

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 490 342

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 20129

(54) Dispositif dynamométrique à plusieurs capacités nominales de mesure et balance comprenant un tel dispositif, notamment pour essais en soufflerie aérodynamique.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 L 1/26; G 01 G 3/08; G 01 M 9/00.

(22) Date de dépôt..... 18 septembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 11 du 19-3-1982.

(71) Déposant : OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES (par abré-
viation ONERA), résidant en France.

(72) Invention de : Claude Georges Gilberton.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : André Netter, conseil en brevets d'invention,
40, rue Vignon, 75009 Paris.

L'invention a pour objet un dispositif dynamométrique destiné à être utilisé dans la technique du pesage en général, comme peson ou pour équiper des balances, notamment celles utilisées pour les essais de maquettes en soufflerie 5 aérodynamique.

Les dynamomètres connus comprennent dans leur partie centrale de mesure, ou corps d'épreuve, un système de mesure à déformation élastique constitué par des éléments dynamométriques, appelés poutres, piliers ou lames, sur lesquels 10 sont collées des jauge extensométriques. Ces jauge sont reliées électriquement de façon à constituer des ponts de mesure fournissant un signal électrique en réponse aux sollicitations imposées au corps d'épreuve.

Les dynamomètres entrant dans la constitution d'une balance comportent à chacune de leurs extrémités des dispositifs de découplage, tels que des cardans élastiques, et sont interposés entre la partie pesée et la partie fixe de la balance. 15

Pour les essais en soufflerie aérodynamique, les maquettes sont supportées dans la veine par des balances comportant un 20 ensemble de dynamomètres permettant de mesurer les six composantes du torseur appliquée à la maquette.

Jusqu'ici, chacun des dynamomètres est calculé pour supporter les efforts maximaux pouvant s'exercer compte tenu notamment de la maquette et des conditions d'essai et de 25 telle sorte que sa sensibilité soit optimale.

Il s'ensuit que l'on est obligé de remplacer au moins certains des dynamomètres lorsque les conditions d'essais sont sensiblement modifiées, comme c'est le cas par exemple pour un changement de configuration de la maquette pour lequel 30 la capacité d'un dynamomètre peut être dépassée ou au contraire beaucoup trop grande pour fournir une mesure précise.

Un changement de dynamomètre est toujours une opération de longue durée qui nécessite un contrôle systématique du fonctionnement de la balance rééquipée. Il occasionne en 35 outre une augmentation de la durée d'immobilisation des installations et du coût des essais. On a donc cherché depuis longtemps, sans y parvenir, un moyen de supprimer ces inconvénients.

Ces inconvénients sont encore plus grands dans les souffleries modernes dans lesquelles la pressurisation est varia- 40

ble et la configuration de la maquette télécommandée sans avoir à interrompre le fonctionnement.

Les travaux du Demandeur dans le domaine des installations de mesure destinées aux essais de maquettes aérodynamiques l'ont conduit à concevoir et à mettre au point un dispositif dynamométrique qui élimine les inconvénients ci-dessus en permettant la mesure précise de forces et de couples dans une grande étendue de mesure.

Ces travaux ont abouti à la présente invention qui a pour objet un dynamomètre dont la capacité de mesure peut être adaptée facilement et rapidement en fonction de la grandeur à mesurer.

Le dispositif dynamométrique selon l'invention est caractérisé en ce que la partie centrale de mesure ou corps d'épreuve comporte au moins deux ensembles d'éléments dynamométriques montés en série et ayant chacun une capacité de mesure prédéterminée, et en ce qu'il comporte des moyens de liaison mécanique permettant de soustraire à la sollicitation imposée au corps d'épreuve au moins l'un des ensembles d'éléments dynamométriques dont la capacité est la plus faible, des moyens étant prévus pour rendre les moyens de liaison mécanique opératoires et non opératoires.

L'invention part de cette remarque qu'il est possible de définir et d'usiner, à la périphérie d'un barreau métallique monolithique destiné à constituer la partie centrale de mesure d'un dynamomètre, des éléments dynamométriques à capacité de mesure réduite et des éléments dynamométriques à grande capacité de mesure, les éléments étant disposés en série, et qu'on pouvait aussi effectuer une découpe de la partie centrale dudit barreau pour ménager un logement pour un noyau expansible conformé de telle sorte que dans l'état expansé du noyau les éléments dynamométriques de faible capacité soient non sollicités.

La description qui suit, faite à titre d'exemple, se réfère aux dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation à petite échelle avec coupe partielle;
- la figure 2 est une vue à plus grande échelle d'une partie du dispositif et en coupe longitudinale;
- la figure 3 est une vue en élévation d'un noyau

expansible ;

- la figure 4 montre une application de l'invention à une balance de soufflerie.

Le dispositif dynamométrique 11 est interposé entre un 5 premier plateau 12 et un second plateau 13 reliés respectivement à la partie mobile et à la partie fixe d'une balance, non représentée sur la figure, par l'intermédiaire de découleurs tels que des cardans élastiques 14, 15 de manière à mesurer un effort dirigé suivant un axe 16 comme schématisé 10 par les flèches f_1 et f_2 .

Du plateau 13 est solidaire un premier ensemble d'éléments dynamométriques 21 comprenant deux piliers 22, 22', symétriques par rapport à l'axe 16, dont la section est déterminée pour la mesure, par des jauge de contrainte collées sur 15 des faces 23, 23', d'un effort compris dans une gamme de valeurs prédéterminée.

Les piliers 22, 22' se prolongent par un corps massif 24, lequel est découpé pour ménager des dents latérales 25, 26 et centrale 27. Les dents 25 et 26 se prolongent par des 20 poutres 28 et 29 formant un second ensemble d'éléments dynamométriques 20 et prévues pour travailler en flexion à leurs extrémités grâce à leurs raccordements amincis, 31, 32 avec les dents 25, 26, et 33, 34 avec le plateau 12. Sur les faces 54-54' et 55-55' des poutres 28 et 29 sont collées 25 des jauge de contrainte.

De la partie centrale 35 du plateau 12 dépend un appendice massif 36 qui se subdivise en deux dents parallèles 37 et 38 logées respectivement dans l'intervalle 39 ménagé entre la dent 25 et la dent 27 et dans l'intervalle 41 ménagé entre 30 la dent 26 et la dent 27.

Les dents 25 et 37 ont des faces en regard 42 et 43 très proches l'une de l'autre mais non en contact. Sur sa face opposée, la dent 37 présente une face 44 très proche d'une face 45 de la dent 27, mais non en contact avec celle-ci. 35 La dent 27 présente une face 46 très proche mais non en contact avec une face en regard 47 de la dent 38, et cette dernière présente une face 48 très proche mais non en contact d'une face en regard 49 de la dent 26.

L'attache des dents 25, 27 se fait suivant une échancrure 40 circulaire 51 et, de même, l'attache des dents 27, 26 audit

corps 24 se fait suivant une échancrure circulaire 52.

L'attache des dents 37 et 38 au prolongement 36 du plateau 35 se fait par une échancrure circulaire 53.

Les poutres 28 et 29 présentent une face externe plane 54, 54' et une face interne dont la partie centrale 55, 55' est en retrait par rapport aux parties d'extrémité 56, 57 et 56', 57'.

Les piliers 22, 22' se raccordent respectivement au plateau 13 et au corps 24 par des parties incurvées 58, 58' et 59, 59'.

Les dents 25, 37, 27, 38, 26 présentent une perforation circulaire, respectivement 61, 62, 63, 64, 65, lesdites perforations étant coaxiales suivant un axe 66.

Dans la cheminée formée par lesdites perforations alignées est engagé un noyau tubulaire expansible en acier 67, la capacité d'expansion résultant de fentes longitudinales 151 qui, en alternance, débouchent sur un bord 152 du noyau et se poursuivent jusqu'à proximité du bord opposé 153 où elles se terminent suivant un trou ou perforation circulaire 154 distant dudit bord et, pour la fente voisine 154, débouchent dans le bord 153 et non dans le bord 152 à proximité duquel elles se terminent par une ouverture circulaire 155. La périphérie *c y l i n d r i q u e* 68 du noyau 67 est propre à coopérer avec les parois des perforations 61, 62, 63, 64 et 65. Ledit noyau est maintenu longitudinalement par une première rondelle 71 fixée par des vis 72 sur la dent 24 et, à son extrémité opposée, par une seconde rondelle 73 fixée sur la dent 26 par des vis 74. Le noyau à fentes 67 présente deux forages tronconiques 75 et 76 dont les sections étroites sont tournées l'une vers l'autre et raccordées par une partie cylindrique médiane 77. Dans le forage 75 est logé un premier mandrin tronconique 78 dont la surface externe 79 est propre à coopérer avec le forage 75. Le mandrin 78, tubulaire, présente un canal central 81 qui se termine par une partie élargie 82.

De même, dans le forage 76 est logé un second mandrin tubulaire 83, présentant un forage central cylindrique 84 se terminant vers l'extérieur par une partie élargie 86.

Le forage cylindrique 84 est taraudé et avec le taraudage 40 coopère la partie filetée 88 d'une vis 89 dont la tête 91

est logée dans la partie élargie 82 et présente une entrée d'actionnement à pans coupés 92. Une partie filetée 93 prolongeant la partie lisse 87, mais d'un diamètre légèrement plus faible, coopère avec un écrou 94 en regard de la partie cylindrique 77 du noyau expansible 67. La partie filetée 93 se raccorde à la partie filetée 88 par une partie de plus faible diamètre 95. Le mandrin tronconique 78 présente un pied cylindrique 161 de diamètre plus petit que la grande base du tronc de cône, celle-ci coopérant avec la face interne de la rondelle 71 dont est solidaire, par exemple par emmanchement à force, un ergot radial 162 faisant saillie vers l'extérieur et qui coopère avec une rainure longitudinale 163 de la rondelle 71. De même, le mandrin tronconique tubulaire 83 se termine par une embase cylindrique 164 d'où fait saillie, vers l'extérieur, un ergot 165 coopérant avec une rainure longitudinale 166 de la rondelle 73.

Le fonctionnement est le suivant:

Dans la condition montrée sur la figure 2, le noyau expansible 67 n'est pas dilaté et sa paroi externe 68 n'est pas en contact avec les surfaces intérieures des perforations 62, 63, 64 et 65 des dents 25, 37, 27, 36 et 26. Lorsqu'un effort s'exerce sur le dispositif dynamométrique, comme schématisé par les flèches f_1 et f_2 , aussi bien l'ensemble d'éléments dynamométriques 21 comprenant les deux piliers 22, 22' que l'ensemble d'éléments dynamométriques 20 comprenant les deux poutres 28 et 29 sont sollicités et transmettent l'effort dans son intégralité. L'ensemble 20, de faible capacité, étant plus facilement déformable que l'ensemble 21, les mesures dynamométriques sont tirées de ses jauge extensométriques. C'est la condition du dispositif dynamométrique pour un domaine d'efforts relativement faibles pour lequel il présente la sensibilité élevée du dynamomètre 20.

Pour transformer le dispositif dynamométrique en dispositif de grande capacité propre à la mesure d'efforts plus grands, il suffit de gonfler le noyau à fentes 67 par actionnement de la vis 89. Les dents 37 et 27 solidaires du plateau 12 réalisent alors une transmission mécanique directe entre le corps 24 relié au plateau 13 par les piliers 22 et ledit plateau 12. Les poutres 28 et 29 sont ainsi pratiquement soustraites à l'effort à mesurer. La mesure est alors le

fait de l'ensemble d'éléments dynamométriques 21, adapté à la mesure d'efforts de plus grande intensité.

Dans l'une et l'autre condition de fonctionnement du dispositif, celui-ci présente la rigidité optimale dans la 5 direction de la composante à mesurer.

La bague 94, en coopérant avec la face frontale 96 du mandrin tronconique 78, assure que le dévissage de la vis 89, pour rétablir le dispositif dans sa condition de sensibilité plus élevée, provoque effectivement l'éloignement de la sur- 10 face cylindrique externe du noyau à fentes 67 par rapport aux perforations 61 à 65. La coopération des ergots 162 et 165, respectivement avec les rainures ou échancrures 163 et 166, empêche la rotation des mandrins tubulaires tronconiques 78 et 83 sans entraver leur déplacement longitudinal.

15 L'invention prévoit une réalisation suivant laquelle le gonflement du noyau 67 a lieu sous l'action d'une commande hydraulique ou pneumatique.

Plusieurs ensembles d'éléments dynamométriques peuvent être montés en série sur un même dynamomètre selon l'invention aboutissant à un appareil présentant une multiplicité 20 de sensibilité et ainsi adapté à la mesure d'efforts s'étendant sur une très large gamme.

Le dispositif dynamométrique trouve des applications non seulement dans la mesure d'efforts subis par des maquettes 25 en soufflerie, mais aussi à chaque fois qu'il convient d'effectuer des mesures d'efforts avec un même appareil dans une grande étendue de mesure, comme par exemple avec un appareil de levage et de manutention de charges.

L'invention s'applique (figure 4), par exemple, à la 30 mesure en soufflerie des six composantes du torseur appliquée à une demi-maquette d'avion 100, supportée par une balance dynamométrique 102. La demi-maquette est fixée transversalement à la paroi 101 de la soufflerie, sur un support 104, solidaire de la partie pesée 103 d'une balance de paroi 102 35 équipée d'un dispositif dynamométrique 111 conforme à l'invention. Le plateau mobile 103 de la balance est relié au plateau fixe 105 par six dynamomètres 106, 107, 108, 109, 110, 111 munis à chacune de leurs extrémités de systèmes de découplage non représentés et disposés pour mesurer les 40 composantes du torseur exercé sur la demi-maquette suivant

les trois directions de référence OX, OY, OZ. Dans cet exemple d'application, la mesure de l'effort latéral appliquée à la maquette dans la direction OY est assurée par les dynamomètres verticaux 106, 107, 108 interposés entre les

- 5 plateaux 103 et 105 de la balance, qui assurent aussi la mesure des couples autour de OX et OY. Deux dynamomètres transversaux 109 et 110, orientés suivant la direction OZ, solidaires des plateaux de la balance 102 par les supports 112, 113 et 116, 117 fournissent la mesure de la portance et
10 du couple autour de OZ. Le dynamomètre 111, solidaire des plateaux de la balance par les supports 114 et 115, fournit la mesure du coefficient de traînée aérodynamique de la maquette.

La balance est équipée de dispositifs dynamométriques
15 conformes à l'invention et dont la capacité de mesure est choisie en fonction de la valeur escomptée des forces à mesurer.

Par exemple, une balance de paroi équipée d'un dispositif dynamométrique 111 à deux capacités de mesure, respectivement
20 10.000 N et 25.000 N, permet la mesure du coefficient de traînée d'une maquette à grande échelle d'un avion commercial du type AIRBUS avec une précision de mesure meilleure que 10^{-3} dans les configurations correspondant à tout le domaine de vol escompté.

REVENDICATIONS

1. Dispositif dynamométrique formé d'une partie centrale de mesure, ou corps d'épreuve, comportant des jauge extensométriques destinées à mesurer une composante d'un torseur, caractérisé en ce que le corps d'épreuve (11) comporte au moins deux ensembles d'éléments dynamométriques (20, 21) montés en série, ayant chacun une capacité de mesure prédéterminée, et en ce qu'il comporte des moyens de liaison mécanique (67) pour soustraire à volonté, au moins en partie, à la composante à mesurer, au moins l'un des ensembles d'éléments dynamométriques (20) dont la capacité est la plus faible.

5 2. Dispositif dynamométrique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend deux ensembles d'éléments dynamométriques, l'un (21) étant du type à pilier (22) et l'autre (20) du type à poutre (28).

10 3. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que le plateau (12) auquel se raccorde l'ensemble d'éléments dynamométriques à faible capacité présente un prolongement (36) permettant sa solidarisation commandée avec l'autre ensemble d'éléments dynamométriques (21).

15 4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les deux ensembles dynamométriques sont reliés par des dents (25, 26), ledit prolongement étant logé dans l'intervalle entre les dents.

20 5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les dents et ledit prolongement présentent des perforations alignées (61, 62) dans lesquelles est logé un noyau tubulaire expansible (67).

25 6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'expansion du noyau est obtenue par effet de rampe tronconique (75, 76).

30 7. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que l'expansion du noyau est obtenue par voie hydraulique.

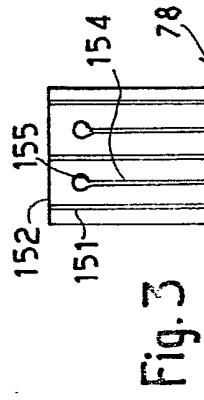
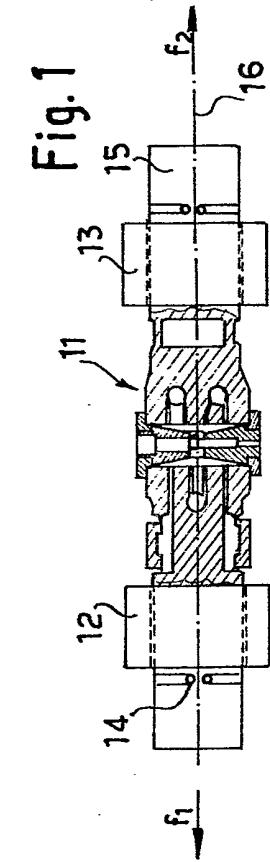
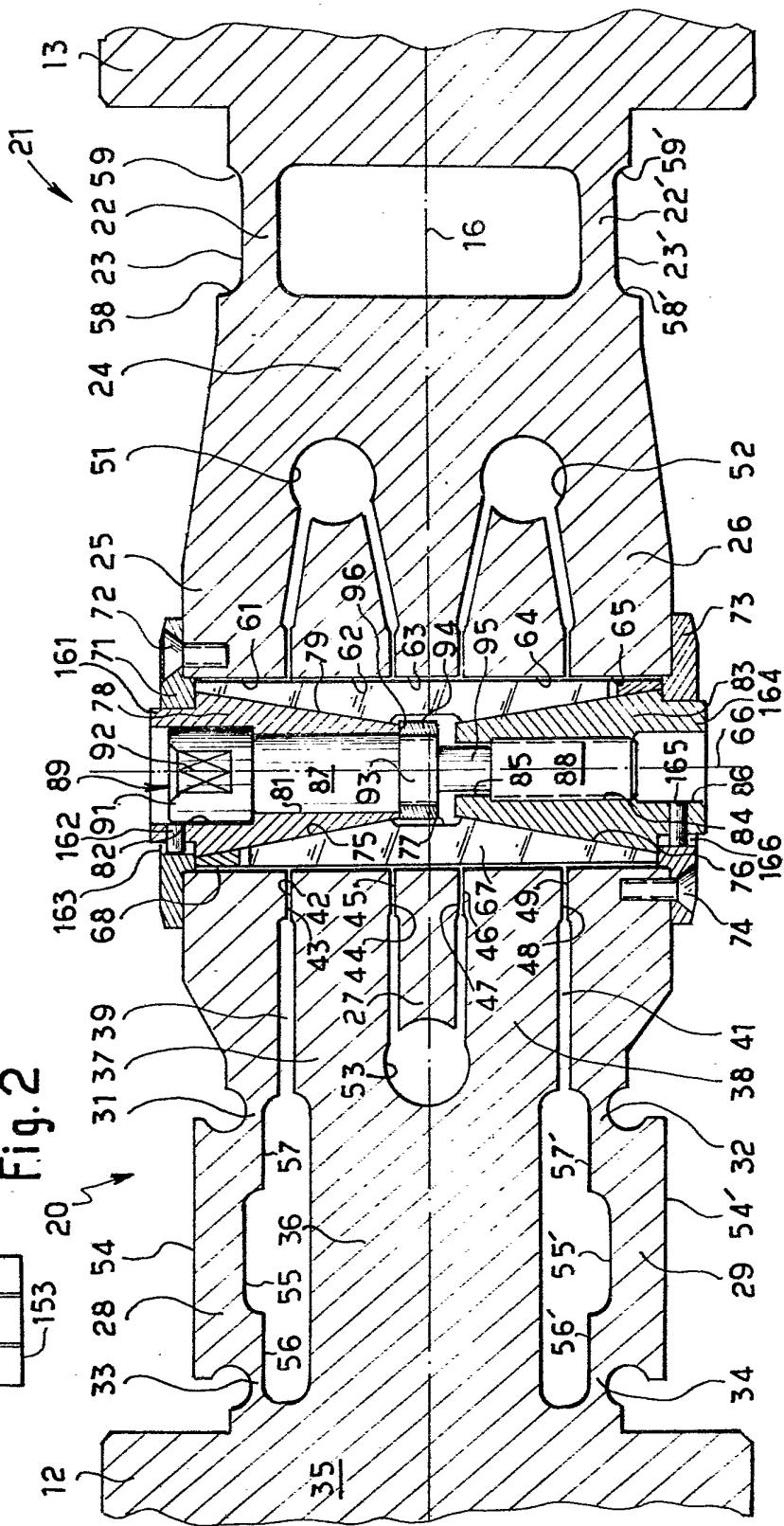
35 8. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 5 ou 6, caractérisé en ce que l'expansion du noyau est obtenue par voie pneumatique.

9. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que le prolongement se divise suivant des dents (37, 38)

10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé en ce que les dents du prolongement (37, 38) et les 5 dents (25, 26) de liaison des ensembles dynamométriques sont sensiblement jointives.

11. Balance dynamométrique pour l'équipement d'une soufflerie aérodynamique comprenant une partie fixe (105) et une partie de pesée (103), des dynamomètres (106 à 109) 10 étant interposés entre lesdites parties, caractérisée en ce qu'au moins un des dynamomètres est constitué par un dispositif dynamométrique conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 10.

1 / 2



2 / 2

Fig. 4

