

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 82 02427

(54) Appareil de calibrage.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 B 7/14, 7/28.

(22) Date de dépôt..... 15 février 1982.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 33 du 19-8-1983.

(71) Déposant : HYDRIL CO., société constituée sous les lois de l'Etat du Delaware. — US.

(72) Invention de : Thomas L. Blose.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Regimbeau, Corre, Martin, Schrimpf, Warcoin et Ahner,
26, av. Kléber, 75116 Paris.

- 1 -

La présente invention se rapporte d'une façon générale à des systèmes de calibrage et elle a trait plus particulièrement à un appareil et un procédé pour mesurer avec précision et enregistrer des dimensions de pièces, 5 comme par exemple des pièces tubulaires, notamment, sans que cette énumération soit limitative, des longueurs, des diamètres, des rayons et des dimensions angulaires.

Il se manifeste en permanence un besoin de disposer d'un système et d'un procédé permettant de mesurer avec 10 précision les dimensions de pièces, telles qu'une inclinaison du flanc d'un filet, un positionnement axial d'un flanc sur la longueur d'un filet, des diamètres au sommet et à la racine d'un filet, des épaulements coniques et des dimensions de collerettes. Le maintien d'une précision dimensionnelle 15 est particulièrement important en ce qui concerne un nouveau filetage, appelé le filetage Bloise et qui fait l'objet du brevet U.S. N° 3.989.284. Bien qu'on connaisse des calibres de filetages, aucun d'eux ne permet d'obtenir les combinaisons structurales avantageuses, les modes opératoires 20 et les résultats qu'il est maintenant possible d'avoir grâce à la présente invention.

L'invention a pour but principal de fournir un appareil et un procédé de calibrage permettant de satisfaire aux impératifs mentionnés ci-dessus et de remédier aux 25 inconvénients des appareils de calibrage connus. Fondamentalement, comme cela sera précisé dans la suite, l'invention est mise en pratique à l'aide d'un système qui comprend :

a) un premier moyen comportant une pointe de calibrage qui peut entrer en contact avec des surfaces de 30 pièces,

b) un dispositif supportant le premier moyen afin de permettre des déplacements longitudinaux, latéraux et en rotation de ladite pointe, et

c) un moyen pour détecter lesdits déplacements 35 longitudinaux, latéraux et en rotation de ladite pointe à des fins de lecture.

Comme cela sera précisé dans la suite, un calcul

- 2 -

lateur peut être relié au moyen de détection pour établir au moins une, et de préférence plusieurs positions de base à partir desquelles un ou plusieurs déplacements détectés sont mesurés.

5 Plus spécifiquement, une ou plusieurs pointes ou sondes de contact peuvent être actionnées mécaniquement et également électroniquement par l'intermédiaire d'un micro-
processeur, d'un mini-ordinateur ou d'un autre dispositif
10 de calcul qui convertit des signaux électriques en une mesure dimensionnelle relative. Le système est agencé de manière qu'une position de zéro, par rapport à laquelle toutes les mesures longitudinales sont faites, soit en relation avec une plaque de base fixe, ou bien une pointe du calibre proprement dit, ou bien la position de zéro peut
15 être en relation avec une position non-fixe qui s'établit par une position prédéterminée de la ou des sondes. Cette position est alors identifiée en transmettant au calculateur des impulsions électriques de manière que toutes les mesures dimensionnelles soient identifiées par cette position
20 arbitraire comme la position de zéro. Par exemple, on peut faire en sorte que la sonde touche un épaulement, après que le calibre a été bloqué dans ou sur l'extrémité d'un tuyau, puis signaler au calculateur que, à partir de ce point de contact choisi arbitrairement sur l'épaulement,
25 on désire détecter et identifier des mouvements de la ou des sondes.

Le même principe d'établissement des mouvements de sonde s'applique à des mouvements axiaux, radiaux ou
circonférenciels de la ou des sondes. Egalement la sonde
30 peut être agencée de manière que, sous l'effet d'une pression (exercée manuellement ou automatiquement) sur la sonde, la position des points de contact ne soit pas transmise au calculateur sans qu'une pression prédéterminée n'a pas
été exercée. En correspondance, une pression de contact de
35 la sonde ne fait pas varier la mesure enregistrée, ce qui empêche le facteur humain d'affecter l'enregistrement des mesures.

Il est envisagé que le système ait la possibilité

d'établir la position de zéro pour effectuer des mesures à volonté, au lieu de choisir une base fixe ou une position du mécanisme proprement dit, à partir de laquelle toutes les mesures sont faites. En outre les signaux destinés à être engendrés par la ou les sondes sont validés en utilisant des codeurs, ou des potentiomètres, ou des transformateurs différentiels, ou des jauges électriques de mesure de contraintes. Le principe de la jauge de mesure de contraintes est préférable pour des applications où il est nécessaire d'effectuer des mesures incrémentales extrêmement petites. On peut utiliser d'autres dispositifs qui peuvent avoir une résistance uniformément variable en fonction d'une contrainte ou d'une déformation. Cela permet d'obtenir de petites variations de tension ou d'intensité d'une manière uniformément variable à la place de variations "échelonnées". Un autre système pouvant être appliqué consiste à utiliser un système inductif dans lequel on fait intervenir des variations d'interférences avec courants de Foucault. Cela a pour but d'établir une base pour un signal électrique variable uniformément, afin que de très petites variations d'un signal puissent être amplifiées et identifiées par rapport à des variations de mesure extrêmement petites. Des codeurs ont une précision appropriée pour des mesures linéaires de l'ordre du centième de millimètre et ils donnent satisfaction pour la plupart des dimensions linéaires ou angulaires concernant des produits tubulaires.

L'invention a également pour but de fournir un appareil permettant de mesurer la courbure annulaire de surfaces intérieures ou de surfaces extérieures cylindriques de tuyaux et d'afficher des diamètres ou des mesures radiales associés à de telles surfaces incurvées. De tels diamètres peuvent être déterminés pour des courbures en différents points autour d'un axe d'un tuyau et leur moyenne est effectuée par un calculateur de manière à afficher un diamètre moyen de tuyau.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention seront mis en évidence dans la suite de la descrip-

- 4 -

tion, donnée à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma à blocs du système selon l'invention ;
- 5 - la figure 2 est une vue schématique d'un appareil agencé conformément à la présente invention ;
- la figure 3 est un schéma à blocs montrant un autre agencement du système selon l'invention ;
- la figure 4 est une vue montrant un appareil
10 de détermination de courbure ou de diamètre ;
- les figures 5a, 5b et 5c sont des schémas de circuits intervenant dans l'appareil selon l'invention ;
- la figure 6 est un schéma à blocs d'un autre agencement du système selon l'invention ;
- 15 - la figure 7 est un schéma mettant en évidence un procédé de détermination d'une erreur angulaire de montage d'un calibre sur un tuyau ;
- la figure 8 est un schéma montrant l'effet d'une erreur angulaire de montage d'un calibre, en cours de
20 mesure ;
- la figure 9 est une vue à échelle agrandie montrant la réception d'une partie de calibrage entre des flancs d'un filetage ;
- la figure 10 représente une coupe d'un filet
25 modifié de tuyau ; et
- la figure 11 est un schéma montrant un moyen pour émettre un signal après qu'une pression a été appliquée à une pointe de calibrage.

D'une façon générale, le système de calibrage
30 selon l'invention comporte un premier moyen pourvu d'une pointe de calibrage pouvant entrer en contact avec une surface de pièce, un dispositif supportant le troisième moyen de façon à permettre des déplacements longitudinaux, latéraux et en rotation de la pointe, et un moyen pour détecter
35 les déplacements de la pointe à des fins de lecture. Simple-
ment à titre d'illustration, un premier moyen comportant une pointe de calibrage 11 a été représenté sur la figure 2

- 5 -

comme comprenant une tige 10 qui est supportée à l'aide d'un palier linéaire ou coulisseau 12 pour permettre un déplacement longitudinal de la pointe, ainsi que par un palier linéaire ou coulisseau 13 pour permettre un déplacement latéral de la pointe. Le coulisseau 13 peut être supporté par le coulisseau 12, comme indiqué, et ce coulisseau 12 peut se déplacer dans une direction axiale indiquée par des flèches 14 tandis que le coulisseau 13 peut se déplacer dans une direction radiale indiquée par des flèches 15. Ces directions sont typiquement en relation avec les dimensions axiales et radiales de corps tels que des tuyaux, des tubes, des filetages, des collerettes et des parties semblables, dont les dimensions doivent être calibrées ou mesurées. Les coulisseaux peuvent être déplacés manuellement ou bien par des organes d'actionnement. Simplement à titre d'illustration, la pointe 11 a été représentée comme étant engagée dans un trou 16 et comme pouvant entrer en contact avec un épaulement 17 qui peut être annulaire et conique, ou bien qui peut être un flanc de filet.

Le dispositif décrit portant le premier moyen comprend également un rotor 18 permettant un mouvement de rotation de la pointe 11. Ainsi par exemple le rotor est supporté de manière à pouvoir tourner par rapport à une structure fixe 19, par exemple par interposition de roulements à billes 20 ; en outre le rotor porte des glissières longitudinales 21 pour le coulisseau 12. Des paliers linéaires appropriés 22 peuvent être prévus entre le coulisseau 12 et les glissières 21. Le rotor 18 est entraîné en rotation (manuellement ou par un organe d'actionnement) autour d'un axe 23 parallèle à la direction longitudinale 14 par exemple. On a indiqué schématiquement en 24 un moyen pour bloquer la structure portante fixe 19 sur un tuyau ou une autre pièce à calibrer.

Il est également prévu des moyens pour détecter des déplacements longitudinaux (par exemple axial), latéraux (par exemple radial) et en rotation (par exemple autour de l'axe longitudinal) de la pointe de calibrage à des fins de lecture. De tels moyens ont été représentés respective-

- 6 -

ment en 26, 27 et 28 sur la figure 2 et ils peuvent se présenter sous la forme de différents dispositifs qui fournissent de préférence à leurs sorties des signaux électriques proportionnels aux déplacements de la pointe 11. Un élément

5 26a du dispositif 26 se déplace dans la direction 15 avec le coulisseau 13, tandis que l'élément 26b est fixé sur le coulisseau 12 ; un élément 27a du dispositif 27 se déplace dans la direction 14 avec le coulisseau 12 tandis qu'un élément 27b est fixé sur la glissière 21 ; un élément tournant

10 28a du dispositif 28 tourne autour d'un axe 23 avec le rotor 18 ; l'élément 28b est fixé sur le support 19. On va considérer le potentiomètre 30 représenté sur la figure 5a et comportant un élément résistant 30a et un élément à bras de curseur 30b, du courant étant fourni à la résistance en 33.

15 La tension de sortie apparaissant en 34 dépend de la position du bras de curseur par rapport à la résistance. On va également considérer à titre d'exemple le codeur 35 représenté sur la figure 5b et qui comporte un élément mobile 35a et un élément fixe 35b, ce codeur produisant un signal de

20 sortie numérique en 36. On peut utiliser par exemple comme codeur ou appareil de calibrage numérique de longueur un appareil tel que celui connu sous la désignation commerciale "METRO 1010". Enfin il est à noter que le transformateur différentiel variable 37 représenté sur la figure 5c comporte

25 un noyau mobile 37a déplaçable (linéairement ou en rotation) dans le champ produit par les enroulements du transformateur. Ces enroulements comprennent une bobine 37b qui est reliée à un oscillateur 38 de façon à produire une fréquence porteuse. Une tension est ainsi induite dans deux

30 enroulements secondaires 37c et 37d qui sont branchés en série de manière que les deux tensions intervenant dans le courant secondaire aient des phases opposées, le signal de sortie résultant du transformateur étant égal à la différence entre lesdites tensions. En conséquence, un mouvement

35 du noyau produit à la sortie un signal qui est conditionné de façon appropriée en 40 et 41 pour former un signal de sortie linéaire affiché en 42. Un exemple d'un transforma-

- 7 -

teur différentiel variable rotatif correspond à l'appareil produit sous le numéro de modèle R30A par la Société "Schae-vitz Engineering", Pennsauken, New Jersey. En considérant à nouveau la figure 2, on voit que les bornes de sortie des
5 détecteurs ont été désignées respectivement par 26c, 27c et 28c.

La figure 1 montre, sous la forme d'un schéma à blocs, l'agencement d'un calculateur 44 qui est relié aux moyens de détection 26, 27 et 28 par l'intermédiaire de
10 bornes 26c, 27c et 28c pour établir au moins une (et de préférence plusieurs) positions de base à partir desquelles le ou les déplacements détectés de la pointe 11 sont mesurés puis affichés sur des dispositifs d'affichage 26d, 27d et 28d (correspondant aux détecteurs 26, 27 et 28). On peut
15 prévoir, le cas échéant, un seul dispositif d'affichage de manière à afficher sélectivement les signaux de sortie des détecteurs. Le calculateur est caractérisé par le fait qu'il permet d'établir sélectivement des positions de base "zéro" à partir desquelles les déplacements détectés sont
20 mesurés. Dans ce but, on peut prévoir trois boutons-poussoirs 26e, 27e et 28e qui peuvent être positionnés en association avec le calculateur afin de permettre à un opérateur d'effectuer une mise au zéro sélectionnée des différentes lectures obtenues en 26d, 27d et 28d.

Un exemple d'un tel calculateur a été représenté sur la figure 6 et il est relié à une borne 34 d'un détecteur de sortie du type représenté sur la figure 5a. Ce détecteur pourrait correspondre au détecteur 27 de la figure 2, servant à mesurer un déplacement dans la direction axiale
30 ou longitudinale 14. Le bouton-poussoir de remise à zéro 27e de la figure 1 correspond alors à l'interrupteur conforme de la figure 6, qui est agencé pour être momentanément fermé quand le bouton-poussoir est sélectivement actionné pour la position de base ou de zéro choisie de ladite
35 pointe de calibrage 11 dans la direction 14. Cela établit une connexion entre un circuit d'échantillonnage et de mémorisation 52 avec la sortie du détecteur correspondant à

à la borne 34. Cette dernière sortie, et également la sortie (55) du circuit d'échantillonnage et de mémorisation sont reliées à un circuit de soustraction 56, dont le signal de sortie est appliqué en 57 au dispositif d'affichage 27d. En conséquence, le dispositif d'affichage fournit une lecture "zéro" pour la position choisie pour la pointe de calibrage et des mouvements ultérieurs de la pointe dans la direction longitudinale 14 sont mesurés et affichés linéairement à partir de cette position de base. Le même résultat peut être obtenu pour les dispositifs d'affichage 26 et 28, par l'intermédiaire des boutons-poussoirs 26e et 28e. D'autres types de circuits peuvent intervenir en remplacement de celui de la figure 6 (par exemple des circuits de conversion de tension en fréquence et des compteurs croissants/décroissants, etc..).

L'invention se rapporte également à la prévision de circuits, tels que des circuits de calculateurs pour compenser des variations de la position de base qui résultent de déplacements de la pointe de calibrage provoqués par suite d'erreurs de mésalignement en ce qui concerne le positionnement du calibre ou jauge par rapport à la pièce. A cet égard on va se référer aux figures 7 et 8. La figure 7 représente un support 19a (correspondant au support 19 de la figure 2) qui est bloqué en 60 et 61 sur un tuyau 62, le support 19a présentant un défaut d'alignement axial, par rapport à l'axe du tuyau 63, d'une valeur annulaire ϕ . Un tel mésalignement peut se produire par suite d'un défaut d'équerrage correct de l'extrémité du tuyau 64 entrant en contact avec le support 19a, comme cela est mis en évidence d'une façon exagérée sur la figure 7. (On peut noter également le décalage axial relatif des parties extrêmes 64a et 64b du tuyau). Si la surface de référence 19b du support 19 de la figure 2 était bloquée de façon semblable sur l'extrémité de tuyau 64, la pointe de calibrage 11 se déplacerait le long de l'axe 23a de la figure 7 (correspondant à l'axe 23 de la figure 2) au lieu de se déplacer dans la direction de l'axe de tuyau 63, et un point de base choisi

- 9 -

pour la pointe de calibrage 11 suivrait alors l'axe 63 (c'est-à-dire la direction longitudinale du tuyau) par suite du déplacement de la pointe de calibrage le long de l'axe 23a.

5 Le calculateur 44 permet de compenser de telles variations de la position du point de base par un conditionnement ou une modification de la valeur fournie au dispositif d'affichage 27d de la figure 6.

10 La valeur corrigée ou modifiée du point de base le long de l'axe 63 est par exemple dérivée d'un multiplicateur 70, représenté sur la figure 6 et qui reçoit les signaux d'entrée $(1 - \cos \varnothing)$ et y . Chaque valeur d'écart Δ est représentée comme étant soustraite (ou additionnée) en 71 de la sortie de base zéro 57 du soustracteur 56 précité.

15 En conséquence, sur la figure 8, si le coulisseau 12 s'est déplacé d'une distance y le long de l'axe incliné 23a, et si une position de base zéro est établie en 100, elle doit être corrigée d'une valeur Δ correspondant à la distance de déplacement le long de l'axe vrai 63, Δ étant égale à

20 $y (1 - \cos \varnothing)$. Le signal de sortie du dispositif 71 est alors transmis au dispositif d'affichage 27d. Ce dispositif d'affichage peut à nouveau être remis à zéro à l'aide de l'élément 101. Le multiplicateur 70 reçoit les valeurs " y " et " $(1 - \cos \varnothing)$ " à multiplier pour produire Δ . Il est à noter que

25 les interrupteurs 102 et 103 peuvent être actionnés pour commander le dispositif de correction 71 lorsque cela est souhaitable.

Le valeur $\varnothing$ peut être dérivée de façon appropriée, par exemple optiquement sur la figure 7, à l'aide d'un

30 faisceau 76 émis par une source 76a et réfléchi par une surface 77 de la base 19a en direction d'une échelle 78. La valeur " $\cos \varnothing$ " peut être obtenue dans un générateur de fonction 79 de la figure 6. La valeur " y " est établie à la sortie du détecteur 27. (Il est à noter sur la figure 8 que,

35 lorsque la pointe est tournée autour de l'axe mésaligné 23a tout en étant en contact avec une surface 80 perpendiculaire à l'axe vrai 63, le signal de sortie du détecteur 27 change, en indiquant des variations de la position de

- 10 -

base en fonction de la rotation de la pointe de calibrage). D'une manière semblable, les points de base peuvent être corrigés pour une rotation de la pointe 11 autour de l'axe 23a.

5 Selon l'invention, il est également prévu des moyens pour entrer en contact avec une surface incurvée de manière à établir une dimension qui est en relation avec un cercle, par exemple un diamètre D et un rayon R. En référence à la figure 4, ces moyens comprennent typiquement
10 deux sondes de référence 90 et 91 qui font saillie généralement dans la même direction par rapport à un support 92 sur lequel elles sont fixées. Les extrémités des sondes sont présentées comme s'appliquant contre une surface incurvée 93 respectivement en 90a et 91a. La pointe de calibrage
15 mobile 111 est dans ce cas portée par le support de manière à se déplacer par rapport à la surface incurvée. Un ressort 94 applique la pointe de calibrage 111 en contact avec la surface 111a. Simplement à titre d'illustration, le ressort est positionné entre le support et une collerette 95 de la
20 tige 110 supportant la pointe de calibrage mobile. Un détecteur 126 (correspondant au détecteur 26) détecte la position de la pointe mobile et produit un signal de sortie en 127. Puisque les positions des extrémités des sondes fixes 90 et 91 sont prédéterminées, la position de la
25 pointe 111 par rapport auxdites sondes constitue une mesure de la courbure de la surface 93 et elle permet par conséquent de mesurer le diamètre D d'une telle surface incurvée, ce diamètre pouvant être affiché sur le dispositif 26d de la figure 1. En particulier, les extrémités des sondes
30 et de la pointe de calibrage qui sont en contact avec la surface de pièce sont situées essentiellement dans le même plan, perpendiculaire à l'axe 23 de la figure 2. Le support 92, les sondes 90 et 91 et la pointe de calibrage 111 peuvent être portés par le coulisseau 13 de la figure
35 2. Une partie de ce coulisseau est également indiquée sur la figure 4.

En service, l'appareil de la figure 4 peut être

entraîné en rotation autour de l'axe et des mesures de courbure sont effectuées pour établir des mesures de diamètres D_1 et D_2 correspondant à un passage incurvé dans un tuyau, par exemple à des intervalles de 90° autour de l'axe 23.

5 Une valeur moyenne de D_1 et D_2 peut être établie par le calculateur 44 et elle peut être affichée. A cet égard, on va considérer la figure 3 qui représente un circuit 120 d'addition de D_1 et D_2 et un circuit 121 de division par 2, qui permettent d'obtenir D_{moyen} .

10 La figure 9 représente une pointe de calibrage 211 (correspondant à la pointe 11 de la figure 2) supportée de manière à pouvoir se déplacer axialement et radialement dans l'espace 200 existant entre des filets successifs d'un filetage, afin de pouvoir entrer en contact avec
15 des flancs axialement opposés de filets 201 et 202, avec la racine de filet 203 et avec la crête de filet 204. La pointe de calibrage 211 est supportée par une tige 210 (correspondant à la tige 10 de la figure 2). Le filetage peut être formé sur un tuyau ou un tube par exemple. La
20 pointe de calibrage 211 peut également tourner autour de l'axe de ce tuyau. La figure 10 représente une extrémité de tube 213 comportant deux filetages étagés, comme indiqués en 220 et 221. Des épaulements de positionnement de broche sont représentés respectivement en 222 et 224. Il
25 est possible d'effectuer un calibrage précis de ces épaulement et des filetages à l'aide de l'appareil selon l'invention.

Enfin, en référence à la figure 11, on voit qu'on a représenté schématiquement un dispositif permettant de transmettre un signal de détection d'un détecteur
30 326 à un calculateur (tel que celui de la figure 1) seulement après qu'une force F ou une pression prédéterminée a été appliquée à la pointe de calibrage 311, par exemple par l'intermédiaire du coulisseau ou support 313. Dans ce
35 but, un poussoir 370 est monté à coulissement en 371 sur le coulisseau et un ressort 372 est interposé entre le coulisseau et le poussoir. Le signal de position de coulis-

- 12 -

seau qui est engendré par le détecteur 326 apparaît au contact de sortie 374. Cependant, ce signal n'est transmis en 375 qu'après que le poussoir a été refoulé en direction du coulisseau en opposition à la résistance du ressort pour
5 amener un contact 376 contre le contact 374. Cette force prédéterminée est évidemment transmise par l'intermédiaire du ressort au coulisseau de façon à appliquer la pointe de calibrage 311 contre la surface 380 à contrôler. Les coulisseaux 312 et 313 correspondent aux coulisseaux 12 et 13
10 de la figure 2.

REVENDEICATIONS

1.- Appareil de calibrage de surfaces d'une pièce, caractérisé en ce qu'il comprend : (a) un premier moyen (10) comportant une pointe de calibrage (11) pouvant entrer en contact avec lesdites surfaces de la pièce ; (b) un
5 dispositif (12, 13, 18) supportant ledit premier moyen pour produire des déplacements longitudinaux, latéraux et en rotation de ladite pointe (11) ; (c) des moyens (26, 27, 28) pour détecter lesdits déplacements longitudinaux, latéraux et en rotation de ladite pointe de calibrage à des
10 fins de lecture ; (d) ladite pointe de calibrage (11) étant dimensionnée de façon à pouvoir être reçue librement entre des surfaces successives d'une pièce afin de se déplacer d'un bloc axialement depuis une position de contact avec une surface de pièce orientée dans une direction axiale
15 jusque dans une autre position de contact avec une autre surface de pièce orientée dans la direction axiale opposée ; (e) ledit dispositif porteur comprenant un premier coulisseau (12) déplaçable dans une première direction, orienté parallèlement à un axe, et un second coulisseau (13), dé-
20 plaçable dans une seconde direction orienté radialement par rapport à la première direction, un desdits coulisseaux étant porté par l'autre et étant déplaçable par rapport à celui-ci, et un rotor (18) portant l'autre coulisseau de façon à le faire tourner d'un bloc autour d'un axe paral-
25 lèle à ladite première direction, de telle sorte que les deux coulisseaux (12, 13) soient entraînés en rotation par le rotor (18) ; (f) un support (19, 20) pour ledit rotor (18).

2.- Appareil selon la revendication 1, caracté-
30 risé en ce que lesdits déplacements longitudinaux et latéraux sont effectués respectivement dans des directions axiale et radiale.

3.- Appareil selon la revendication 2, caracté-
risé en ce que ledit déplacement en rotation s'effectue
35 autour de ladite direction axiale.

4.- Appareil selon l'une quelconque des revendi-

cations 1, 2 ou 3, caractérisé en ce qu'il comprend un calculateur (44) relié auxdits moyens de détection (26, 27, 28) pour détecter lesdits déplacements afin d'établir au moins une position de base à partir de laquelle au moins un desdits déplacements détectés est mesuré.

5.- Appareil selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit calculateur (44) est agencé pour établir des positions de base multiples à partir desquelles plusieurs desdits déplacements détectés sont mesurés.

10 6.- Appareil selon l'une des revendications 4 ou 5, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens de positionnement servant à placer le moyen de calibrage (11) par rapport auxdites surfaces de la pièce et en ce que ladite position de base peut varier en fonction du déplacement de la
15 pointe de calibrage, le calculateur (44) étant connecté de manière à compenser ladite variation.

7.- Appareil selon la revendication 6, caractérisé en ce que ladite variation se produit par suite dudit déplacement en rotation et en ce que le déplacement mesuré
20 est longitudinal et latéral.

8.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'au moins un desdits moyens de détection est résistif (30) pour produire une sortie linéaire.

25 9.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'au moins un desdits moyens de détection comprend une inductance pour produire une sortie linéaire.

30 10.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'au moins un desdits moyens de détection comprend un codeur (35).

11.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'au moins un desdits moyens de détection comprend un transformateur différentiel
35 pour établir une sortie linéaire.

12.- Appareil selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que ladite pointe de ca-

librage (111) est portée par ledit dispositif porteur (92) pour se déplacer dans une direction sélectionnée et en ce qu'il est prévu des moyens définissant deux sondes de référence (90, 91) qui sont fixés par rapport audit dispositif porteur (92) et qui coopèrent avec ladite pointe de calibrage mobile (111) pour entrer en contact avec une surface de pièce (93) présentant une courbure en vue d'établir une dimension associée à un cercle (D, R).

13.- Appareil selon la revendication 12, caractérisé en ce que lesdites sondes de référence (90, 91) et ladite pointe de calibrage (111) sont situées essentiellement dans le même plan.

14.- Appareil selon l'une des revendications 12 ou 13, caractérisé en ce que ladite pièce se présente sous la forme d'un tuyau définissant ladite courbure de surface (93), ladite pointe de calibrage (111) et lesdites sondes de référence (90, 91) entrant en contact avec ladite surface incurvée du tuyau.

15.- Appareil selon la revendication 14, caractérisé en ce que ladite surface incurvée est définie par un filetage de pièce (201, 202, 203, 204).





