

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 24562

(54)

Module d'intervention à l'intérieur d'une cuve de réacteur nucléaire.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.³). G 21 F 7/06; G 21 C 17/00.

(22)

Date de dépôt 19 novembre 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° 20 du 21-5-1982.

(71)

Déposant : FRAMATOME, société anonyme, résidant en France.

(72)

Invention de : Jean Coussau.

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : Louis Dupuy, Creusot-Loire,
15, rue Pasquier, 75008 Paris.

1

La présente invention concerne un module d'intervention à l'intérieur d'une cuve de réacteur nucléaire, et plus particulièrement à l'intérieur d'une cuve de réacteur à eau pressurisée lorsque celle-ci a été au moins partiellement vidée de ses composants internes.

5 Lors des arrêts d'un réacteur, pour rechargement ou pour visite de contrôle systématique de la cuve, il peut être reconnu nécessaire de devoir intervenir à l'intérieur même de la cuve, par exemple pour un examen précis du revêtement des parois ou des tubulures de raccordement du circuit primaire, ou encore pour procéder à des retouches de polissage, de soudure, 10 ou de rechargement local. Lorsque le réacteur a déjà fonctionné, la cuve est évidemment fortement radioactive, ce qui interdit l'accès normal à l'intérieur de celle-ci.

Jusqu'à présent de tels examens ne pouvaient être réalisés que par caméras de télévision télécommandées, et les interventions auraient exigé 15 l'utilisation d'outillages également télécommandés, avec contrôle du travail par ces mêmes caméras. Le positionnement précis de tels outillages dans la cuve, à partir d'une plateforme au-dessus du niveau supérieur de la piscine pose de tels problèmes techniques qu'on a pratiquement dû renoncer à de tels appareils. En outre ces outillages, plus ou moins automatisés, devraient 20 être programmés à l'avance, ce qui par exemple pour des opérations de polissage avec reprise minimale de métal, est difficilement réalisable lorsque l'on travaille sur des revêtements qui ne peuvent pas présenter une géométrie précise et constante. On pourrait encore envisager de faire descendre un opérateur dans la cuve, mais la lourdeur de l'équipement de protection qui lui 25 serait nécessaire rendrait impossible tout travail de précision.

La présente invention permet la réalisation d'un module polyvalent autorisant, à l'intérieur d'une cuve devenue radio-active, les principales opérations de vérification et d'entretien sous la dépendance et le contrôle direct d'un opérateur, et sans gêne pour celui-ci.

30 L'invention s'applique à un module d'intervention à l'intérieur de la cuve d'un réacteur nucléaire, destiné à être utilisé lorsque le couvercle de la cuve est enlevé ainsi qu'une partie au moins des équipements internes. Selon l'invention, le module est constitué par :

- un bâti support, muni de prises pour des moyens de levage, et d'organes 35 d'appui et de centrage sur la bride de fixation du couvercle sur la cuve.

- un plateau-support, suspendu en rotation sous le bâti dans l'axe de la cuve lorsque le bâti est en position sur celle-ci, avec des moyens pour faire varier la position angulaire du plateau par rapport au bâti,
- une cabine étanche, à parois et hublots en matériaux protégeant contre les rayonnements, reposant par des galets sur des chemins de roulement solidaires du plateau, avec des moyens pour déplacer la cabine sur le plateau radialement par rapport à la cuve.

Selon une forme préférentielle de réalisation de l'invention, le bâti support est étoilé, permettant le passage d'une cheminée amovible pour l'accès du personnel à la cabine, à parois en matériau protégeant contre les rayonnements, avec une bride de raccordement sur la paroi supérieure de la cabine.

Egalement selon une forme préférentielle de réalisation de l'invention, sur la paroi extérieure d'une face munie d'un hublot, la cabine comporte un bras porte-outil, monté en porte-à-faux sur un plateau tournant autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la face de la cabine, le plateau tournant étant lui-même porté par un chariot déplaçable selon deux directions perpendiculaires dans un plan vertical parallèle à la face de la cabine, avec des moyens commandés depuis l'intérieur de la cabine pour déplacer le chariot et orienter le bras sur celui-ci.

L'invention sera mieux comprise en se référant à un mode de réalisation particulier, donné à titre d'exemple et représenté par les dessins annexés.

La figure 1 est une vue générale, partiellement en élévation et partiellement en coupe, de l'ensemble du module en position de travail à l'intérieur de la cuve d'un réacteur.

La figure 2 est une vue de dessus du même ensemble.

La figure 3 est une vue en perspective du module, isolé du bâti support, mais équipé de la cheminée d'accès du personnel.

Les figures 4 et 5 montrent deux phases caractéristiques de la mise en place du module dans la cuve. Sur la figure 4 le module est en cours d'introduction dans la cuve ; la figure 5 montre la manoeuvre de déplacement du bras porte-outil.

En se référant tout d'abord aux figures 1 et 2, on verra que l'ensemble du module est porté par un bâti support étoilé 1 constitué par un fût central cylindrique 2, et trois branches 3 portant chacune à son extrémité une douille de mise en place 4. Les douilles 4 sont engagées sur des guides de centrage 5 montés sur la bride 6 de fixation du couvercle de la

cuve. Une nervure diamétrale 7, munie d'un orifice d'élinguage 8, est solidaire du fût central 2 du bâti.

Une poutre diamétrale 10 est suspendue au bâti 1 par l'intermédiaire d'une couronne à billes 11, centrée sur l'axe de la cuve lorsque le
5 bâti 1 est en position sur la bride 6 de la cuve. Un groupe moto-réducteur frein 12, fixé sur des nervures internes du fût 2, porte en bout d'arbre un pignon 13 qui engrène avec une couronne dentée conjuguée solidaire de la poutre 10. La mise en action du moteur 12 entraîne donc la rotation de la poutre 10 par rapport au bâti 1, et par conséquent par rapport à la cuve.
10 Un vérin d'indexage 14 est utilisé pour immobiliser la poutre 10 en rotation en des positions précises prédéterminées.

La poutre 10 comporte deux ailes latérales 16 qui servent chacune de chemin de roulement pour quatre galets 17 réunis deux à deux par des palonniers 18 articulés en 19 sur des pièces solidaires d'une cabine 20. La
15 cabine 20, qui constitue le module d'intervention proprement dit, est ainsi suspendue à la poutre 10, sur laquelle elle peut être déplacée longitudinalement, c'est à dire radialement par rapport à la cuve. Pour faire rouler la cabine sur les rails 16, la poutre est munie d'un groupe moto-réducteur 22 qui entraîne en rotation une vis 23 portée par deux paliers 24 solidaires du plancher de la poutre 10. Ce plancher comporte une lumière longitudinale 25 qui permet le déplacement d'une chandelle 26 solidaire du toit de la cabine, et portant un écrou fixe engagé sur la vis 23. La mise en action du moteur 22 entraîne donc la rotation de la vis 23 dans un sens ou dans l'autre, et par là le déplacement longitudinal de la chandelle 26 et de la cabine 20 qui roule sur les rails 16 par ses galets 17.
20 25

La cabine 20, de dimensions intérieures permettant l'évolution aisée d'au moins un opérateur, a toutes ses parois en matériau assurant une bonne protection contre les rayonnements, et par exemple un sandwich composé de deux tôles en acier inoxydable enserrant un remplissage de plomb.

La vision extérieur est assurée par un hublot 28 de grandes dimensions sur la face avant qui constituera la face principale de travail, et par des hublots arrière ou latéraux 29 de plus faible surface. Les hublots sont en verre au plomb de forte épaisseur, assurant le même degré de protection que les parois opaques.
30

On se réfèrera maintenant de préférence à la figure 3 qui montre plus en détail l'ensemble du bras porte-outil 30 et des moyens de réglage de sa position sur la face avant de la cabine. Le bras porte-outil représenté ici, comme sur l'ensemble des figures, est spécialement destiné au
35

travail dans l'une des tubulures de raccordement du circuit primaire et comporte pour cela à son extrémité libre un tampon de centrage 31. L'outil proprement dit n'est représenté ici que symboliquement en 32, car il peut s'agir selon les besoins, par exemple d'un équipement de meulage, de soudage, ou encore de contrôle par ultra-sons.

Le bras 30, dont les organes d'entraînement des outils sont ici protégés par un soufflet, est articulé en 33 sur une partie 34 en forme de chape formée sur un plateau tournant 35. Le plateau 35 est ajouré en son centre, et peut pivoter par une couronne à billes sur un plateau fixe 36 également ajouré en son centre. Pour simplifier le dessin on n'a pas représenté ici les moteurs permettant de faire pivoter le bras 30 autour de l'axe 33, ni le moteur de mise en rotation du plateau 35 sur le plateau 36, car ces moteurs peuvent être de tout type usuel du commerce.

Le plateau 36 est solidaire d'un cadre 37-38 dont les deux éléments tubulaires d'extrémité 37 et 38 enserrrent respectivement un tube lisse et une vis 39. Le groupe moto-réducteur 40 entraîne un écrou engagé sur la vis 39, de telle sorte que la mise en action du moteur 40 permet le déplacement vertical de tout le cadre 37-38, et par conséquent du bras 30. Les guides verticaux du cadre 37-38 sont portés par des supports 42, qui de la même façon enserrrent deux guides horizontaux 43 et 44, respectivement un tube lisse et une vis. Le groupe moto-réducteur 45, par l'intermédiaire d'un écrou engagé sur la vis 44, permet le déplacement transversal de l'ensemble. On voit qu'on peut ainsi amener le bras 30 en toute position, inclinaison et orientation sur une grande partie de la face avant de travail de la cabine 20. Le hublot 28 qui occupe presque la totalité de cette face permet une grande visibilité depuis l'intérieur de la cabine, y compris dans la zone voisine de l'axe du bras grâce aux ouvertures dans les plateaux 35 et 36.

On verra aussi sur cette figure 3 la cheminée 47 pour l'accès du personnel, représentée ici après raccordement à la bride 48 sur le plafond de la cabine. Une cabine d'accès supérieur 49, au niveau supérieur de la piscine, permet d'utiliser la cheminée 47 comme un sas, la cabine d'intervention 20 étant normalement en légère surpression au moyen d'un équipement autonome interne pour éviter toute entrée de poussières radio-actives. La cheminée d'accès 47 passe entre les branches 3 du bâti support 1 et est mise en place après réglage de la position angulaire de la poutre 10 et de la cabine 20 par rapport au bâti 1.

Egalement pour éviter la dispersion dans la cuve des poussières

ou particules détachées par le travail de l'outil 32, toute la zone de travail est confinée par un soufflet 51, qui n'a été représenté que partiellement sur la figure 3, mais qui entoure totalement la face avant de la cabine 20. L'étanchéité sur la paroi interne de la cuve est assurée

5 par un cadre avant au profil de la cuve, équipé d'un joint et plaqué sur la cuve par un système à vérins et bielles, non représenté sur les dessins simplifiés car il ne présente aucune difficulté particulière de réalisation.

On peut également chercher à collecter et capter les poussières radio-actives ainsi confinées. Il est pour cela prévu, sous le plancher de la cabine 20, un groupe d'aspiration 55 susceptible de travailler en circuit fermé sur l'enceinte confinée par/soufflet. Les poussières sont ainsi aspirées au moyen du flexible 56 raccordé à une poche inférieure du soufflet, puis isolées dans un cyclone et par des filtres pour aboutir dans

10 un bidon de récupération. L'ensemble des appareils de séparation et de récupération est inclus dans une enceinte protégée 58, qui peut être séparée de la cabine 20 en fin d'intervention, pour être directement envoyée vers le retraitement ou la décontamination.

On se réfèrera enfin à l'ensemble des figures 4 et 5 pour comprendre les phases de mise en place du module dans la cuve. La cuve ayant été dégagée de son couvercle et de ses équipements internes, on met en place les guides de centrage 5 sur la bride 6 de fixation du couvercle.

La position des guides de centrage est choisie de façon à ce que les branches 3 du bâti 1 ne gênent pas la mise en place de la cheminée 47

25 pour la position de travail retenue. Par ailleurs l'ensemble du module a été équipé des outils spécifiques à l'opération à entreprendre. La cabine 20 est amenée au centre de la poutre 10, et le bras 30 est en position repliée le long de la face avant de la cabine. L'ensemble est ainsi équilibré et présente un encombrement radial minimum ; il peut être pris par le pont polaire du bâtiment réacteur au moyen d'une élingue 60 passée dans l'orifice 8.

30

L'ensemble est alors descendu dans l'axe de la cuve (figure 4), la dernière phase de la descente étant parfaitement guidée par engagement des douilles 4 sur les guides 5, jusqu'à venir en appui sur la bride 6 de fixation du couvercle. Pour venir engager le bras porte-outil 30 dans l'une ou

35 l'autre des tubulures 9 du circuit primaire, la poutre 10 est d'abord réglée en position angulaire de façon à présenter la face avant de la cabine dans l'axe de la tubulure. La cheminée d'accès peut alors être mise en place, le reste des opérations s'effectuant ensuite en commande directe

par l'opérateur depuis l'intérieur de la cabine 20. La cabine est éloignée du débouché de la tubulure en roulant sur les rails 16 (figure 5), de façon à permettre le libre débattement du bras 30 pendant son redressement et son réglage de position verticale transversale et angulaire. Il suffit ensuite d'avancer la cabine vers la tuyauterie pour engager l'extrémité
5 du bras et l'outil à l'intérieur de la tuyauterie comme on le voit sur la figure 1.

Bien entendu l'invention n'est pas strictement limitée au mode de réalisation qui vient d'être décrit à titre d'exemple, mais elle couvre également les réalisations qui n'en diffèreraient que par des détails, par
10 des variantes de réalisation ou par l'utilisation de moyens équivalents. Ainsi on pourrait également utiliser un tel module sans bras porte-outil, dans le cas où l'on ne rechercherait que de simples inspections visuelles directes des parois de la cuve et des tubulures.

REVENDEICATIONS

1.- Module d'intervention à l'intérieur de la cuve d'un réacteur nucléaire, destiné à être utilisé lorsque le couvercle de la cuve est enlevé ainsi qu'une partie au moins des équipements internes,

5 caractérisé par le fait qu'il est constitué par :

- un bâti support (1), muni de prises (8) pour des moyens de levage, et d'organes d'appui et de centrage (3,4) sur la bride (6) de fixation du couvercle sur la cuve,
- un plateau support (10), suspendu en rotation sous le bâti (1) dans
- 10 l'axe de la cuve lorsque le bâti est en position sur celle-ci, avec des moyens (12, 13) pour faire varier la position angulaire du plateau (10) par rapport au bâti (1),
- une cabine étanche (20), à parois et hublots en matériaux protégeant contre les rayonnements, reposant par des galets (17) sur des chemins de
- 15 roulement (16) solidaires du plateau (10), avec des moyens (22, 23, 26) pour déplacer la cabine (20) sur le plateau (10) radialement par rapport à la cuve.

2.- Module d'intervention selon revendication 1, caractérisé par le fait que le bâti support (1) est étoilé, permettant le

20 passage d'une cheminée amovible (47) pour l'accès du personnel à la cabine (20, à parois en matériau protégeant contre les rayonnements, avec une bride de raccordement (48) sur la paroi supérieure de la cabine (20).

3.- Module d'intervention selon revendication 1, caractérisé par le fait que sur la paroi extérieure d'une face munie d'un

25 hublot (28), la cabine (20) comporte un bras porte-outil (30), monté en porte-à-faux sur un plateau (35) tournant autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la face de la cabine, le plateau tournant (35) étant lui-même porté par un chariot (37, 38) déplaçable selon deux directions perpendiculaires dans un plan vertical parallèle à la face de la cabine, avec des

30 moyens (40, 45) commandés depuis l'intérieur de la cabine pour déplacer le chariot (37, 38) et orienter le bras (30) sur celui-ci.

4.- Module d'intervention selon revendication 3, caractérisé par le fait que le bras (30) est articulé sur le plateau tournant (35) et comporte des moyens commandés depuis l'intérieur de la cabine

35 pour régler son inclinaison entre une position entièrement repliée parallèlement à la face de la cabine et une position entièrement déployée perpendiculairement à la face de la cabine.

5.- Module d'intervention selon revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comporte un équipement interne autonome de

pressurisation de l'intérieur de la cabine.

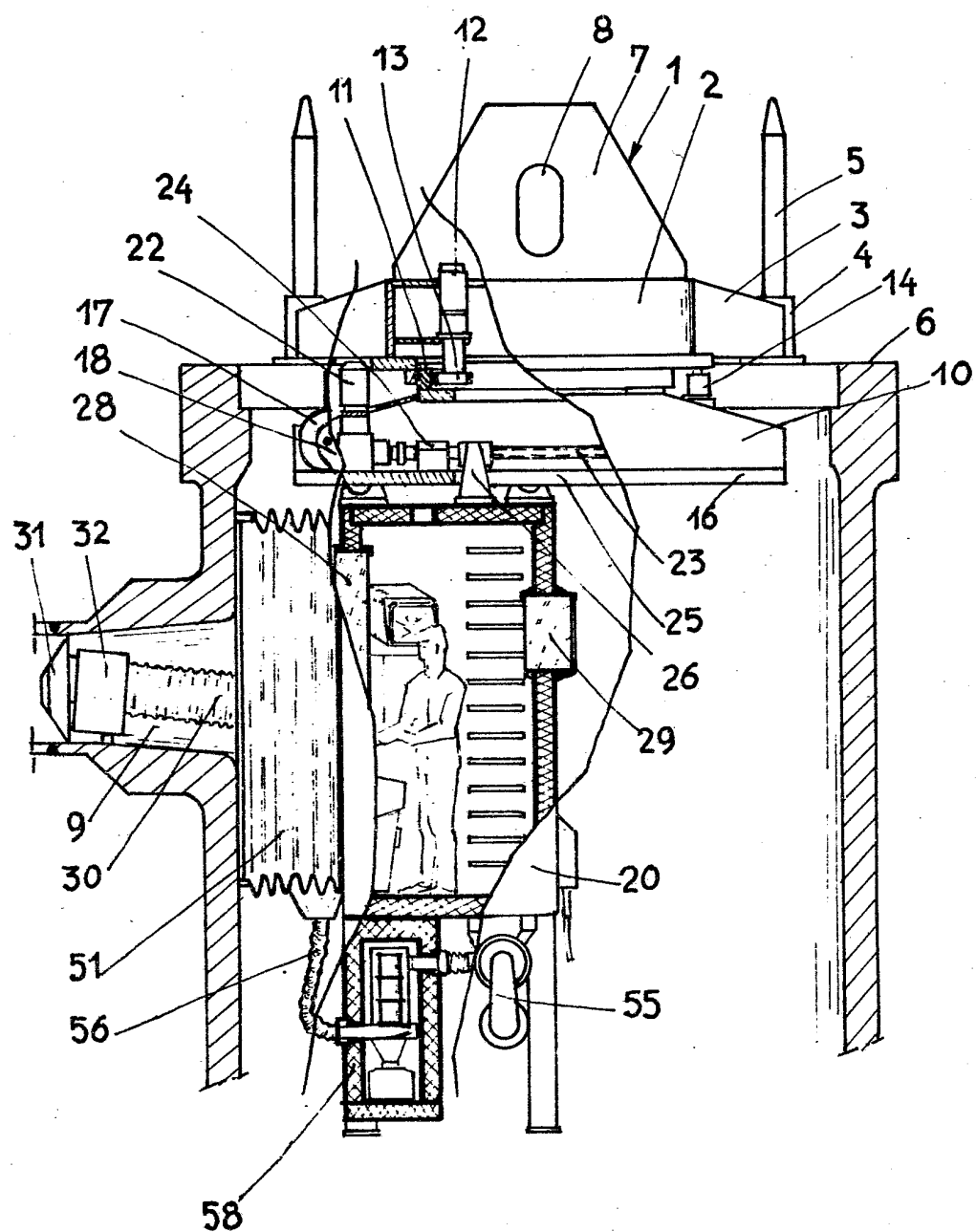
6.- Module d'intervention selon revendication 3, caractérisé par le fait que la face de la cabine (20) munie du bras porte-outil comporte en outre un soufflet télescopique étanche (51), fixé à la face de la cabine, avec des moyens pour venir appliquer de façon étanche l'extrémité libre du soufflet contre la paroi interne de la cuve, en entourant la zone d'action du bras porte-outil (30).

7.- Module d'intervention selon revendication 6, caractérisé par le fait qu'il est muni d'un groupe (55, 58) d'aspiration et de récupération des poussières et copeaux résultant du travail de l'outil.

8.- Module d'intervention selon revendication 7, caractérisé par le fait que les organes de récupération des poussières et copeaux sont compris dans une enceinte (58) en matériau protégeant contre les rayonnements, et montée de façon amovible sur une paroi extérieure de la cabine (20).

1/4

Fig 1



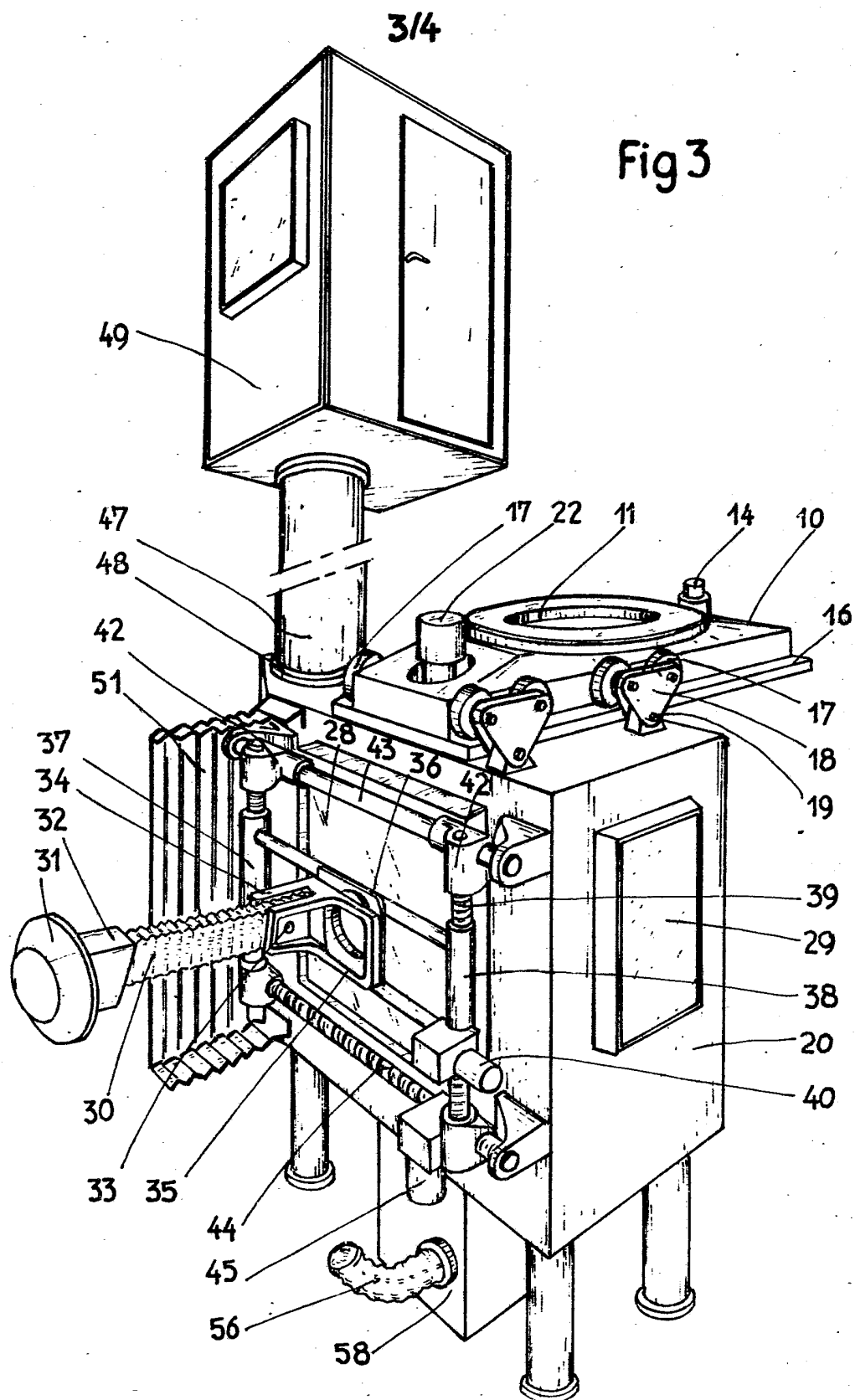


Fig 5

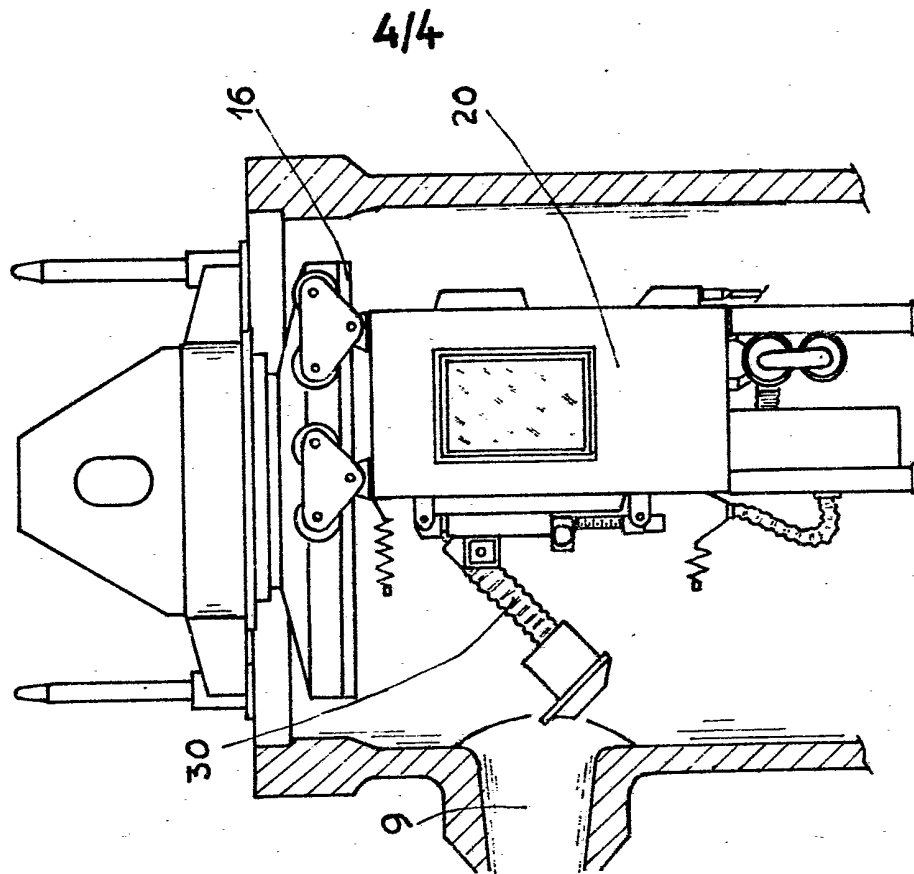


Fig 4

