques comprennent un ressort (39) adapté pour exercer une force dont la ligne d'action tombe pratiquement sur ledit axe de rotation.

4. Appareil de mesure suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend un fluide visqueux interposé entre le premier élément (31) et le deuxième élément (33).

5. Appareil de mesure suivant l'une quelconque des

revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit premier élément de liaison est une bague cylindrique (31) et que ledit deuxième élément de liaison est une tige prismatique (33).

5 6. Appareil de mesure suivant la revendication 5, caractérisé en ce que la tige prismatique (33) a une section comportant un périmètre carré et des angles arrondis (42, 43).

10 7. Appareil de mesure suivant l'une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que ladite bague (31) est couplée audit bras (24) et ladite tige (33) est couplée au support (2).

15 8. Appareil de mesure suivant l'une des revendications 3, 4 et 7, caractérisé en ce que le support (2) définit un boîtier possédant une chambre intérieure étanche, la chambre étant remplie du fluide visqueux, le bras mobile (24) comprenant une partie (26) agencée à l'intérieur du boîtier et qui porte ladite bague cylindrique, les
20 moyens de détection (44) et le ressort (39) étant disposés à l'intérieur du boîtier et coopérant avec ladite partie (26).

 9. Appareil de mesure suivant la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un deuxième bras (15) fixé au boîtier (2) et disposé à l'extérieur de ce-
25 lui-ci, et un deuxième palpeur (20) fixé au deuxième bras (15), le deuxième palpeur (20) étant adapté pour toucher la pièce (21) dans une position opposée à celle du premier palpeur (27), les moyens de détection (44) étant adaptés pour fournir un signal en réponse à la distance qui sépare
30 les deux palpeurs (20, 27).

 10. Appareil de mesure suivant les revendications 3 et 9, caractérisé en ce que la ligne d'action de ladite force se trouve dans un plan géométrique qui passe par les palpeurs (20, 27).

35 11. Appareil de mesure suivant la revendication 10, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des éléments supports (65, 68) destinés à supporter le boîtier et qui

sont adaptés pour permettre des mouvements d'approche et de recul du boîtier (2) et des bras (15, 24) par rapport à la pièce (21).

12. Appareil de mesure suivant la revendication

- 5 11, destiné à contrôler un maneton d'un vilebrequin pendant une opération de rectification exécutée par une rectifieuse qui comprend une meule et un appui fixe adaptés pour coopérer avec la pièce dans des positions qui sont à peu près opposées, et un dispositif support de l'appui
- 10 fixe, caractérisé en ce que lesdits éléments supports (65, 68) destinés à supporter le boîtier comprennent le-dit dispositif support (66) de l'appui fixe et sont adaptés pour permettre un mouvement essentiellement de rotation du support (2) et des bras (15, 24) par rapport au dispo-
- 15 sitif support (66), l'appareil de mesure comprenant en outre deux dispositifs limiteurs (69, 70) destinés à limiter l'amplitude desdits mouvements essentiellement de rotation.

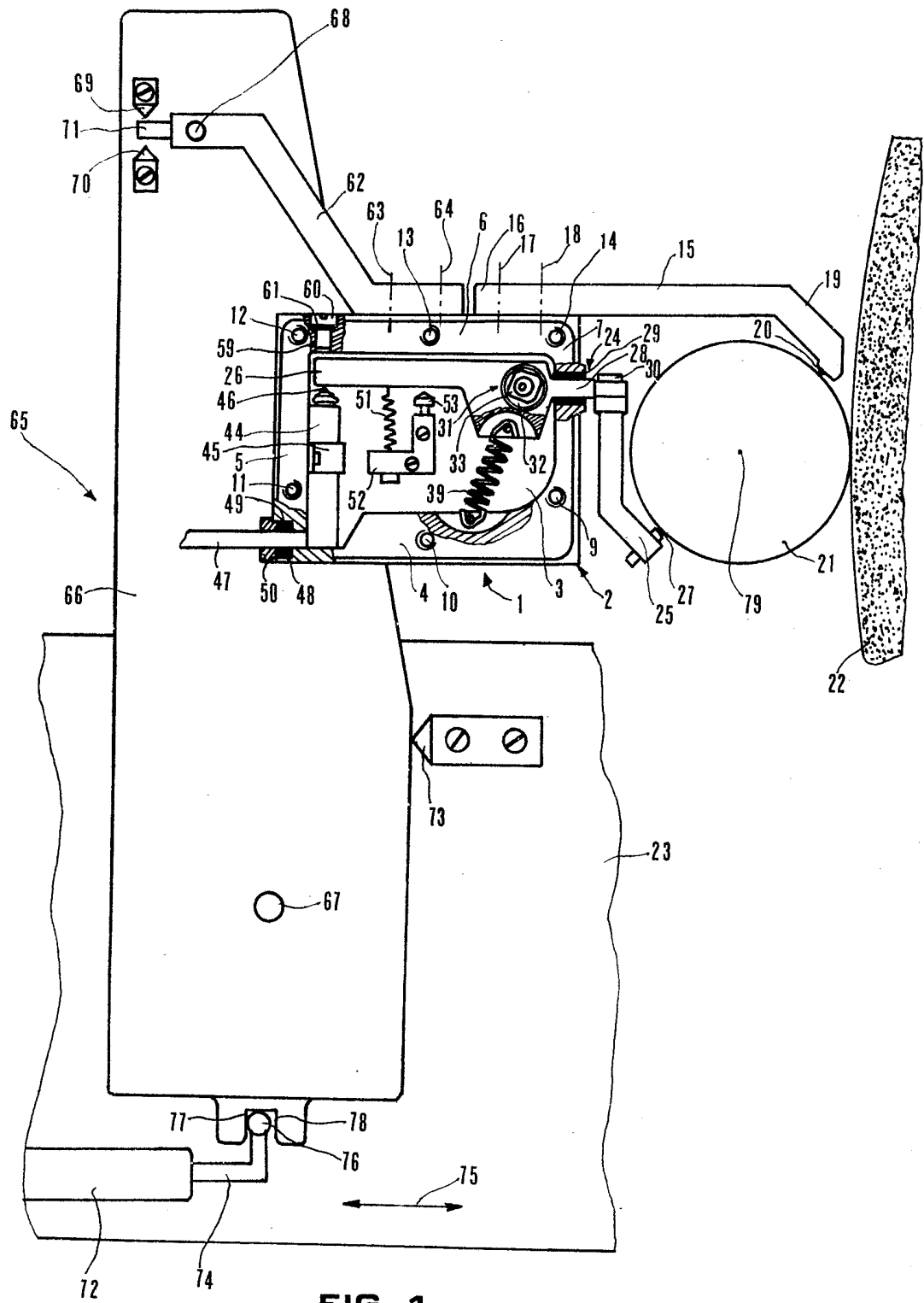


FIG. 1

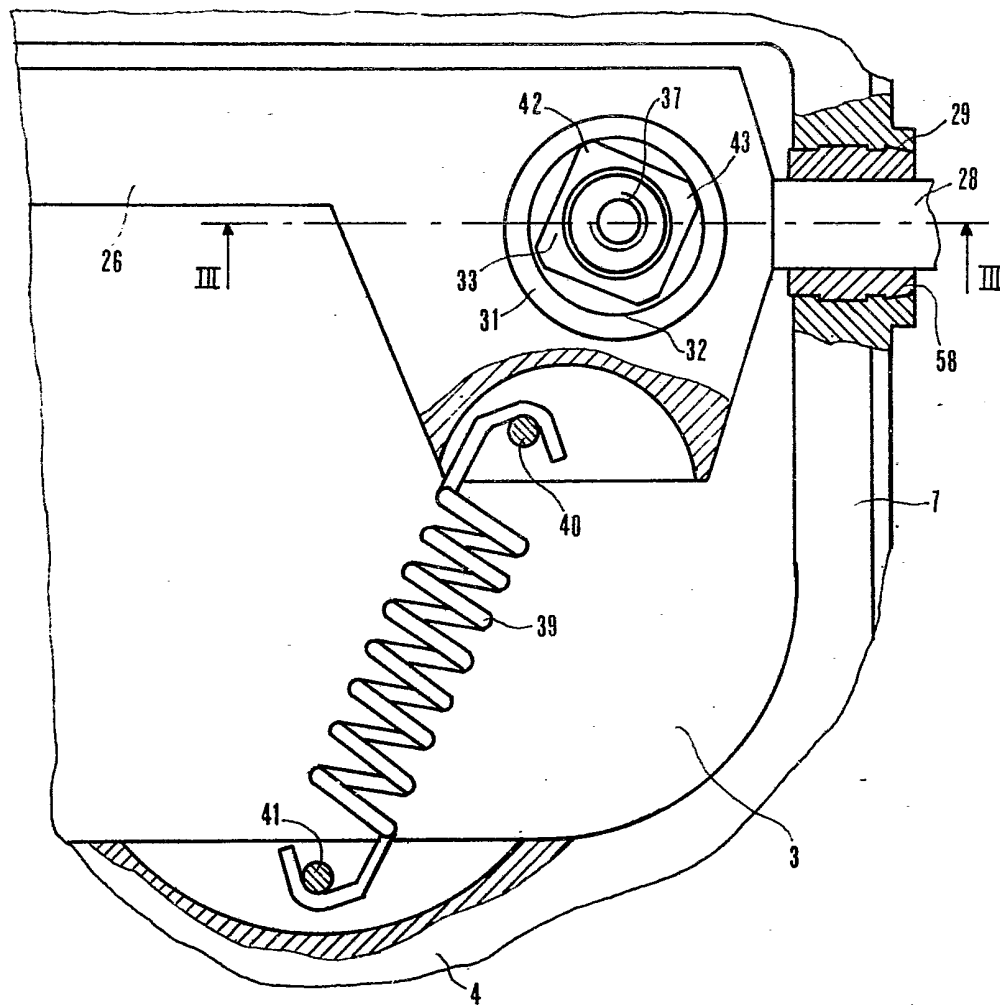


FIG. 2

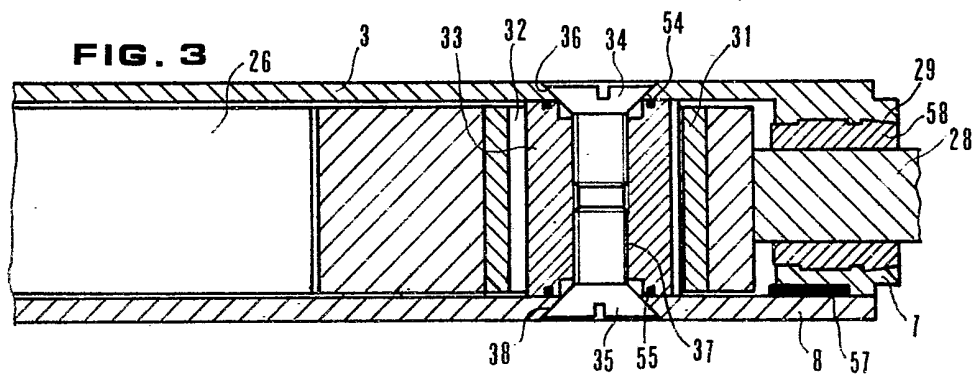


FIG. 3