

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 88400163.7

51 Int. Cl.⁴: G 21 F 9/00

22 Date de dépôt: 26.01.88

30 Priorité: 28.01.87 FR 8700994

43 Date de publication de la demande:
 07.09.88 Bulletin 88/36

84 Etats contractants désignés:
 AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

71 Demandeur: **ELECTRICITE DE FRANCE Service National**
 2, rue Louis Murat
 F-75008 Paris (FR)

72 Inventeur: **Gemma, Antoine**
 9, rue Descartes
 F-92190 Meudon (FR)

74 Mandataire: **Martin, Jean-Jacques et al**
 Cabinet REGIMBEAU 26, Avenue Kléber
 F-75116 Paris (FR)

54 **Système d'intervention sur les tuyauteries primaires et la boîte à eau d'un générateur de vapeur centrale nucléaire.**

57 L'invention est relative à un système de d'intervention sur la boîte à eau d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire.

Le système comprend un premier élément (1) ayant une forme sensiblement allongée et formant un premier bras du système et un deuxième élément (2) ayant une forme sensiblement allongée. Le deuxième élément (2) est articulé à un de ses extrémités à une extrémité du premier élément (1). L'ensemble du premier et du deuxième bras (2) est susceptible d'être introduit dans la boîte à eau (BAE) du générateur de vapeur, par l'intermédiaire du trou d'homme (TH). Le deuxième élément (2) peut être mis en position déployée par rapport au premier élément (1). Un véhicule (3) monté mobile par rapport au deuxième bras (2) permet d'explorer et d'assurer la décontamination des différentes parties de la boîte à eau (BAE) du générateur de vapeur. Un moyen d'intervention tel que de décontamination (30) est porté par le véhicule (3). Il est susceptible d'atteindre une pluralité de zones de la surface interne du générateur de vapeur. Des moyens (6) de commande à distance du véhicule (3) et des moyens d'intervention (30) sont prévus.

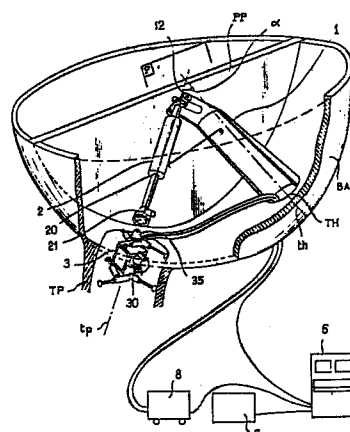


FIG. 1a

Description

"SYSTEME D'INTERVENTION SUR LES TUYAUTERIES PRIMAIRES ET LA BOÎTE A EAU D'UN GENERATEUR DE VAPEUR DE CENTRALE NUCLEAIRE"

La présente invention est relative à un système d'intervention sur les tuyauteries primaires et sur la boîte à eau d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire.

Dans le cadre du remplacement d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire, les opérations telles que découpe des tuyauteries, chanfreinage, soudage doivent être réalisées sur les parties à remplacer et en particulier sur la boîte à eau. La dose de rayonnement reçue par les opérateurs au cours de ces opérations est importante en raison de la contamination en substances radioactives qui se déposent sur les parois internes des parties précitées.

Une possibilité de diminuer les doses précitées reçues au cours de ce type d'intervention peut consister, préalablement aux interventions nécessaires à la réalisation de ces opérations, à décontaminer la tuyauterie primaire de la boîte à eau, sur une longueur de l'ordre de quelques mètres par exemple, la paroi interne de la boîte à eau et la plaque de partition par exemple.

Cette décontamination peut être effectuée par électrodecontamination par exemple et, avantageusement, par intervention de l'extérieur de la boîte à eau par la mise en oeuvre du système objet de l'invention.

Le système d'intervention sur les tuyauteries primaires et de la boîte à eau des générateurs de vapeur de centrale nucléaire, objet de l'invention, est remarquable en ce qu'il comprend un premier élément ayant une forme sensiblement allongée et formant un premier bras du système et un deuxième élément ayant une forme sensiblement allongée, articulé à une de ses extrémités à une extrémité du premier élément, le deuxième élément formant un deuxième bras du système. L'ensemble du premier et du deuxième bras est susceptible d'être introduit dans la boîte à eau du générateur de vapeur par l'intermédiaire du trou d'homme et ledit deuxième élément peut être mis en position déployée par rapport au premier élément. Un véhicule est monté sur le deuxième bras, le véhicule étant monté mobile par rapport au deuxième bras et un moyen de décontamination est porté par le véhicule. Le moyen d'intervention, du fait de son mouvement par rapport au deuxième bras et de l'ouverture relative entre le premier et le deuxième bras est susceptible d'atteindre une pluralité de zones de la surface interne du générateur de vapeur telles que notamment les tuyauteries primaires, la plaque de partition et la paroi interne du bol sphérique de la boîte à eau du générateur de vapeur. Des moyens de commande à distance du véhicule et des moyens d'intervention sont en outre prévus.

Le système objet de l'invention peut avantageusement être utilisé préalablement à toute intervention d'un opérateur sur ou dans la boîte à eau d'un générateur de vapeur, opérations telles que le bouchage des tubes le contrôle des tubes, mise en

place des types d'obturation.

Il est remarquable en ce que l'intervention telle que la décontamination peut être effectuée et commandée de l'extérieur de la boîte à eau du générateur de vapeur, toute entrée ou sortie d'un opérateur dans la boîte à eau d'un générateur de vapeur préalablement à une décontamination mise en oeuvre conformément au système selon l'invention ayant pour effet de soumettre celui-ci à une dose d'irradiation trop importante.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description et à l'observation des dessins ci-après dans lesquels :

- la figure 1a représente une vue en perspective éclatée d'un système selon l'invention plus particulièrement adapté à la décontamination de la tuyauterie primaire de la boîte à eau d'un générateur de vapeur,

- la figure 1b représente une vue en coupe partielle selon un plan de symétrie commun au trou d'homme TH et à la tuyauterie primaire TP de la boîte à eau d'un générateur de vapeur et du système selon l'invention, tel que représenté en figure 1a,

- la figure 2a représenté une vue en perspective d'un élément essentiel du système objet de l'invention représenté en figures 1a et 1b, cet élément essentiel étant constitué par le véhicule support de l'élément de décontamination,

- la figure 2b représente en coupe partielle une vue selon un plan de symétrie longitudinal de la figure 2a,

- les figures 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g, 3h, 3i, 3j représentent les étapes successives de mise en place du véhicule représenté en figures 2a et 2b dans la tuyauterie primaire de la boîte à eau d'un générateur de vapeur,

- les figures 4a, 4b, 4c représentent le mode opératoire du véhicule dans la tuyauterie primaire pour assurer le déplacement de celui-ci dans la tuyauterie primaire,

- la figure 5a représente une vue en perspective éclatée d'un système selon l'invention plus particulièrement adapté à la décontamination de la plaque de partition de la boîte à eau d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire,

- les figures 5b et 5c représentent une vue en coupe partielle relative aux étapes d'installation du système selon l'invention tel que représenté en figure 5a,

- les figures 6a et 6b représentent des schémas des différentes phases de déplacement du deuxième élément formant bras, au moyen du véhicule, dans le mode de réalisation du système objet de l'invention représenté en figure 5a,

- la figure 7 représente une vue de face d'un détail de réalisation de l'agencement du véhicule sur le deuxième élément formant deuxième bras dans le mode de réalisation du système

objet de l'invention représenté en figure 5a,

- la figure 8a représente une vue en perspective éclatée d'un système selon l'invention plus particulièrement adapté à la décontamination de la paroi interne du bol de la boîte à eau d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire,

- la figure 8b représente une vue partielle d'un détail de réalisation de l'agencement du véhicule sur le deuxième élément formant deuxième bras dans le mode de réalisation du système objet de l'invention représenté en figures 8a et 8b,

- les figures 9a à 9e représentent des phases de mise en place du système selon l'invention,

- les figures 10a, 10b, 10c représentent un schéma illustratif des moyens de commande et de leur utilisation en liaison avec un système de décontamination objet de l'invention tel que représenté en figures 1a, 5a, 8a, respectivement,

- les figures 11a et 11b représentent respectivement un schéma de principe illustratif des moyens de décontamination dans le cas où ces moyens de décontamination sont constitués par une cellule d'électropolissage et un schéma détaillé en coupe partielle d'un mode de réalisation avantageux d'une telle cellule.

Le système d'intervention sur les tuyauteries primaires et sur la boîte à eau d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire sera tout d'abord décrit en liaison avec la figure 1a.

Ainsi que représenté sur la figure précitée, le système d'intervention sur les tuyauteries primaires et sur la boîte à eau de générateurs de vapeur de centrale nucléaire comprend un premier élément noté 1 ayant une forme sensiblement allongée et formant un premier bras du système. Il comporte en outre un deuxième élément noté 2 ayant une forme également sensiblement allongée, ce deuxième élément étant articulé en 12 à une de ses extrémités à une extrémité du premier élément noté 1. Le deuxième élément 2 forme un deuxième bras du système et l'ensemble du premier 1 et du deuxième bras 2 est susceptible d'être introduit dans la boîte à eau notée BAE sur la figure 1a du générateur de vapeur, par l'intermédiaire du trou d'homme noté TH. Le deuxième élément 2 peut ainsi être mis en position déployée par rapport au premier élément 1, position déployée d'un angle d'ouverture α représenté en figure 1a.

En outre, ainsi qu'il apparaît en figure 1a, un véhicule noté 3 est monté sur le deuxième bras 2. Le véhicule 3 est monté mobile par rapport au deuxième bras 2 ainsi qu'il sera décrit plus en détail ci-après dans la description.

Un moyen d'intervention tel qu'un moyen de décontamination 30 est en outre porté par le véhicule 3. Le moyen d'intervention 30, du fait de son mouvement par rapport au deuxième bras 2 et de l'ouverture relative entre le premier 1 et le deuxième bras 2 est susceptible d'atteindre une pluralité de zones de la surface interne du générateur de vapeur, telles que notamment les tuyauteries primaires notées TP, la plaque de partition notée PP, la paroi interne du bol sphérique de la boîte à eau notée BAE

du générateur de vapeur.

En outre, ainsi qu'on la représenté en figure 1a, des moyens de commande 6 sont prévus de façon à permettre la commande à distance du véhicule 3 et des moyens d'intervention 30 de l'extérieur de la boîte à eau BAE du générateur de vapeur. Aux moyens de commande 6 précités sont également associés des éléments auxiliaires tels qu'un système d'alimentation en énergie électrique, notés 7, et un réservoir de produits décontaminants noté 8. Ces deux éléments auxiliaires accessoires feront l'objet d'une description plus détaillée ultérieurement dans le texte de la présente description.

Les axes de symétrie du trou d'homme, axes de symétrie notés th sur la figure 1a, et de la tuyauterie primaire, axes notés tp sur cette même figure, se situant dans un même plan noté P, le dispositif objet de l'invention est basé sur la théorie du compas et permet, ainsi, par déploiement du deuxième bras noté 2 par rapport au premier bras noté 1, d'atteindre sensiblement tous les points à l'intérieur de la boîte à eau BAE du générateur de vapeur, qui doivent être soumis à un processus de décontamination ainsi qu'il sera décrit ci-après dans la description.

Conformément à un mode de réalisation particulièrement avantageux représenté en figure 1a, de manière non limitative, le premier élément 1 est un élément creux de forme sensiblement hémicylindrique de façon à former corset de protection du deuxième élément 2, lorsque ce dernier est en position non déployée. La position non déployée s'entend pour une valeur de l'angle α sensiblement nulle. Ce deuxième élément ou deuxième bras 2 étant alors ramené contre le premier élément ou premier bras 1 et à l'intérieur de la partie creuse de celui-ci.

Une description plus spécifique du système objet de l'invention dans le cas où celui-ci permet d'assurer la décontamination des tuyauteries primaires notées TP d'un générateur de vapeur, sera donnée en liaison avec les figures 1a, 1b, et 2a, 2b, ci-après.

Dans le cas précité, le deuxième bras noté 2 est avantageusement constitué par un bras télescopique noté 20 et le véhicule 3 est alors monté amovible à l'extrémité du deuxième élément 2 formant deuxième bras. Le bras télescopique 20 peut être constitué de façon classique, par un bras muni d'un vérin hydraulique commandé par les moyens de commande 6. La fixation amovible du véhicule 3 en extrémité du bras télescopique 20 peut avantageusement être réalisée au moyen d'une mâchoire 21 commandée par les moyens de commande 6 et d'un système de fixation correspondant 35, directement solidaire du véhicule 3 ainsi qu'il sera décrit ultérieurement dans la description.

Bien entendu, le véhicule 3 ayant été mis en position à l'entrée de la tuyauterie primaire TP au moyen du bras télescopique 20 commandé par les moyens de commande 6, le dégagement de la mâchoire 21 est alors commandé et le véhicule 3, véhicule autotractable tel qu'il sera décrit ultérieurement dans la description peut alors se déplacer dans la tuyauterie primaire TP précitée.

Sur la figure 1b on a représenté une vue en coupe partielle selon un plan de symétrie commun au trou d'homme TH et à la tuyauterie primaire TP de la boîte à eau d'un générateur de vapeur et du système selon l'invention, le véhicule 3 s'étant déplacé dans la tuyauterie primaire TP.

Ainsi qu'on le remarquera sur la figure 1b précitée, le véhicule est mécaniquement solidaire d'un câble tenseur noté 4, le câble tenseur circulant lors du déplacement du véhicule amovible 3 dans les tuyauteries primaires TP par l'intermédiaire de poulies d'extrémité notées 200 du deuxième bras 2, de poulies d'articulation notées 100 du premier et du deuxième bras par exemple. Bien entendu par poulie on comprendra tout moyen de guidage adapté permettant le déplacement du câble sans usure abusive de ce dernier et en particulier éventuellement de gorges de guidage munies d'un revêtement auto-lubrifiant par exemple, tel qu'un revêtement en polytétrafluoréthylène. Ainsi qu'on l'a représenté en outre en figure 1b, le câble tenseur 4 est distribué par un enrouleur équilibreur noté 5 situé au voisinage de l'extrémité libre du premier élément 1 à l'extérieur du trou d'homme TH lorsque le système et en particulier l'élément 1 est en position, ainsi qu'il sera décrit ultérieurement dans la description.

Ainsi, le véhicule 3 permet de déplacer les moyens de décontamination 30 le long de la tuyauterie primaire TP.

De façon générale, le véhicule permet d'imprimer au moyen de décontamination 30 un mouvement de rotation autour de l'axe de la tuyauterie TP lors de la décontamination et un mouvement longitudinal incrémental autorisant la progression de l'ensemble véhicule 3 - moyens de décontamination 30, le long de la tuyauterie.

Une description plus détaillée du véhicule 3 sera donnée en liaison avec les figures 2a et 2b.

Selon la figure 2a précitée, le véhicule 3 peut avantageusement comporter un corps de véhicule noté 31 constitué par un élément longitudinal disposé selon l'axe longitudinal Δ du véhicule. Celui-ci comporte également un châssis 32 monté à rotation sur l'élément longitudinal formant corps de véhicule 31. Le châssis 32 comprend un plateau noté 320, destiné à supporter les moyens de décontamination 30. En outre, ainsi qu'on le remarquera en figure 2a, des moyens de sustentation du véhicule 3 sont prévus. Ces moyens de sustentation sont constitués par un premier noté 33, et un deuxième noté 34, jeux de vérins. Chaque jeu de vérins est solidaire du corps de véhicule 31 et présente dans un plan orthogonal à l'axe longitudinal Δ du véhicule, une configuration tripode. Chaque vérin formant les jeux de vérins 33 et 34 sont munis à leur extrémité d'une ventouse d'application destinée à prendre appui sur la paroi interne de la paroi primaire TP. On remarquera sur la figure 2a que le jeu de vérins 33 a été représenté avec deux vérins seulement, le troisième vérin ayant été omis afin de ne pas surcharger inutilement le dessin.

Selon un mode de réalisation avantageux du véhicule 3 représenté en figure 2a, le châssis 32 est monté à rotation sur l'élément longitudinal 31 par l'intermédiaire d'une couronne dentée 310 et d'un

moteur 321 comprenant un pignon s'engrenant sur la couronne dentée précitée. Le moteur 321 est bien entendu solidaire du châssis 32. La mise en rotation du pignon du moteur 321 permet ainsi d'assurer la mise en rotation du châssis 32 et de tous les éléments qui lui sont assujettis.

Ainsi qu'on le remarquera en outre sur la figure 2a, les moyens de décontamination 30 sont supportés par le plateau 320, par l'intermédiaire de vérins notés 3201, 3202. Les vérins 3201, 3202 sont reliés chacun par une articulation à rotule 3203, 3204 aux moyens de décontamination. Une translation radiale de l'ensemble, c'est-à-dire dans une direction orthogonale à l'axe longitudinal Δ du corps de véhicule 31, est commandée par un moteur 3205 solidaire des moyens de décontamination 30, afin de permettre l'accostage de ces moyens sur la paroi de tuyauterie primaire à traiter. Sur les figures 2a et 2b notamment, on remarquera que le moteur 3205 est monté solidaire du plateau 320 et donc des moyens de décontamination 30, le moteur 3205 engrenant une chaîne de transmission 3206, laquelle entraîne deux écrous 3207, 3208, entraînant solidairement le plateau 320 et les moyens de décontamination 30, par l'intermédiaire de deux tiges filetées 3209 solidaires du châssis 32. La mise en rotation du moteur 3205 permet ainsi la mise en mouvement de la chaîne de transmission 3206, le déplacement en translation de l'ensemble de l'équipage constitué par le plateau 320, le moteur 3205 et les moyens de décontamination 30, selon une direction perpendiculaire à l'axe Δ . Sur les figures 2a et 2b, on remarquera également que le corps de véhicule 31 comporte à l'une de ses extrémités une partie tronconique 35 munie d'une gorge 3500, et destinée à venir s'engager dans la mâchoire de fixation disposée en extrémité du bras télescopique 20.

Une description plus détaillée du véhicule représenté en figure 2a, sera donnée en liaison avec la figure 2b selon une vue en coupe suivant un plan de symétrie longitudinal passant par l'axe Δ du véhicule.

Sur la figure 2b, on remarquera notamment la présence d'un élément noté CA, lequel représente le cordon d'alimentation du véhicule, ce cordon d'alimentation étant réputé comprendre un tuyau d'alimentation et d'évacuation du liquide ou fluide décontaminant vers les moyens de décontamination 30, ainsi qu'il sera décrit ultérieurement dans la description, ainsi qu'une canalisation d'alimentation en énergie électrique et une canalisation en fluide hydraulique permettant l'actuation des différents vérins constitutifs du véhicule 3.

Ainsi qu'il apparaît en outre en figure 2b, les deux jeux de vérins, 33, 34, sont, afin de permettre d'assurer la traction du véhicule 3 dans la tuyauterie primaire tp, montés sur une plaque d'assise notée 330, 340, dont l'orientation par rapport à un plan orthogonal à l'axe longitudinal Δ du corps du véhicule est ajustable selon un angle de valeur déterminé par l'intermédiaire de fixations à rotules notées 331, 332 respectivement 341, 342. Les fixations à rotule peuvent être constituées par des rotules verrouillables et déverrouillables. On notera que la plaque d'appui ou d'assise 330 est en fait

mécaniquement indépendante du point d'ancrage du câble tenseur sur le corps de véhicule 31. Selon une caractéristique avantageuse du système objet de l'invention, la plaque d'assise 340 est mobile en translation dans une direction parallèle à l'axe longitudinal Δ du véhicule 3, par l'intermédiaire de vérins de traction notés 343 et 344. Ainsi, l'un ou l'autre jeu de vérins 33 ou 34 étant mis en contact et en point d'appui sur la paroi interne de la tuyauterie primaire TP, le déplacement du jeu de vérins 34 par rapport au corps du véhicule, puis la fixation, c'est-à-dire la mise en appui des vérins du jeu de vérins 34 sur la tuyauterie primaire et le dégagement du jeu de vérins 33, permet ensuite le déplacement en translation par incrément du véhicule 3 le long de l'axe de symétrie de la tuyauterie primaire TP, ainsi qu'il sera décrit plus en détail ultérieurement dans la description.

Le véhicule 3 tel que représenté sur les figures 2a et 2b permet notamment grâce au jeu de vérins 33 et 34 présentant la configuration tripode précitée, le centrage et le maintien du véhicule 3 dans la tuyauterie primaire TP. L'avance du véhicule 3 est assurée par l'ensemble de vérins 343, 344 précités, articulés à leur extrémité afin de permettre du décalage angulaire du jeu de vérins 34, par rapport à l'ensemble constitué par l'autre jeu de vérins 33 et le corps de véhicule 31 et le châssis 32 lors de la progression de l'ensemble dans les parties courbes de la tuyauterie primaire TP.

L'ensemble du véhicule 3 est maintenu par les câbles tenseurs 4 précédemment cités, ces derniers étant actionnés afin d'empêcher la chute du véhicule 3, lors de la défaillance éventuelle d'un des jeux de vérins 33 ou 34.

Le processus de décontamination de la tuyauterie primaire TP peut alors s'effectuer de la manière ci-après. Le véhicule 3 est descendu au point le plus bas à décontaminer de la tuyauterie primaire TP. La décontamination des parois de la tuyauterie primaire TP est alors assurée par l'intermédiaire des moyens de décontamination 30, lesquels sont mus en rotation autour de l'axe longitudinal Δ du véhicule, par l'intermédiaire du châssis 32 mis en mouvement par le moteur 321 précité. Une bande latérale de la tuyauterie primaire TP ayant été décontaminée, le véhicule est alors déplacé d'un incrément et la remontée de celui-ci est effectuée grâce au deuxième jeu de vérins 34 précédemment décrit. C'est à ce moment que les câbles tenseurs 4 jouent pleinement leur rôle de moyens assurant une sécurité en cas de défaillance dans les vérins précités. Le ou les câbles tenseurs 4 étant enroulés sur l'équilibreur 5, ceux-ci facilitent la remontée du véhicule 3, notamment lorsque le véhicule et en particulier les vérins d'appui des jeux de vérins 33 ou 34, passent devant une surface décontaminée, c'est-à-dire une surface présentant un état de surface présentant des difficultés d'adhérence.

Une description détaillée de la mise en place des systèmes objet de l'invention dans la boîte à eau BAE d'un générateur de vapeur, mise en place de l'extérieur de celle-ci, sera décrite en liaison avec les figures 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 3f, 3g, 3h, 3i, 3j.

Sur les figures 3a et 3b on a représenté la mise en

place du système objet de l'invention sur un ascenseur noté 50 amené à proximité du trou d'homme noté TH. Bien entendu on comprendra que la figure 3b représente une vue en coupe selon un plan de symétrie de la figure 3a sensiblement. Le système ascenseur 50 peut consister par exemple en un plan incliné dont l'angle d'inclinaison permet par seule translation de l'ensemble, c'est-à-dire du système objet de l'invention, la mise en position de l'articulation 12 du premier et du deuxième bras au voisinage du centre de la plaque à tube notée PT de la boîte à eau du générateur de vapeur.

Les figures 3c et 3d représentent notamment la position du système objet de l'invention, après translation du système sur l'ascenseur 50 et mise en position de l'articulation 12 au voisinage du centre de la plaque à tube PT. La position de l'ensemble étant telle que représentée en figure 3b par exemple, le véhicule 3 est alors, ainsi que représenté en figure 3e et 3f, accosté en extrémité du bras télescopique 20 et verrouillé à l'extrémité de celui-ci. Le bras télescopique peut alors être rentré de façon à amener le véhicule à l'intérieur de la boîte à eau BAE. Bien entendu les connexions du cordon d'alimentation sont également effectuées préalablement.

Puis, ainsi qu'il est représenté en figure 3g, le deuxième élément noté 2 formant bras, est alors déverrouillé et mis en position déployée par rapport au premier élément formant bras noté 1. Le deuxième élément formant bras 2 est alors déployé de façon à amener celui-ci et le véhicule 3 au droit de la tuyauterie primaire TP ainsi que représenté sur la figure 3g. Le déploiement du bras 2 peut être effectué par l'intermédiaire d'un vérin ou par l'intermédiaire d'un moteur entraînant à rotation le bras 2 dans sa position déployée.

Ensuite, ainsi qu'il est représenté en figure 3h, le bras télescopique est alors actionné de façon à introduire le véhicule 3 dans la tuyauterie primaire TP.

Les vérins des jeux de vérins 33 et 34 du véhicule 3 sont alors actionnés afin d'actionner l'accostage du véhicule 3 sur les parois de la tuyauterie primaire TP ainsi qu'il a été représenté en figure 3i.

Le véhicule 3 peut alors être déconnecté du bras télescopique 20 par l'intermédiaire de la mâchoire précédemment décrite et la progression du véhicule 3 dans la tuyauterie primaire peut être réalisée ainsi que l'a déjà mentionné, par progression séquentielle le long de l'axe de la tuyauterie.

Une description plus détaillée de la progression du véhicule 3, notamment en partie courbe de la tuyauterie primaire TP, sera donnée en liaison avec les figures 4a, 4b et 4c.

Sur la figure 4a, on a représenté les deux jeux de vérins 33 et 34 en position d'appui sur la paroi interne de la tuyauterie primaire TP dans une partie courbe de celle-ci. On notera en particulier que grâce à la liaison à rotule des vérins de traction 343 et 341 et de la plaque d'appui 330 et 340, le système peut aisément se déplacer dans les parties courbes. Sur la figure 4a, au point (1) les vérins constitutifs des jeux de vérins 33 et 34 sont sous pression et permettent l'application des ventouses sur la paroi,

afin de constituer point d'appui. Les rotules peuvent être alors verrouillées ainsi que représenté par la lettre V.

Au point (2) de la figure 4a, les vérins du jeu de vérins 34 sont mis en dépression afin de placer ceux-ci en position de retrait, les rotules 341 et 342 étant déverrouillées, position notée $\bar{V}$.

Sur la figure 4b, au point 1, le jeu de vérins 33 est maintenu sous pression et constitue point d'appui pour le véhicule 3. Au contraire, sur le jeu de vérins 34, la pression étant supprimée et les vérins de traction 343 et 344 sont alors mis en action par mise en pression, de façon à déplacer le deuxième jeu de vérins 34 selon la flèche indiquée dans une direction sensiblement parallèle à la tangente à l'axe de la tuyauterie primaire TP. On notera que sur les figures 4a à 4c l'axe de tuyauterie TP est représenté en trait mixte.

Le jeu de vérins 34 s'étant traduit d'une longueur sensiblement égale à la course des vérins 343 et 344, la pression est rétablie au niveau des vérins du jeu de vérins 34, le véhicule 3 étant alors dans sa nouvelle position d'équilibre, ainsi que représenté en figure 4b au point (2). La longueur d'élongation des tiges de chaque vérin du jeu de vérins 34 peut alors être ajustée, grâce aux moyens de commande, pour obtenir un centrage parfait du point central des rotules 341, 342 sur l'axe du tuyau primaire TP, les rotules 331, 332 ayant été placées en position déverrouillée $\bar{V}$, ainsi que représenté en figure 4b au point (2).

Sur la figure 4a au point (1), la pression est alors supprimée au niveau des vérins du jeu de vérins 33 et les vérins de traction 343 et 344 sont alors actionnés de façon à ramener l'ensemble du véhicule 3 vers le jeu de vérins 34. Puis, ainsi que représenté au point (2), la pression est rétablie au niveau des vérins du jeu de vérins 33 et le véhicule 3 se trouve dans une nouvelle position stable décalée d'un incrément de déplacement, le long de l'axe longitudinal de la tuyauterie primaire TP. Un centrage parfait du point central des rotules 331, 332 sur l'axe du tuyau primaire TP peut être effectué de manière analogue au centrage correspondant du point central des rotules 341, 342 représenté en figure 4b (2). Bien entendu, le cycle est ainsi recommencé autant de fois que nécessaire, afin de parcourir la longueur du tuyauterie primaire TP à décontaminer.

La progression du véhicule 3 dans la tuyauterie primaire TP ayant été effectuée du point le plus bas du traitement jusqu'au voisinage de la mâchoire de fixation du véhicule au bras télescopique 20, la fixation du véhicule au bras télescopique 20 est alors réalisée. Afin de faciliter l'opération, une caméra vidéo peut avantageusement être fixée sur le véhicule 3, de façon à faciliter les manoeuvres d'approche du véhicule et de son embout de fixation au voisinage de la mâchoire de fixation du bras télescopique 20. Le bras télescopique 20, lorsque le véhicule 3 est à nouveau fixé en extrémité de celui-ci, est alors rentré et l'élément 2 formant bras est alors ramené dans sa position non déployée correspondant à la position de mise en place du début des opérations. Le système objet de l'invention peut alors être retiré au moyen de l'ascenseur

50 ainsi que décrit précédemment.

Une variante avantageuse du système objet de l'invention sera maintenant décrite en liaison avec la figure 5a dans le cas où le système est plus particulièrement adapté à une intervention telle que la décontamination de la plaque de partition notée PP de la boîte à eau d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire. On notera que la plaque de partition PP est une plaque sensiblement orthogonale à la plaque à tube PT de la boîte à eau du générateur de vapeur, la plaque de partition précitée subdivisant la boîte à eau en deux demi-hémisphères sensiblement.

Ainsi qu'il apparaît en figure 5a, le deuxième élément 2 formant deuxième bras est articulé au premier bras 1 par l'intermédiaire d'une articulation du type articulation à la Cardan notée 120. De manière avantageuse, l'articulation 120 comprend en position de fonctionnement un premier axe noté D1, sensiblement parallèle à la plaque de partition PP, et un deuxième axe noté D2 sensiblement perpendiculaire à la plaque de partition PP.

Ainsi qu'on le remarquera en outre en figure 5a, le véhicule 3 est alors monté mobile en translation le long du deuxième bras 2.

En vue d'assurer le maintien et le déplacement du deuxième bras 2 sur la plaque de partition PP, le deuxième bras 2 comporte avantageusement un premier vérin central noté 200, lequel assure la fixation en translation de l'ensemble constitué par le premier noté 1 et le deuxième bras noté 2 selon la direction D2 perpendiculaire à la plaque de partition PP.

En outre, une pluralité de vérins notés 21, 22, respectivement 23, 24 sont disposés à l'extrémité libre du deuxième bras 2 ou au voisinage de celle-ci. Selon une autre caractéristique avantageuse du dispositif objet de l'invention, deux vérins opposés au moins, par exemple les vérins 21 et 23, forment un équipage mobile par rapport au deuxième bras, cet équipage mobile pouvant être déplacé perpendiculairement à la direction Δ' , axe longitudinal du deuxième bras 2, cette direction de déplacement étant parallèle à la plaque de partition PP. Ce déplacement permet d'assurer le déplacement correspondant au deuxième bras 2 par rapport à l'axe D2 formant axe de rotation pour le deuxième bras 2 par rapport au point fixe formé par le vérin central 200. Bien entendu, l'ensemble des vérins 21, 22, 23 et 24 est muni à l'extrémité de leur tige mobile, d'une ventouse de fixation notée 210, respectivement 220, 230, 240. La fixation des ventouses est bien entendu réalisée par mise en dépression de celles-ci. De la même manière, le vérin 200 formant vérin central est muni d'une ventouse 201 permettant la mise en appui du système objet de l'invention au niveau de l'articulation 120 entre les bras 1 et 2, au voisinage du point central de la plaque tubulaire PT précédemment décrite.

Bien entendu, le véhicule 3 est muni de moyens de décontamination tels que ceux décrits en liaison avec le mode de réalisation précédent.

Une description plus détaillée de la mise en place du système objet de l'invention dans le cas où celui-ci est plus particulièrement adapté à une

intervention telle que la décontamination de la plaque de partition PP de la boîte à eau BAE d'un générateur de vapeur sera décrite en liaison avec les figures 5b et 5c.

Selon la figure 5b, le système selon l'invention est mis en place au niveau du trou d'homme TH par l'intermédiaire d'un ascenseur 50, ainsi qu'il a été précédemment décrit. On remarquera sur la figure 5b précitée que l'articulation 120 est amenée au voisinage du centre de la plaque à tube PT du générateur de vapeur. Le système est alors monté par translation sur l'ascenseur 50 et engagé dans le trou d'homme TH, un verrouillage sur faux goujons fixés sur la bride du trou d'homme étant alors effectué. Le système objet de l'invention se trouve en position ainsi que représenté en figure 5b. L'élément 2 formant bras se trouve alors escamoté dans la partie creuse du bras 1 constitué, ainsi que décrit précédemment, par une partie creuse semi-cylindrique par exemple.

Puis après fixation de l'élément 1 formant bras sur la bride du trou d'homme TH, l'élément 2 formant bras est soumis, ainsi que représenté en figure 5c, à un mouvement de rotation autour de l'axe D1 l'élément 2 formant bras étant ainsi amené en position sensiblement parallèle à la plaque de partition PP, ainsi que représenté en figure 5c. Afin de réaliser cette opération, l'ensemble de l'élément 2 formant bras et de l'articulation 120 a été amené en position déployée autour de l'axe D1. Le vérin central 200 est alors accosté, la ventouse 201 étant alors appliquée au voisinage du centre de la plaque à tube PT, ainsi que représenté en figure 5c. Les vérins 21, 22, 23, 24 peuvent alors être également accostés sur la plaque de partition PP, ainsi que représenté en figure 5c et les ventouses correspondantes 210, 220, 230, 240 peuvent alors être mises en dépression pour assurer le maintien du bras 2 en position sensiblement parallèle par rapport à la plaque de partition PP.

Le principe de déplacement de l'élément 2 formant bras pour le système objet de l'invention, tel que représenté en figure 5a, sera décrit en liaison avec les figures 6a et 6b.

Ainsi qu'il apparaît en figure 6a, les deux vérins opposés 21 et 23 formant équipage mobile, sont rendus mobiles par l'intermédiaire d'un vérin à double effet noté 25, dont le corps est monté flottant sur le deuxième bras 2, et rappelés à une position moyenne par l'intermédiaire d'un système élastique. Sur la figure 6a, le système élastique est constitué par deux ressorts de rappel notés 251 et 252, le vérin 25 étant guidé dans son mouvement pour le rappel à sa position moyenne par l'intermédiaire d'un système de lumière et de goupille noté 250. On comprendra bien entendu que par action du vérin à double effet 25, selon l'un ou l'autre sens de déplacement de la tige de commande correspondante, l'équipage mobile constitué par les vérins 21 et 23 et leur ventouse correspondante 210 et 230 se déplace dans une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal de l'élément 2 formant bras du système objet de l'invention, ce déplacement étant réalisé dans l'un ou l'autre sens.

Sur la figure 6b, les différentes étapes correspon-

dant au déplacement de l'équipage mobile constitué par les vérins 21 et 23 et par l'élément 2 formant bras, sont représentées respectivement 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7.

A partir d'une position donnée de l'élément 2 formant bras, la procédure de déplacement est la suivante conformément aux 7 positions représentées en figure 6b :

- position 1 : les ventouses 210, 220 sont mises en dépression,
- position 2 : la dépression dans la ventouse 210 est supprimée,
- position 3 : le vérin 25 est actionné de façon à déplacer l'équipage mobile formé par les vérins 21 et 23, le vérin 21 et la ventouse 210 étant décollés de l'élément 2 formant bras,
- position 4 : mise en dépression de la ventouse 210 et arrêt de la dépression dans la ventouse 220,
- position 5 : action sur le vérin 25 lequel entraîne en translation l'élément 2 formant bras vers la ventouse 210 et le vérin 21,
- position 6 : mise en dépression de la ventouse 220 et arrêt de la dépression dans la ventouse 210, le vérin 25 est en outre ramené dans sa position moyenne par les moyens élastiques 251 et 252 représentés en figure 6a.
- position 7 : mise en dépression de la ventouse 210.

La position 7 correspond sensiblement à la position 1 initiale après déplacement de l'élément 2 formant bras d'un incrément de déplacement en rotation correspondant au débattement de l'élément 2 formant bras par rapport à l'équipage mobile constitué par les vérins 21 et 23 actionnés par le vérin 25.

Bien entendu, le véhicule 3 supportant les moyens de décontamination 30 peut se mouvoir parallèlement à l'élément 2 formant bras grâce à un moteur entraînant une vis sans fin logée dans l'élément 2 formant bras. Un tel agencement ne sera pas décrit en détail car il est à la portée de l'homme de l'art.

En outre, les moyens de décontamination peuvent avantageusement être orientables en rotation selon un axe perpendiculaire à l'axe de l'élément 2 formant bras et à la plaque de partition PP, ainsi qu'il sera décrit ultérieurement dans la description.

En outre, un vérin dit de sécurité noté 26 peut être prévu à l'extrémité libre de l'élément 2 formant bras. Ce vérin est dirigé dans la direction de l'axe longitudinal Δ' du deuxième élément 2 formant bras. Il permet en cas de défaut d'alimentation, d'assurer un blocage des deuxième éléments 2 formant bras dans sa position actuelle.

On a représenté en figure 7, une vue en coupe partielle de l'élément 2 formant bras, vue de face selon une direction parallèle à l'axe Δ' représenté en figure 5a. Sur cette même figure 7, on a désigné par G un cercle entourant l'élément 2 formant bras, muni de ses accessoires, et représentant le gabarit du trou d'homme.

Ainsi qu'il apparaît sur la figure 7 précitée, les vérins opposés 21 et 23 forment l'équipage mobile précédemment cité et sont, à cet effet, montés de façon à présenter un écartement supérieur au

couple de vérins fixes 22, 24, selon une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal Δ' du deuxième bras 2 et parallèle à la plaque de partition PP. Les vérins 21 et 23 précités sont montés solidaires du mandrin moteur du vérin 25 par l'intermédiaire de bras en arceau notés 2123 et 2321. Ainsi qu'on pourra le remarquer sur la figure 7, l'un des vérins, le vérin 21 par exemple, constitutif de l'équipage mobile, est escamotable afin de permettre l'escamotage de l'ensemble dans le corset de protection formé par le premier bras 1, afin de permettre l'introduction de l'ensemble par le trou d'homme TH. L'escamotage du vérin 21 est représenté sur la figure 7, l'ensemble constitué par l'élément 2 formant bras et ses accessoires étant inscrit dans le cercle G représentatif du gabarit du trou d'homme TH. Ainsi que représenté en figure 7, les accessoires peuvent comprendre avantageusement, un moteur d'orientation des moyens de décontamination 30, ce moteur étant noté 400, l'orientation des moyens de décontamination 30 étant réalisée par une rotation autour de l'axe Δ'' perpendiculaire à l'axe Δ' longitudinal de l'élément 2 formant bras ainsi que précédemment cité. Les accessoires comprennent également des axes de guidage 4001, 4002 du chariot porte-élément de décontamination, le véhicule proprement dit étant noté dans ce mode de réalisation 4003 et consistant en un chariot glissant sur les axes de guidage 4001, 4002, une vis d'entraînement de type vis sans fin, notée 4004 et un moteur d'entraînement de la vis sans fin noté 4005.

Le système tel que représenté conformément à l'objet de l'invention aux figures 5a à 7, permet, de manière avantageuse, d'assurer la décontamination de la plaque de partition PP de la boîte à eau d'un générateur de vapeur.

Un mode de réalisation particulièrement avantageux du système objet de l'invention sera maintenant décrit en liaison avec les figures 8a et 8b, ce mode de réalisation étant plus particulièrement adapté à la décontamination de la paroi interne du bol de la boîte à eau BAE d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire.

Dans le mode de réalisation représenté en figure 8a notamment, le deuxième élément 2 formant deuxième bras, est articulé au premier bras 1 par l'intermédiaire d'une charnière dont le plan de débattement est orientable en rotation. Sur la figure 8a on a représenté le plan de débattement de la charnière orientable notée 1200, par l'axe longitudinal Δ' du deuxième bras noté 2 et l'axe de rotation d'orientation noté D3, axe de rotation de la charnière 1200, le débattement de la charnière, c'est-à-dire l'orientation de l'axe longitudinal Δ' du bras formant deuxième bras 2 dans le plan de débattement constitué par les axes D3 et Δ' s'effectue alors autour d'un axe D4 orthogonal au plan de débattement de la charnière 1200.

Selon une caractéristique avantageuse du système objet de l'invention, tel que représenté en figure 8a, le plan de débattement de la charnière 1200 constitue en fonctionnement, le premier élément noté 1 et le deuxième élément noté 2 formant bras étant en position déployée, un plan diamétral du bol hémisphérique de la boîte à eau BAE du

générateur de vapeur.

Ainsi qu'on le remarquera sur la figure 8a, la charnière orientable 1200 peut avantageusement comporter un palier noté 12000 fixé en extrémité du premier bras 1. Le palier est muni d'une plaque de contact notée 12000 avec la plaque tubulaire PT du générateur de vapeur. La plaque de contact peut être avantageusement constituée d'un matériau épousant le profil de la plaque à tube ou plaque tubulaire d'un ensemble de doigts escamotables distribués sur la plaque de contact ou pas des tubes sur la plaque tubulaire et venant s'engager dans ces derniers afin d'assurer la fixation de l'ensemble. Ces éléments ne sont pas représentés en figure 8a, afin de ne pas surcharger le dessin.

La charnière orientable 1200 comporte en outre un plateau tournant noté 12001, ce plateau tournant librement autour du palier. L'axe de rotation du plateau tournant constitue l'axe de rotation d'orientation noté D3, du plan de débattement de la charnière orientable 1200. Le plateau tournant 12001 comporte à sa périphérie une articulation notée 12002 dont l'axe D4 est orthogonal à l'axe de rotation d'orientation D3 de la charnière 1200 et forme ainsi la charnière orientable précitée. Le deuxième élément 2 formant bras est articulé autour de l'articulation 12002, ainsi que représenté sur la figure 8a.

Dans le mode de réalisation de la figure 8a, le véhicule 3 est monté en extrémité du deuxième bras 2, par l'intermédiaire d'un organe poussoir noté 2000, permettant en fonctionnement la mise en appui du véhicule 3 contre la paroi interne du bol hémisphérique de la boîte à eau BAE du générateur de vapeur. L'organe poussoir 2000 peut être réalisé par un vérin hydraulique par exemple. La course du vérin hydraulique précité permet avantageusement de compenser les variations du rayon d'action de l'ensemble constitué par le deuxième élément 2 formant bras et le véhicule, ces variations du rayon d'action étant dues au léger déport du centre de rotation de la charnière 1200, axe de rotation D3, par rapport à l'axe de symétrie du bol hémisphérique de la boîte à eau du générateur de vapeur.

Selon une autre caractéristique avantageuse du mode de réalisation du système objet de l'invention représenté en figure 8a, le véhicule 3 est également mobile en rotation par rapport à l'axe longitudinal du deuxième bras, par l'intermédiaire d'un moto-réducteur noté 2001.

Le véhicule 3 sur action du vérin ou organe poussoir 2000 est ainsi plaqué contre la paroi interne du bol hémisphérique de la boîte à eau du générateur de vapeur. Le véhicule 3 peut alors être déplacé, entraînant en cela l'élément 2 formant bras du système, par l'intermédiaire d'un système de déplacement disposé sur le véhicule 3. Le système de déplacement précité consiste en une pluralité de galets d'entraînement motorisés, les galets d'entraînement motorisés étant notés 331, 332, 333 sur la figure 8a.

Selon une autre caractéristique avantageuse, les galets motorisés 331, 332, 333 forment un système tripode. La commande d'entraînement de chaque

galet peut avantageusement être prévue indépendante.

Ainsi que représenté en figure 8b, un seul galet motorisé étant représenté sur cette figure afin de ne pas surcharger le dessin, chaque galet peut comporter avantageusement un moteur d'entraînement noté 3310, constitué par un moto-réducteur couplé à un système d'entraînement par pignon et chaîne 3311 de la roue motrice du galet 3312. En outre, et de manière avantageuse, chaque galet tel que le galet 331 représenté en figure 8b, peut être orienté au moyen d'un moteur d'orientation 3313, couplé par un engrenage 3314, à l'axe solidaire du corps du galet 331. Bien entendu, de manière avantageuse, les galets formant système tripode peuvent alors être orientés simultanément dans la même direction et la commande de traction indépendante de galet peut permettre, le cas échéant, la commande indépendante d'un ou plusieurs galets ou de l'ensemble des galets, afin d'assurer le déplacement par traction de l'ensemble constitué par l'élément 2 formant bras et du véhicule 3.

Une description plus détaillée de la mise en place du système objet de l'invention, dans son mode de réalisation tel que représenté en figure 8a et 8b, sera donnée en liaison avec les figures 9a, 9b 9c, 9d, 9e.

Ainsi qu'on le remarquera sur la figure 9a, le système objet de l'invention est mis en place au moyen d'un ascenseur 50 ainsi que précédemment décrit. Le système est glissé par translation sur le plan incliné de l'ascenseur et la plaque de contact est amenée au voisinage de la plaque tubulaire, afin d'assurer la fixation sur celle-ci. Le système ainsi fixé à la fois sur la plaque tubulaire PT et sur la bride du trou d'homme TH est représenté en figure 9b. La formation de la mise en position d'appui de la plaque d'appui sur la plaque tubulaire est donnée par exemple par trois détecteurs de proximité disposés sur la plaque d'appui à cet effet.

Le système ayant été fixé au niveau de la bride du trou d'homme TH par verrouillage de contre-écrou prévu à cet effet, l'élément 2 formant bras est alors déployé, le véhicule 3 est alors descendu de façon à amener celui-ci en fond du bol de la boîte à eau BAE du générateur de vapeur. Une poussée convenable est assurée par le vérin de poussée 2000 sur le véhicule, afin de permettre une bonne adhérence des galets sur la paroi interne du bol du générateur de vapeur. La position correspondante est représentée en figure 9c.

Le mouvement d'entraînement des galets assure alors les déplacements de travail pour assurer la décontamination par l'intermédiaire des moyens de décontamination 30 portés par le véhicule 3 et de changement de secteur de façon à passer d'une zone décontaminée à une zone non décontaminée, devant être soumise au procédé de décontamination.

L'extraction du système objet de l'invention peut alors après la fin du processus de décontamination être réalisée par le retour en position verticale de l'élément 2 formant bras représenté en figure 9c, le repli de l'élément 2 formant bras, le véhicule ayant été ramené par l'élément de poussée 2000 en sa position la plus éloignée de la paroi interne du bol du

générateur de vapeur, repli du bras 2 à l'intérieur de l'élément 1 formant bras par rappel d'un câble de rappel par exemple ou de tout autre moyen adapté à cet effet. Le système objet de l'invention peut alors être ramené sur l'ascenseur ainsi que décrit précédemment.

Les figures 9d et 9e permettent de mieux appréhender le principe de suivi du bras 2 au cours de son déplacement dans le bol hémisphérique de la boîte à eau BAE du générateur de vapeur.

Lors des déplacements du véhicule 3, le bras pousseur 2 par l'intermédiaire du vérin 2000, applique le véhicule 3 contre la surface sphérique de la boîte à eau et suit les mouvements du véhicule 3 grâce aux deux degrés de liberté présents au niveau de l'articulation 1200.

L'axe de rotation D3 permet à l'élément 2 formant bras de contourner la structure ainsi que représenté notamment en figure 9e. Ce système permet avantageusement d'assurer le passage du véhicule autour du trou d'homme ainsi qu'on le comprendra aisément à l'observation de la figure 9e, seule une zone sensiblement circulaire notée ZE ne pouvant être atteinte par le véhicule et par les moyens de décontamination 30.

L'interface bras pousseur 20 - véhicule 3 est constituée d'une ensemble moto-réducteur permettant l'orientation des moyens de décontamination 30 afin de respecter le sens d'arrivée et de sortie du fluide de décontamination. L'élément 2 formant bras peut alors être avantageusement lié au véhicule 3 par l'intermédiaire d'une rotule du type Cardan. Ce type de liaison permet de transmettre la commande d'orientation au véhicule 3 tout en garantissant la transmission de l'effort du bras pousseur 20 et une application du véhicule 3 sur la surface à décontaminer.

En cas de panne des fluides d'alimentation le bras pousseur 20 conserve sa fonction pousseur et assure le maintien de la position du véhicule 3. Ceci est permis notamment par la diminution du rayon d'action du bras pousseur 20 du haut vers le bas de la boîte à eau du générateur de vapeur.

Enfin le plateau supérieur 12001 de l'articulation 1200 peut être orienté mécaniquement de l'extérieur de la boîte à eau BAE du générateur de vapeur afin de repositionner l'élément 2 formant bras et le véhicule 2 dans l'axe de repli de l'élément 2 formant bras en cas de panne majeure.

Une description plus détaillée des moyens de commande 6 représentés notamment en figure 1a sera décrite en liaison avec les figures 10a, 10b et 10c.

Ainsi qu'il apparaît en figure 10a notamment dans le cas de la décontamination de la tuyauterie primaire de la boîte à eau d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire, les moyens de commande 6 comportent un pupitre de commande possédant les commandes de déplacement du véhicule, la visualisation des taches sur un double écran et les commandes de sécurité. De manière avantageuse, ainsi que représenté en figure 10a, le double écran permet l'affichage des secteurs de la tuyauterie primaire TP sur lesquels la décontamination doit être effectuée et une représentation analogique des

passes de décontamination à effectuer pour chaque secteur.

Dans le cas où le système objet de l'invention est plus particulièrement adapté à la décontamination de la plaque de partition PP de la boîte à eau du générateur de vapeur, le système est piloté par un opérateur possédant sur le pupitre de commande du moyen de commande 6, les commandes de mouvements élémentaires de rotation des moyens de décontamination 30, déplacement de travail du véhicule 3 et déplacement pendulaire du bras 2, ainsi que représenté sur la figure 10b. Les différents axes de déplacement sont instrumentés afin de donner sur le pupitre à deux écrans précédemment décrits, d'une part l'image de la plaque de partition avec les bandes déjà soumises à décontamination et les bandes devant être soumises à décontamination et d'autre part, l'image de la bande en cours de décontamination avec une visualisation des passes effectuées.

Dans le cas où le système objet de l'invention est plus particulièrement adapté à la décontamination du bol de la boîte à eau BAE du générateur de vapeur, le système est piloté par un opérateur possédant sur le pupitre de commande des moyens de commande 6, les commandes de mouvements élémentaires tels que le déplacement et l'orientation des galets tracteurs, l'orientation du véhicule ainsi que les commandes d'arrêt d'urgence. Un ensemble de visualisation monté sur tourelle fixé à l'élément 2 formant bras permet de suivre le véhicule 3 pendant ses évolutions.

Afin d'assurer la décontamination des différentes parties telles que la tuyauterie primaire TP de la boîte à eau d'un générateur de vapeur, la plaque de partition PP de cette même boîte à eau et le bol hémisphérique de celle-ci, le système objet de l'invention peut avantageusement permettre d'assurer une décontamination par électrodécontamination. Dans ce cas, ainsi qu'il sera expliqué en détail ci-après dans la description, la décontamination peut être effectuée, par électrodécontamination depuis l'extérieur de la boîte à eau du générateur de vapeur.

Dans le cas où la décontamination est effectuée par électrodécontamination, les moyens de décontamination 30 peuvent comporter avantageusement une cellule d'électropolissage telle que représentée en figure 11a.

Une description plus détaillée d'une cellule d'électropolissage particulièrement adaptée au système de décontamination objet de l'invention sera donnée en liaison avec les figures 11a et 11b.

Sur la figure 11a, on a représenté de manière schématique une cellule d'électropolissage notée 30, laquelle comprend une ventouse formée d'un corps de ventouse 300, sensiblement de révolution. Une électrode perméable notée 301 est située dans le corps de ventouse 300 et délimite dans celui-ci une chambre d'admission d'électrolyte notée 302 et une chambre d'aspiration d'électrolyte notée 303 lorsque le corps de ventouse est appliqué sur la paroi de la surface à traiter. Un joint d'étanchéité noté 304 est disposé à la périphérie du corps de ventouse 300. L'électrolyte contenu dans un résér-

voir d'électrolyte, constitué par la cuve à fluide décontaminant notée 8 sur la figure 1a notamment, circule au travers de la cathode 301 percée de trous de faible diamètre, l'ensemble constitué par le corps de ventouse et la cathode se déplaçant le long de la paroi et l'étanchéité de la cellule d'électropolissage est assurée par le joint d'étanchéité 304 précité.

Ainsi qu'il apparaît en outre en figure 11b, un jeu de roulettes 305 est solidaire du corps de ventouse 300, les roulettes étant destinées à former butée d'appui de la ventouse sur la surface S afin de maintenir constante la distance de l'électrode 301 à la surface S à traiter. Sous l'effet de la dépression induite par l'aspiration de l'électrolyte, le joint d'étanchéité 304 est normalement écrasé. Afin de contrôler cet écrasement, le jeu de roulettes précité, constitué par des roulettes en polytétrafluoréthylène par exemple, est monté sur roulement à billes à axe pivotant fixé sur le corps de la ventouse. Ce jeu de roulettes a pour fonction d'assurer et de faciliter le glissement de la ventouse sur la surface S, et empêche le phénomène de broutage qui apparaît quand le joint d'étanchéité 304 est trop écrasé.

Conformément à une caractéristique avantageuse de la cellule d'électropolissage conforme à l'objet de l'invention, la chambre d'admission 302 et la chambre d'aspiration 303 comportent respectivement une cuve d'admission 306 et une buse d'aspiration 307 de l'électrolyte précédemment cité. Conformément à un autre aspect particulièrement avantageux de la cellule d'électropolissage conforme à la présente invention, la ventouse d'électropolissage est rendue solidaire du véhicule 3 par l'intermédiaire d'une table d'indexage 308 montée mobile en rotation par rapport à un axe perpendiculaire à la direction formée par la buse d'admission 306 et la buse d'aspiration 307 de l'électrolyte. La table d'indexage 308 est munie de moyens de réglage 3080 permettant lors du déplacement du véhicule 3 de maintenir le plan contenant l'axe des buses d'admission et d'aspiration de l'électrolyte, buses notées 306, 307, sensiblement verticales. Bien entendu, pour un trajet donné, le réglage de l'orientation du plan précité peut être réglé une fois pour toute. En particulier lorsque la surface à traiter est constituée par une surface sphérique, notamment dans le cas de la décontamination du bol de la boîte à eau BAE du générateur de vapeur, le trajet de déplacement du véhicule peut être constitué par un grand cercle de la sphère par exemple, et l'orientation du plan peut ainsi être établie pour un trajet donné. Les moyens de réglage 3080 précités peuvent alors être constitués par un moteur pas à pas solidaire de la table d'indexation et permettant le réglage à distance de celle-ci en fonction du trajet choisi.

Selon une autre caractéristique avantageuse de la cellule d'électropolissage conforme à l'objet de la présente invention, le corps de ventouse 300 est rendu solidaire de la table d'indexage 308 par l'intermédiaire d'une suspension élastique 309.

Selon un mode de réalisation avantageux de la suspension élastique précitée, celle-ci comprend au moins deux vérins à ressort notés 3091, 3092 sur la figure 2b, dont le mandrin est rendu solidaire du corps de ventouse 300 par l'intermédiaire d'une

articulation à rotule notée 3100, 3110. L'articulation à rotule 3100, 3110 précitée est montée sur deux pattes de fixation 3101, 3111, solidaires du corps de ventouse 300 et disposées selon un diamètre de celui-ci. Ainsi qu'on le remarquera notamment en figure 11b, chaque rotule 3100, 3110 est montée à glissement selon le diamètre précité. Les vérins à ressort 3091, 3092 sont montées fixes sur le plateau ou table d'indexage et sont disposés de façon que l'effort exercé par les ressorts du vérin ou effort de plaquage assure le contact permanent de la ventouse avec la paroi à traiter. Les vérins précités permettent de compenser les variations de niveau éventuelles de la paroi en autorisant un mouvement de va et vient selon l'axe précédemment décrit. La liaison des vérins ou corps de ventouse 300 par les rotules glissantes 3100, 3110 autorise la ventouse à prendre n'importe quelle position angulaire sans introduire de contrainte de flexion dans les tiges de vérin et dans les pattes de fixation 3101, 3111 précédemment décrites. Lors du montage de la ventouse d'électropolissage sur le véhicule, conformément à l'objet de l'invention, deux brides fixées sur le corps des vérins 3091, 3092 permettent d'assurer la compression de ceux-ci en maintenant le corps de ventouse et la ventouse en position haute.

Du fait que la ventouse est entraînée en rotation pour les corrections angulaires, il est avantageux d'alimenter l'électrode 301 en énergie électrique par un système distributeur. Celui-ci est avantageusement monté sur la tige de l'électrode et est noté 312. Le distributeur peut avantageusement comporter un système à balai, il peut comporter un circuit de refroidissement par circulation d'air permettant de limiter l'échauffement du distributeur. Le corps de ventouse 300 peut avantageusement être constitué en un matériau synthétique tel que le polypropylène hydrogéné, PPH, ou le polyvinyl difluoré noté PVDH.

On a ainsi décrit un système d'intervention sur les tuyauteries primaires, sur la plaque de partition et les parois du bol de la boîte à eau d'un générateur de vapeur, particulièrement avantageux en ce que le système, de par sa conception de base, permet d'assurer la décontamination de l'ensemble des parties précédemment citées.

Bien entendu, le système objet de l'invention est particulièrement adapté à assurer une décontamination par électrodécontamination, ainsi qu'il a été décrit précédemment dans la description.

En particulier, chaque élément 2 formant bras peut être directement associé en fonction de la zone à décontaminer de la boîte à eau du générateur de vapeur à une articulation 12, 120 ou 1200 correspondant, cette articulation pouvant être fixée sur un bras ou élément 1 formant bras universel, susceptible de recevoir l'articulation correspondante. Ainsi, les éléments 2 formant bras constituent un jeu de bras susceptibles d'être adaptés à l'élément 1 formant bras unique.

Bien entendu, les différentes formes de véhicule sont alors associées à l'élément 2 formant bras correspondant.

Bien entendu, dans le cas où la décontamination est assurée par électrodécontamination, les moyens

d'alimentation en énergie électrique 7 sont avantageusement constitués par une batterie de redresseurs commandés, afin de permettre l'alimentation en énergie électrique du véhicule et, en particulier, des moyens d'électrodécontamination précédemment décrits.

Revendications

1. Système d'intervention sur les tuyauteries primaires et sur la boîte à eau des générateurs de vapeur de centrale nucléaire, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un véhicule (3) amovible mécaniquement solidaire d'un câble tenseur (4) circulant, lors du déplacement du véhicule amovible dans les tuyauteries primaires (TP) sur des poulies de renvoi (200), le câble tenseur étant distribué par un enrouleur équilibreur (5) situé au voisinage de l'extrémité libre d'un élément (1) à l'extérieur du trou d'homme (TH) lorsque ledit élément est en position,

- un moyen (30) d'intervention porté par ledit véhicule (3).

2. Système d'intervention sur les tuyauteries primaires et sur la boîte à eau des générateurs de vapeur de centrale nucléaire, caractérisé en ce qu'il comprend :

- un premier élément (1) ayant une forme sensiblement allongée et formant un premier bras du système,

- un deuxième élément (2) ayant une forme sensiblement allongée, articulée (12) à une de ses extrémités à une extrémité du premier élément, ledit deuxième élément (2) formant un deuxième bras du système, et l'ensemble du premier (1) et du deuxième bras (2) étant susceptible d'être introduit dans la boîte à eau (BAE) du générateur de vapeur par l'intermédiaire d'un trou d'homme (TH) et ledit deuxième élément (2) pouvant être mis en position déployée par rapport au premier élément (1),

- un véhicule (3) monté sur ledit deuxième bras (2), ledit véhicule (3) étant monté mobile par rapport audit deuxième bras (2),

- un moyen (30) d'intervention porté par ledit véhicule (3), le moyen d'intervention (30), du fait de son mouvement par rapport audit deuxième bras et de l'ouverture relative entre le premier (1) et le deuxième bras (2), étant susceptible d'atteindre une pluralité de zones de la surface interne du générateur de vapeur telles que notamment les tuyauteries primaires (TP), la plaque de partition (PP), la paroi interne du bol sphérique de la boîte à eau (BAE) du générateur de vapeur,

- des moyens (6) de commande à distance du véhicule et des moyens d'intervention.

3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit premier élément (1) est un élément creux, de forme sensiblement hémicylindrique de façon à former corset de protection dudit deuxième élément (2) lorsque ce dernier

est en position non déployée.

4. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que, afin d'assurer une intervention sur les tuyauteries primaires (TP) d'un générateur de vapeur, ledit deuxième élément(2)

5

formant deuxième bras est constitué par un bras télescopique (20), ledit véhicule étant monté amovible à l'extrémité de ce dernier.

5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que ledit véhicule est mécaniquement

10

solidaire d'un câble tenseur (4) circulant, lors du déplacement du véhicule amovible dans les tuyauteries primaires (TP) sur des poulies d'extrémité (200) du deuxième bras, poulies (100) d'articulation du premier et du deuxième

15

bras, le câble tenseur (4) étant distribué par un enrouleur équilibreur (5) situé au voisinage de l'extrémité libre du premier élément (1) à l'extérieur du trou d'homme (TH) lorsque ledit élément est en position.

20

6. Système selon l'une des revendications 1, 4 ou 5, caractérisé en ce que ledit véhicule (3) comporte :

- un corps de véhicule (31) constitué par un élément longitudinal disposé selon l'axe longitudinal (Δ) du véhicule,

25

- un châssis (32) monté à rotation sur l'élément longitudinal formant corps de véhicule (31), ledit châssis (32) comprenant un plateau (320) destiné à supporter lesdits moyens (30) d'intervention,

30

- des moyens de sustentation dudit véhicule constitués par un premier (33) et un deuxième (34) jeu de vérins, chaque jeu de vérins solidaire du corps (31) présentant dans un plan orthogonal à l'axe longitudinal (Δ) du véhicule, une configuration tripode.

35

7. Système selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit châssis (32) est monté à rotation sur l'élément longitudinal (31) par l'intermédiaire d'une couronne dentée (310) et d'un moteur (321).

40

8. Système selon les revendications 6 et 7, caractérisé en ce que les moyens d'intervention sont constitués par des moyens de décontamination et sont supportés par le plateau (320) par l'intermédiaire de vérins (3201,3202), fixés chacun par une articulation à rotule (3203,3201) à ces derniers, la translation radiale de l'ensemble par rapport à l'axe longitudinal (Δ) du corps de véhicule (31) étant commandée par un moteur (3205) solidaire des moyens de décontamination (30) afin de permettre l'accostage des moyens de décontamination (30) sur la paroi de la tuyauterie primaire.

45

9. Système selon l'une des revendications 6 à 8, caractérisé en ce que le premier (33) et le deuxième jeu de vérins (34) sont montés sur une plaque d'assise (330,340) dont l'orientation par rapport à un plan orthogonal à l'axe longitudinal du corps de véhicule est ajustable selon un angle de valeur déterminée par l'intermédiaire de fixation à rotules (331,332,341,342), l'une des plaques d'assise (340) étant mobile en translation dans une

50

55

60

65

direction parallèle à l'axe longitudinal (Δ) du véhicule par l'intermédiaire de vérins de traction (343,344) pour assurer un déplacement par incréments de l'ensemble du véhicule dans cette direction.

10. Système selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que, afin d'assurer une intervention telle que la décontamination de la plaque de partition (PP) de la boîte à eau d'un générateur de vapeur, ledit deuxième élément (2) formant deuxième bras est articulé audit premier bras (1) par l'intermédiaire d'une articulation à la Cardan (120), ladite articulation (120) comportant, en position de fonctionnement, un premier axe (D1) sensiblement parallèle à la plaque de partition et un deuxième axe (D2) sensiblement perpendiculaire à la plaque de partition (PP), ledit véhicule (3) étant monté mobile en translation le long dudit deuxième bras (2).

11. Système selon la revendication 10, caractérisé en ce que, en vue d'assurer le maintien et le déplacement dudit deuxième bras (2) sur la plaque de partition (PP), ledit deuxième bras (2) comporte :

- un premier vérin central (200) disposé au voisinage de l'articulation muni d'une ventouse de fixation (201), ledit premier vérin assurant la fixation en translation de l'ensemble constitué par le premier (1) et le deuxième bras (2) selon la direction (D2) perpendiculaire à la plaque de partition,

- une pluralité de vérins (21,22) (23,24) disposés à l'extrémité libre du deuxième bras (2), deux vérins opposés au moins (21,23) formant équipage mobile par rapport audit deuxième bras (2), pouvant être déplacés perpendiculairement à la direction longitudinale (Δ') du deuxième bras (2) dans une direction parallèle à la plaque de partition (PP) pour assurer le déplacement correspondant dudit deuxième bras (2), l'axe (D2) formant axe de rotation, par rapport au point fixe formé par le vérin central (200), l'ensemble des vérins (21,22,23,24) étant muni à l'extrémité de leur tige mobile d'une ventouse de fixation (210,220,230,240) par mise en dépression.

12. Système selon la revendication 11, caractérisé en ce que les deux vérins opposés (21,23) formant équipage mobile sont rendus mobiles par l'intermédiaire d'un vérin à double effet (25) dont le corps est monté flottant sur ledit deuxième bras et rappelé à une position moyenne par l'intermédiaire d'un système élastique.

13. Système selon la revendication 12, caractérisé en ce qu'un vérin de sécurité (26) dirigé dans la direction de l'axe longitudinal dudit deuxième bras est en outre prévu à l'extrémité de celui-ci, ce vérin permettant, en cas de défaut d'alimentation, d'assurer un blocage dudit deuxième bras (2) dans sa position actuelle.

14. Système selon la revendication 11, caractérisé en ce que lesdits vérins opposés (21,23)

formant équipage mobile sont montés de façon à présenter un écartement supérieur au couple de vérins fixes (22, 24) selon une direction perpendiculaire à l'axe longitudinal (Δ') du deuxième bras et parallèle à la plaque de partition (PP), l'un desdits vérins (21) constitutif de l'équipage mobile étant escamotable afin de permettre l'escamotage de l'ensemble dans le corset de protection formé par le premier bras (1) afin de permettre l'introduction de l'ensemble par le trou d'homme (TH).

15. Système selon l'une des revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que afin d'assurer une intervention telle que la décontamination des parois internes du bol sphérique de la boîte à eau (BAE) d'un générateur de vapeur, ledit deuxième élément (2) formant deuxième bras est articulé audit premier bras par l'intermédiaire d'une charnière dont le plan de débattement est orientable en rotation (1200), ledit plan formé par l'axe longitudinal (Δ') du deuxième bras et l'axe de rotation d'orientation (D3) constituant, en fonctionnement, un plan diamétral du bol hémisphérique.

16. Système selon la revendication 15, caractérisé en ce que ladite charnière orientable (1200) comporte :

- un palier (12000) fixé en extrémité du premier bras (1) muni d'une plaque de contact avec la plaque tubulaire (PT) du générateur de vapeur,

- un plateau tournant (12001) librement autour du palier, dont l'axe de rotation constitue l'axe de rotation d'orientation (D3) dudit plan de débattement de la charnière orientable (1200), ledit plateau tournant (12001) comportant à sa périphérie une articulation (12002) d'axe (D4) orthogonal à l'axe de rotation d'orientation (D3) et formant charnière orientable, ledit deuxième bras (2) étant articulé autour de ladite articulation (12002).

17. Système selon l'une des revendications 15 ou 16, caractérisé en ce que ledit véhicule (3) est monté à l'extrémité dudit deuxième bras (2) par l'intermédiaire d'un organe poussoir (2000) permettant, en fonctionnement, la mise en appui dudit véhicule (3) contre la paroi interne du bol hémisphérique de la boîte à eau du générateur de vapeur.

18. Système selon la revendication 17, caractérisé en ce que ledit véhicule (3) est également mobile en rotation par rapport à l'axe longitudinal dudit deuxième bras par l'intermédiaire d'un groupe moto-réducteur (2001).

19. Système selon la revendication 18, caractérisé en ce que ledit véhicule (3) est muni d'un système de déplacement consistant en une pluralité de galets d'entraînement motorisés (331,332,333).

20. Système selon la revendication 19, caractérisé en ce que lesdits galets (331,332,333) forment un système tripode, la commande d'entraînement de chaque galet étant indépendante.

21. Système selon l'une des revendications 2

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

à 20, caractérisé en ce que en vue d'assurer l'introduction et la mise en place dans le trou d'homme (TH) de l'ensemble constitué par le premier (1) et le deuxième bras (2) ledit système comprend en outre un système ascenseur (50) du type plan incliné, l'angle d'inclinaison du plan incliné permettant par seule translation dudit ensemble la mise en position de l'articulation (12,120,1200) du premier et du deuxième bras au voisinage du centre de la plaque à tubes (PT) du générateur de vapeur.

22. Système selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens d'intervention (30) comportent une cellule d'électropolissage.

23. Système selon la revendication 22, caractérisé en ce que ladite cellule (30) comprend :

- une ventouse formée d'un corps de ventouse (300) sensiblement de révolution,

- une électrode preméable (301) située dans le corps de ventouse (300) et délimitant dans celui-ci une chambre d'admission d'électrolyte (302) et une chambre d'aspiration d'électrolyte (303) lorsque le corps de ventouse est appliqué sur la paroi de la surface à traiter,

- un joint d'étanchéité disposé à la périphérie du corps de ventouse,

- un jeu de roulettes (305) solidaires du corps de ventouse (300), lesdites roulettes étant destinées à former butée d'appui de ladite ventouse sur ladite surface afin de maintenir constante la distance de l'électrode à la surface à traiter.

24. Procédé de décontamination des tuyautes primaires et de la boîte à eau d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire, caractérisé en ce que la décontamination est effectuée par électrodécontamination.

25. Procédé selon la revendication 24, caractérisé en ce que la décontamination est effectuée par électrodécontamination depuis l'extérieur de la boîte à eau du générateur de vapeur.

0281433

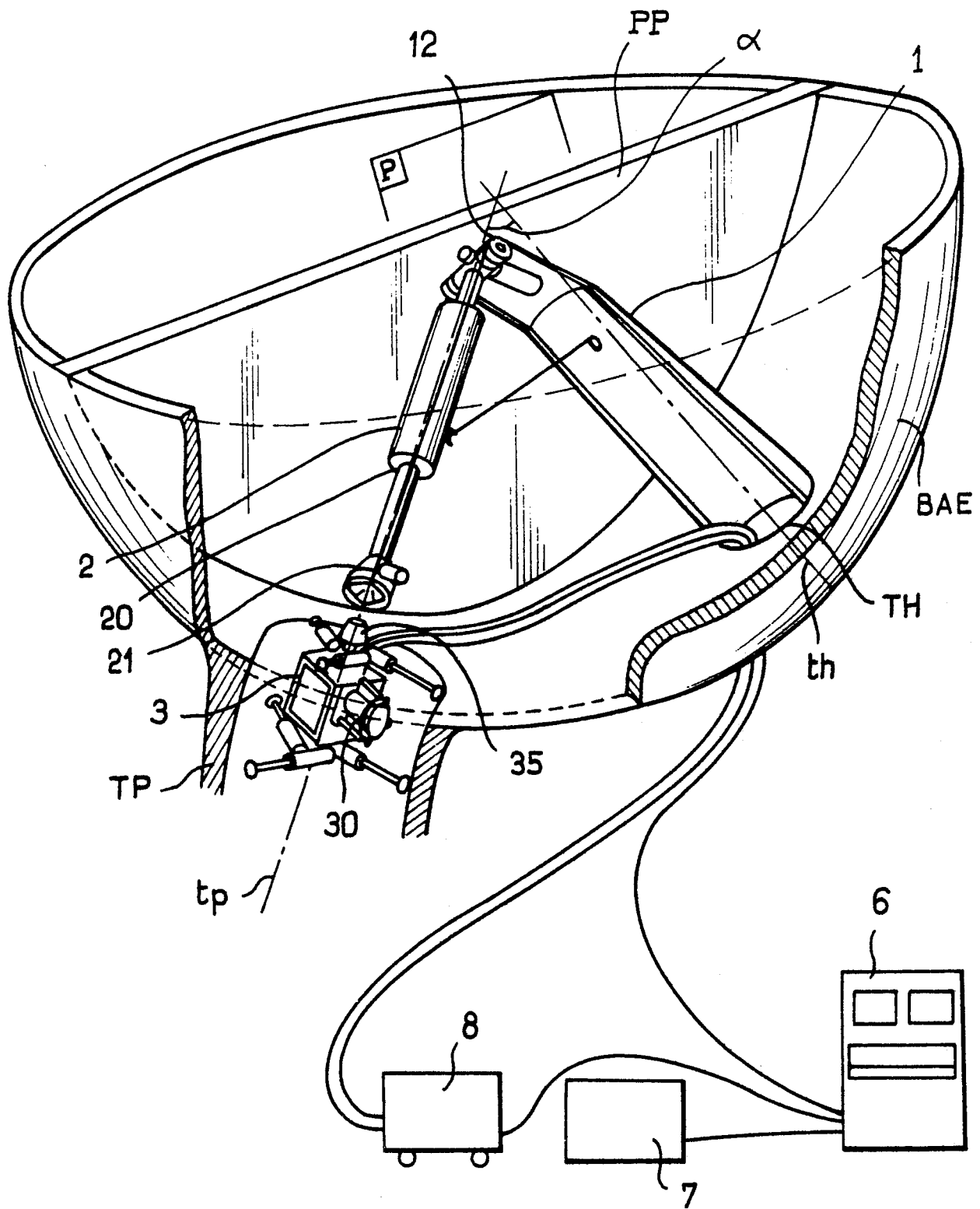


FIG.1a

0281433

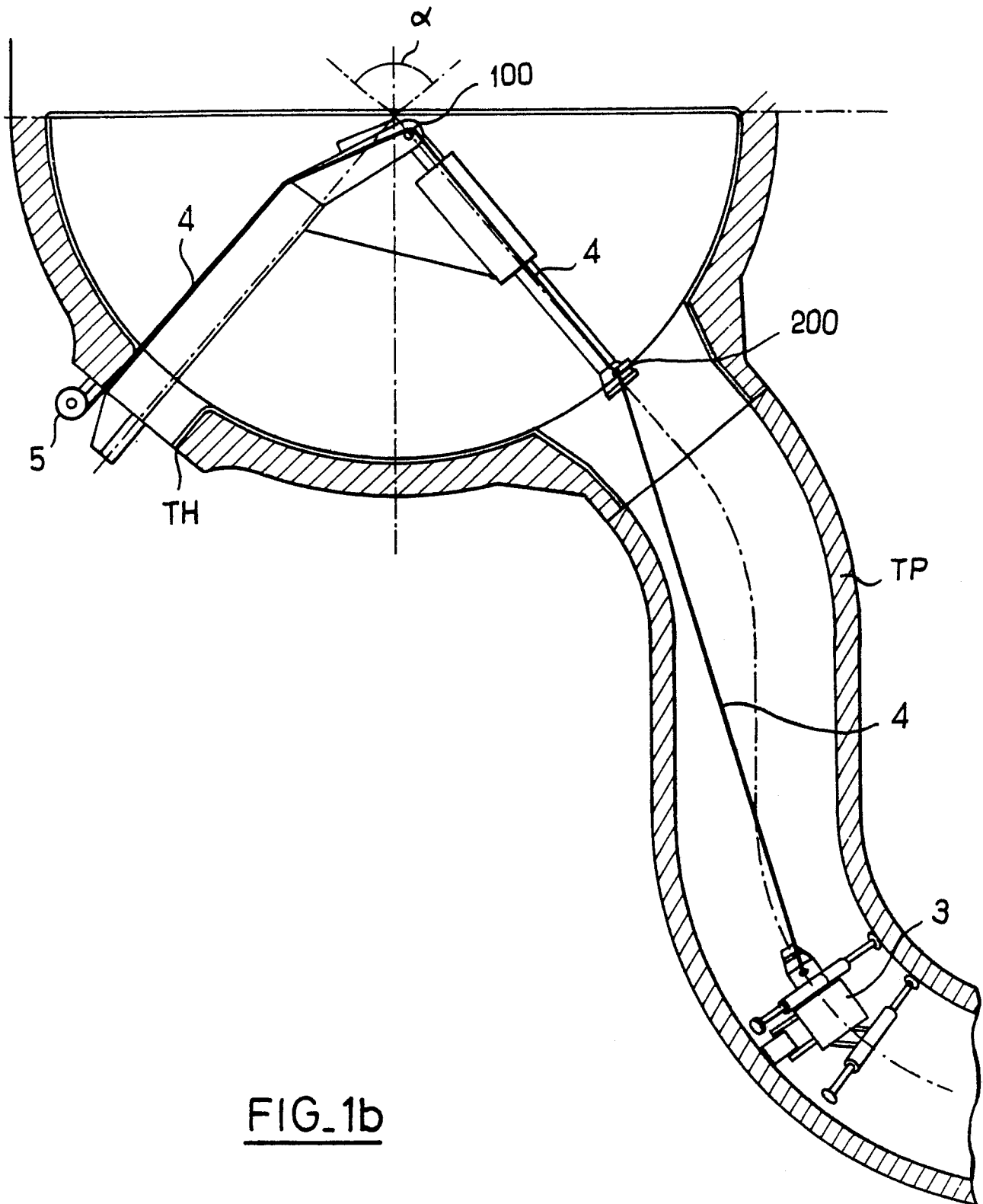
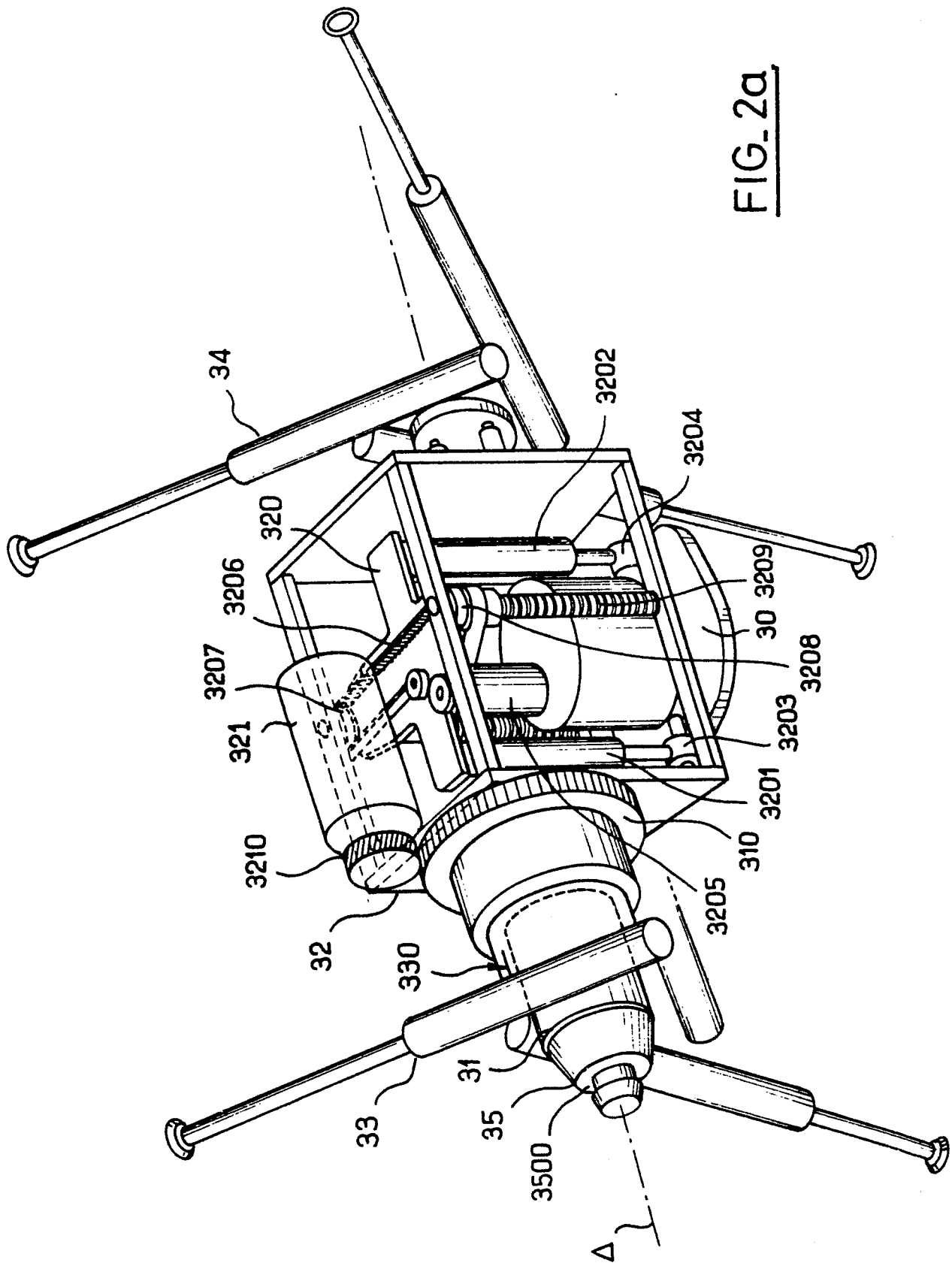
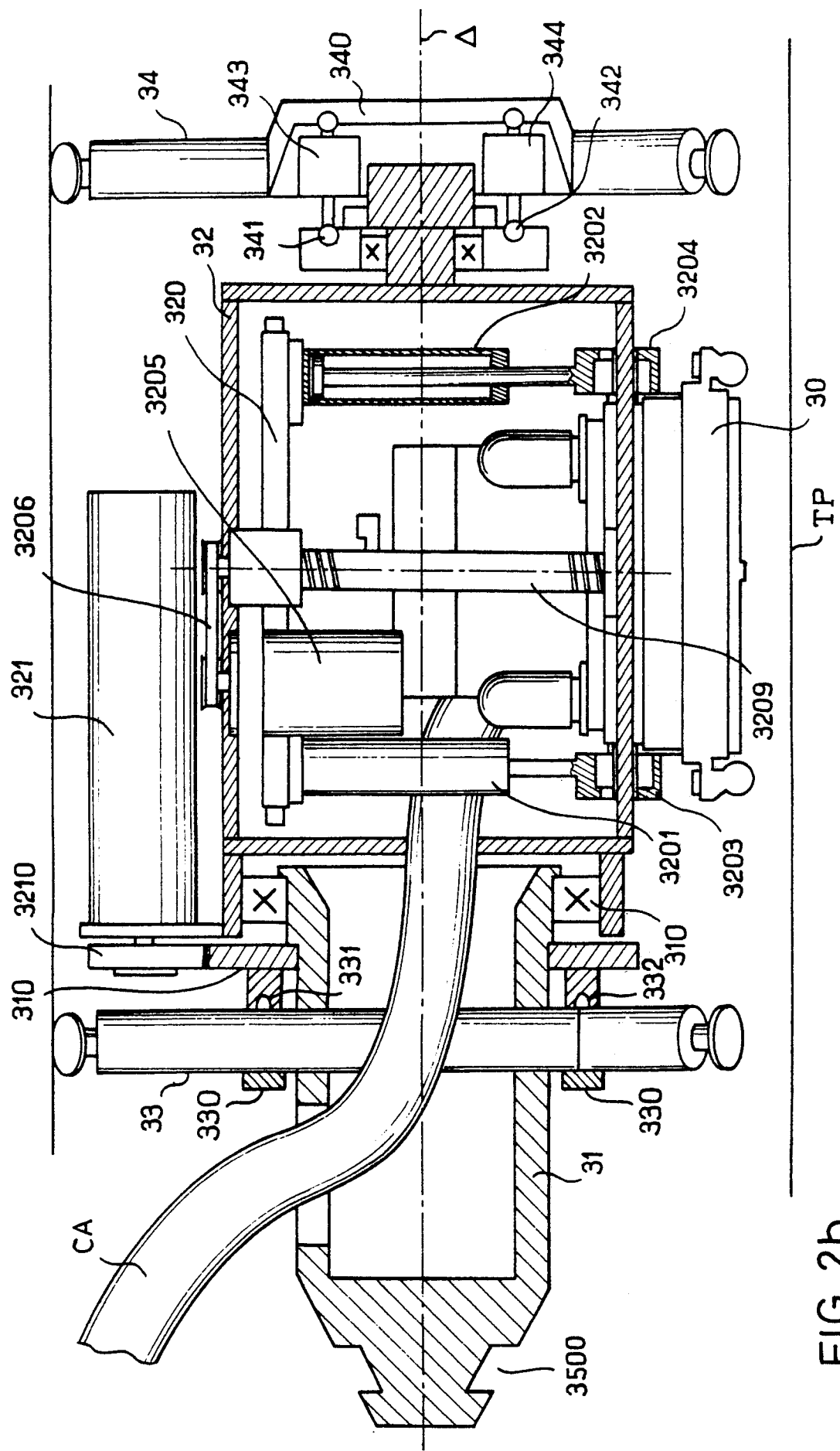


FIG. 1b

0281433

FIG. 2a





0281433

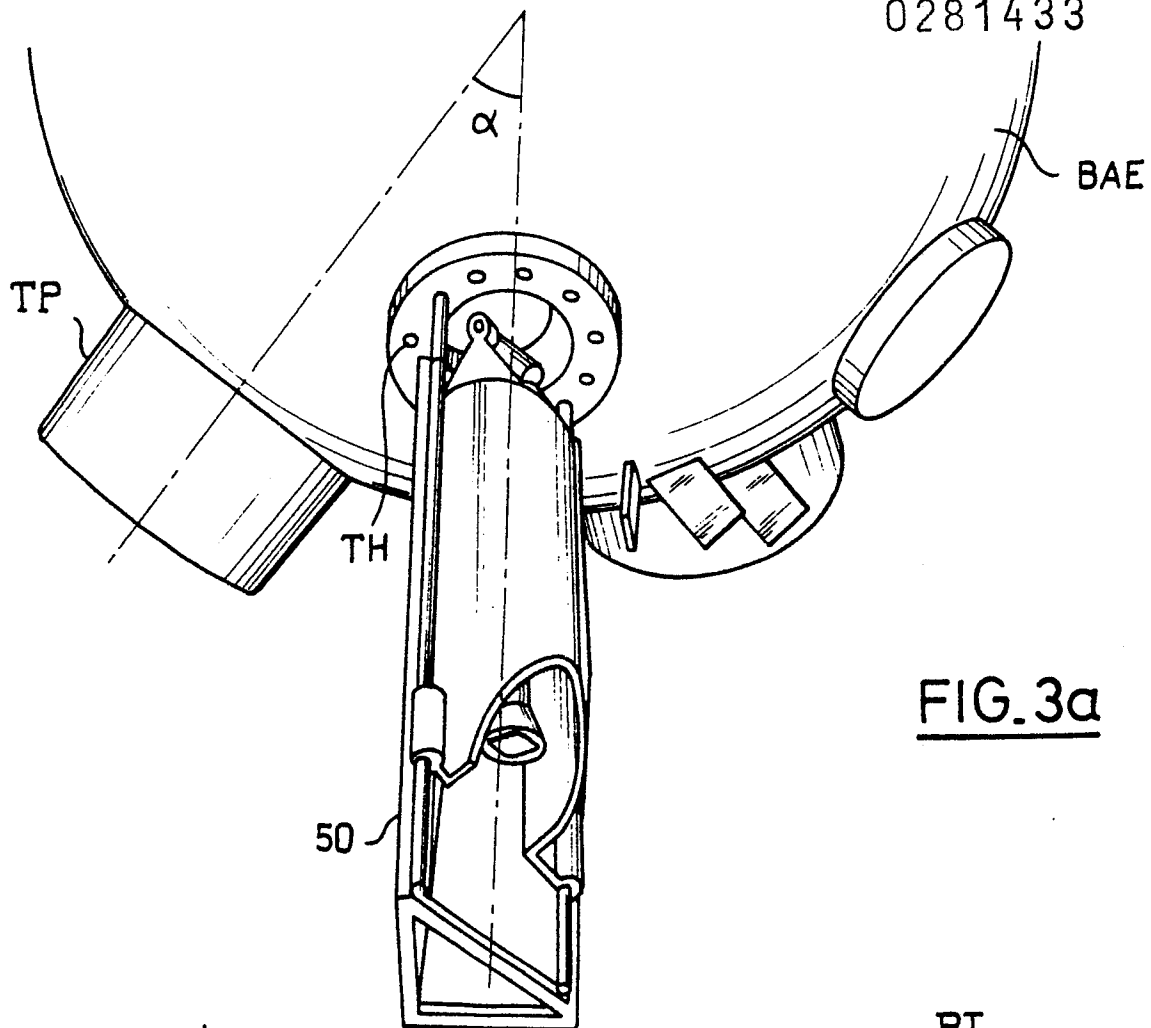


FIG. 3a

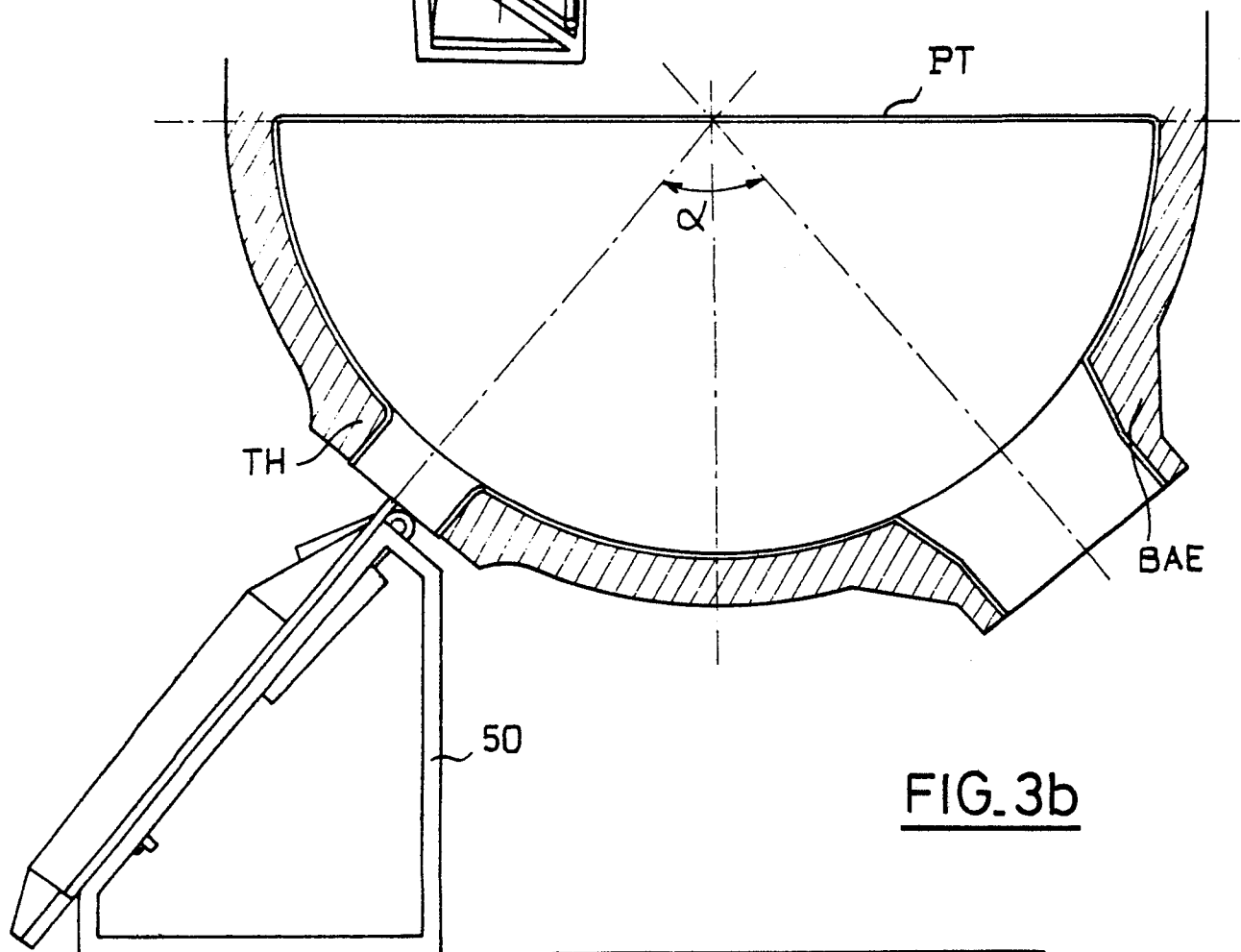


FIG. 3b

0281433

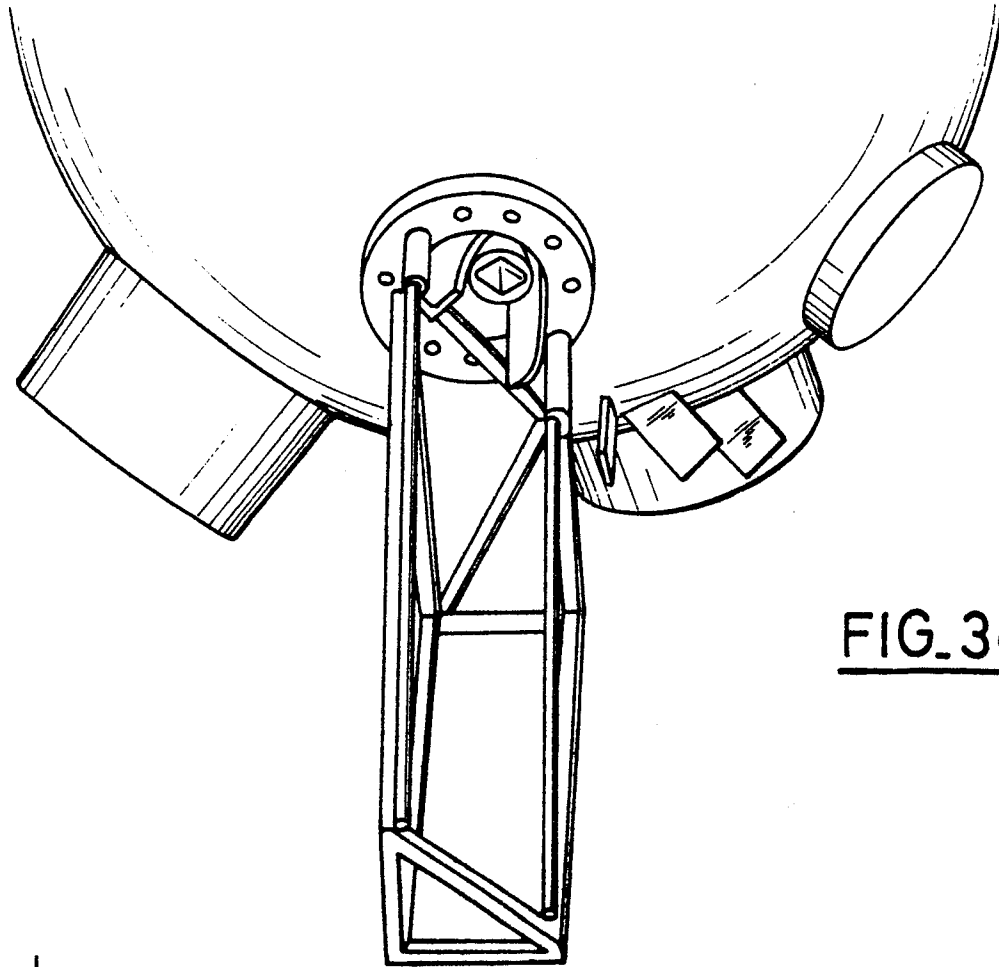


FIG. 3c

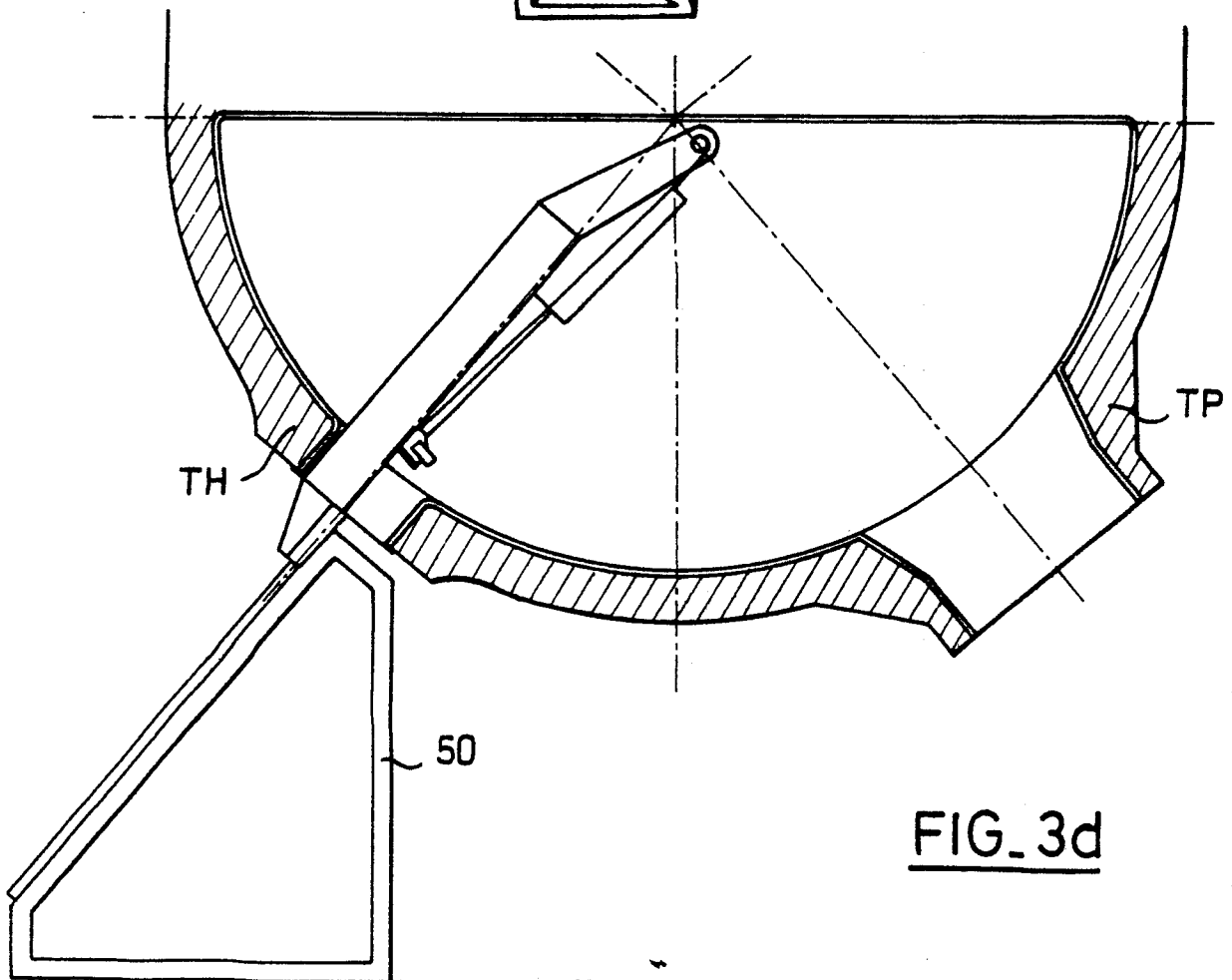


FIG. 3d

0281433

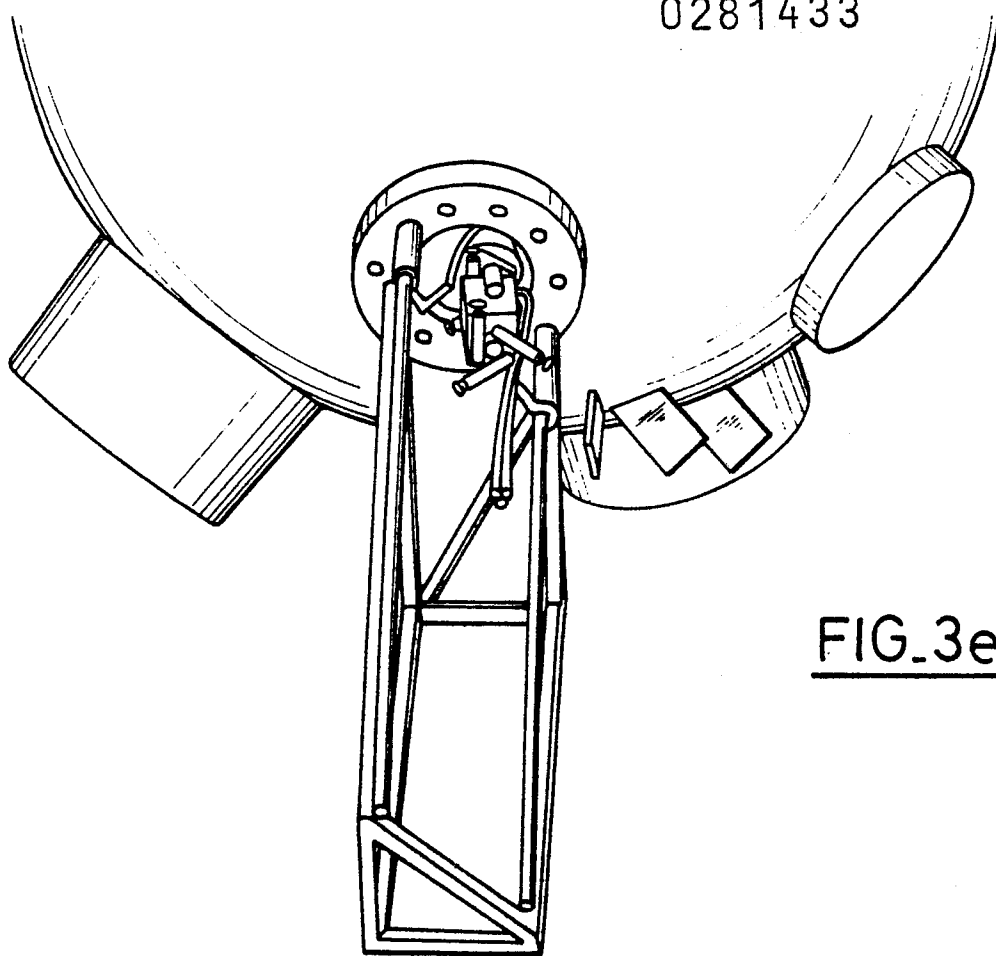


FIG. 3e

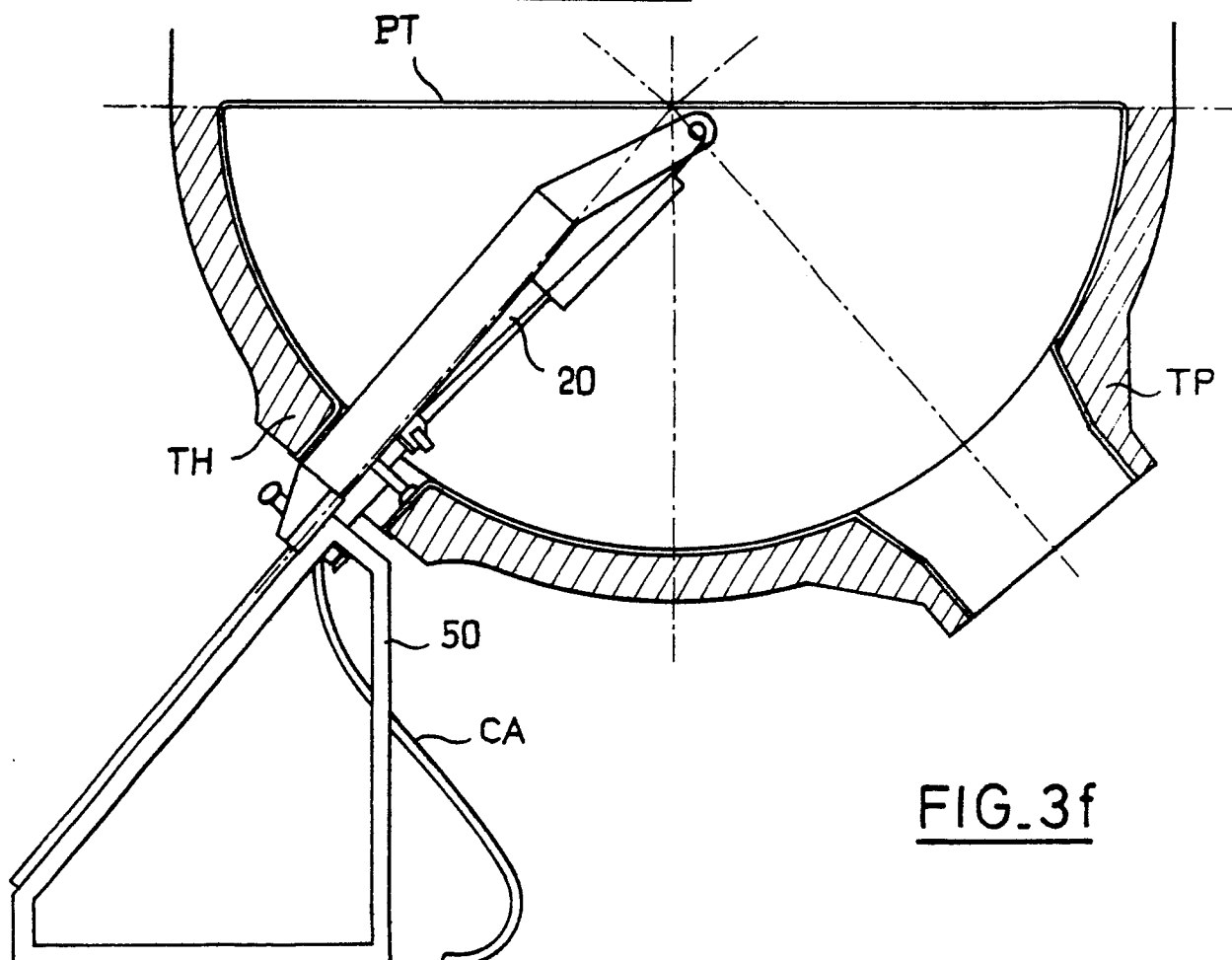


FIG. 3f

0281433

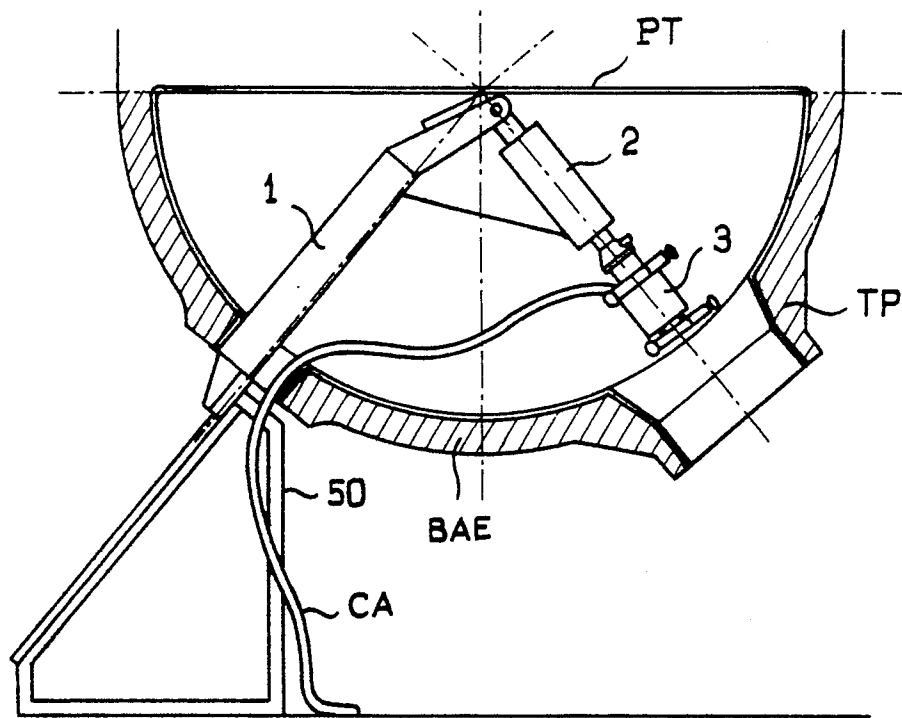


FIG. 3g

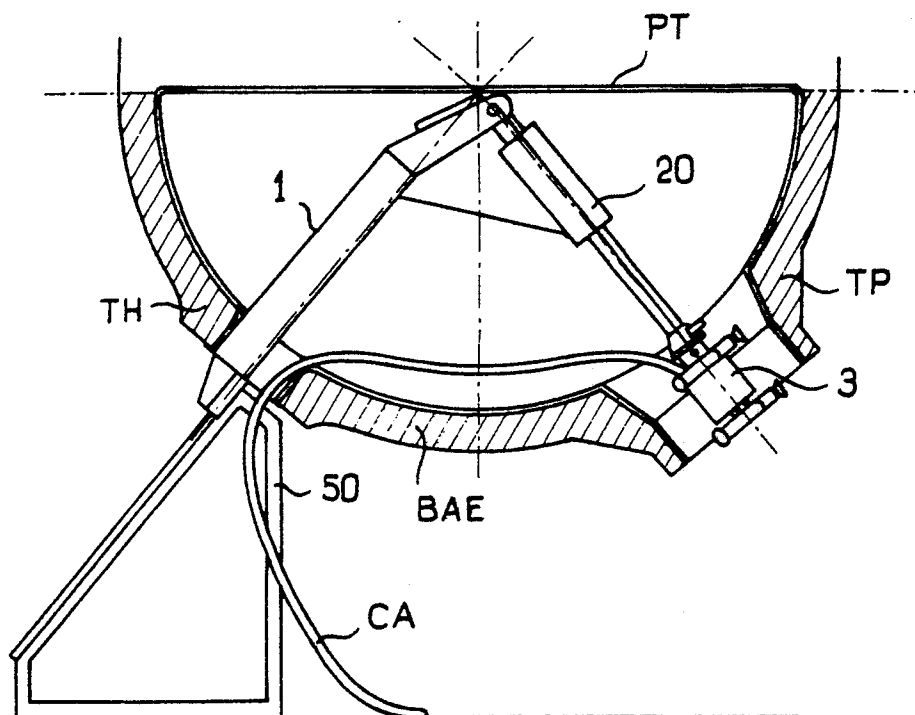


FIG. 3h

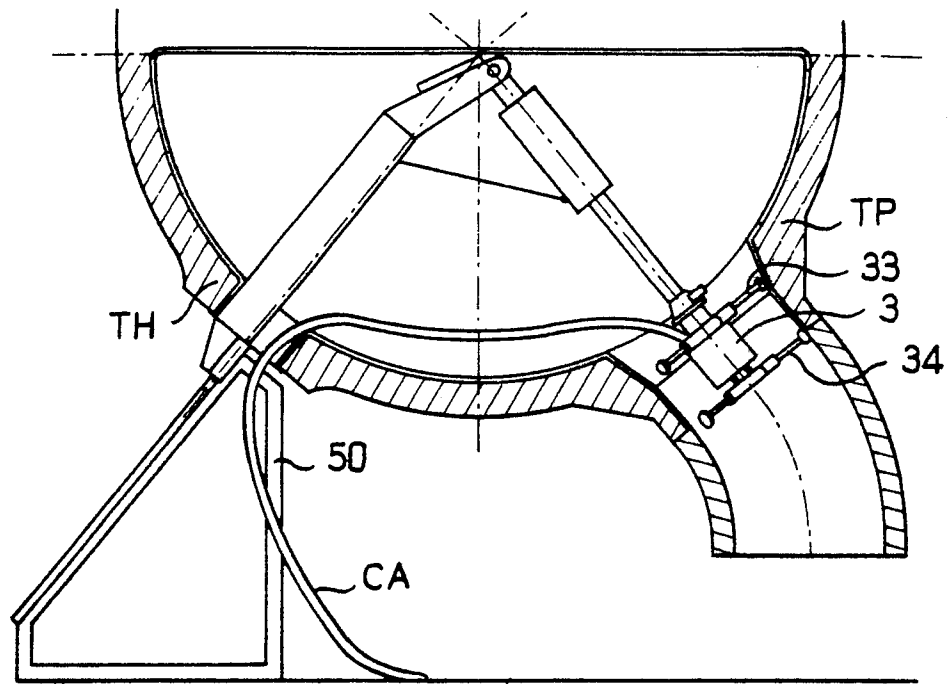


FIG. 3i

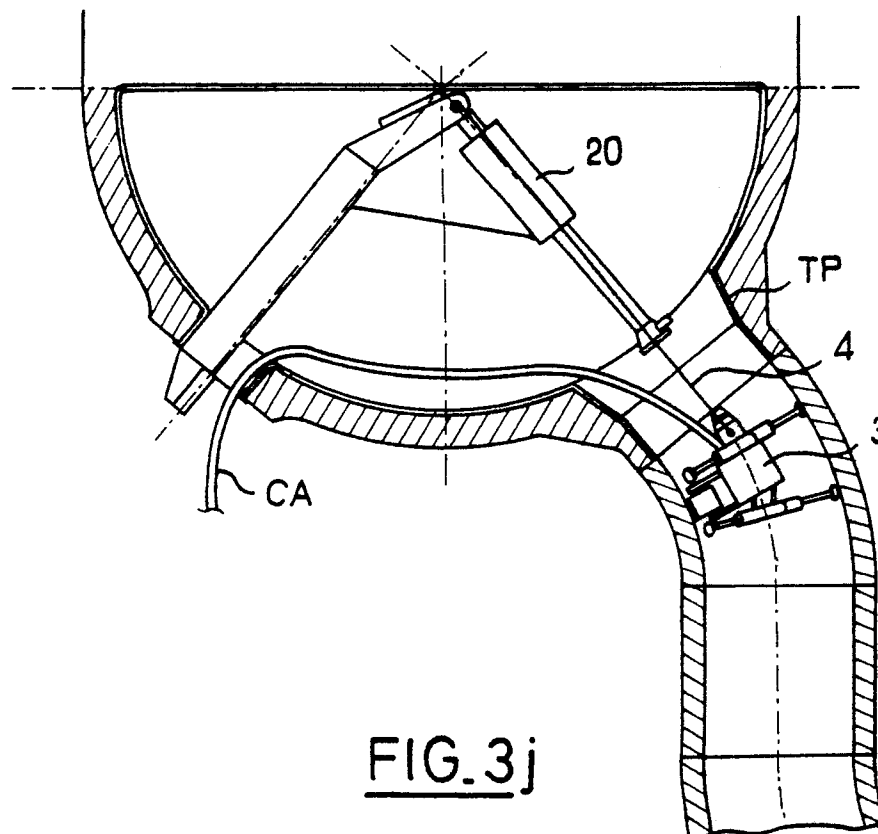


FIG. 3j

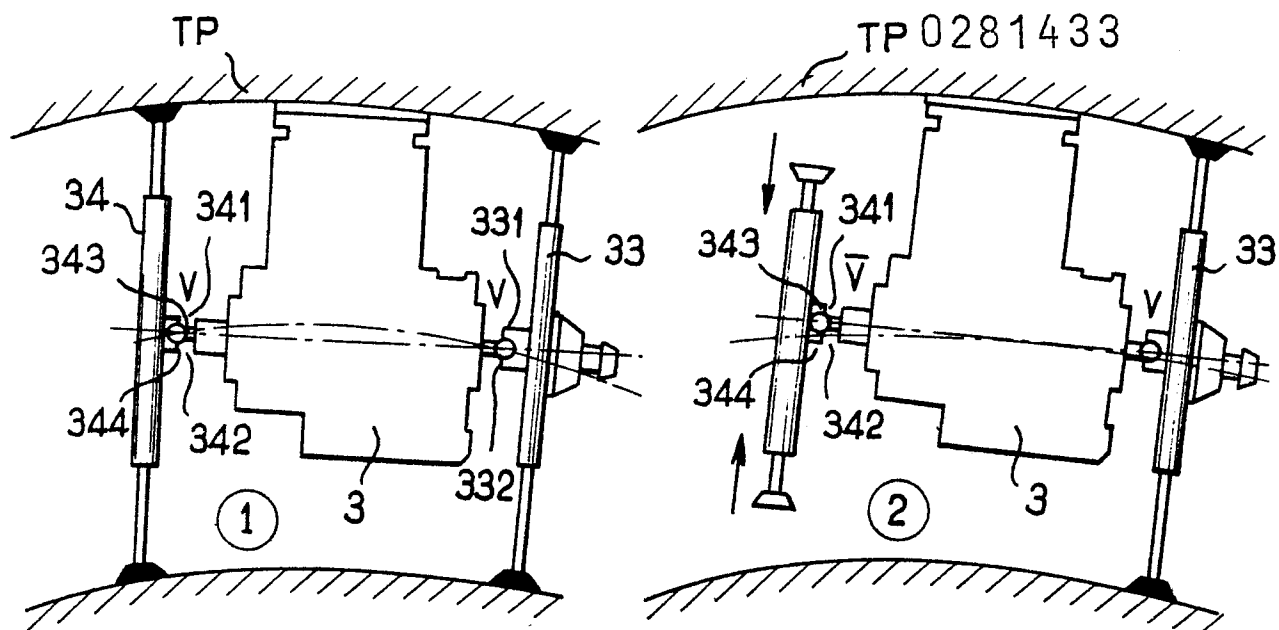


FIG. 4a

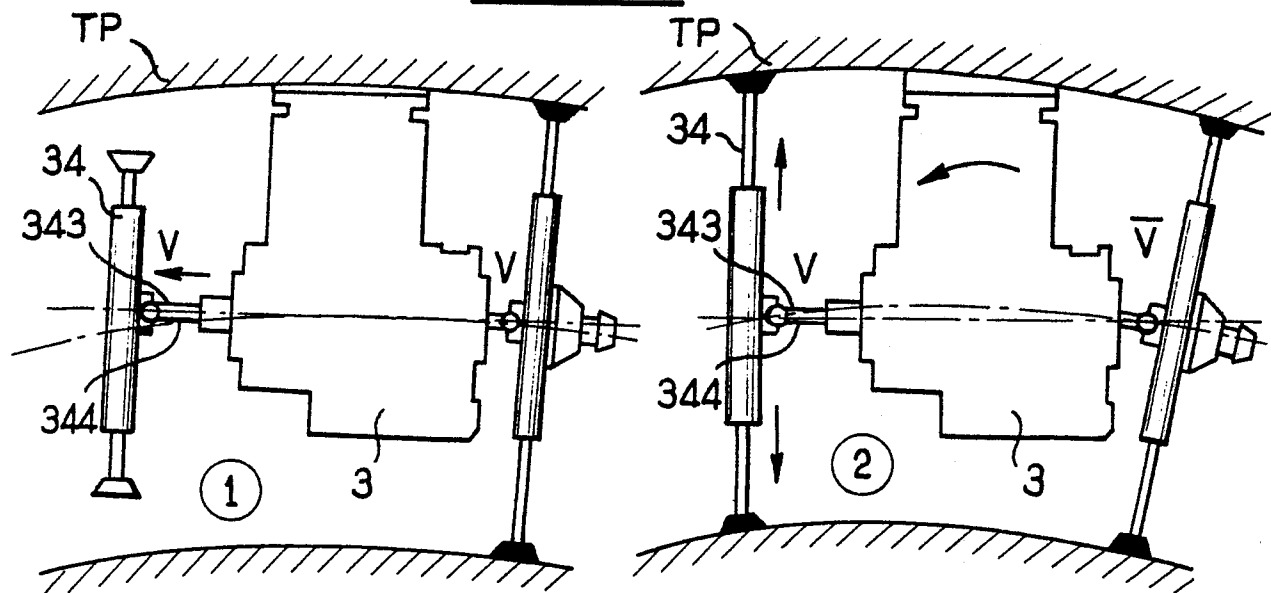


FIG. 4b

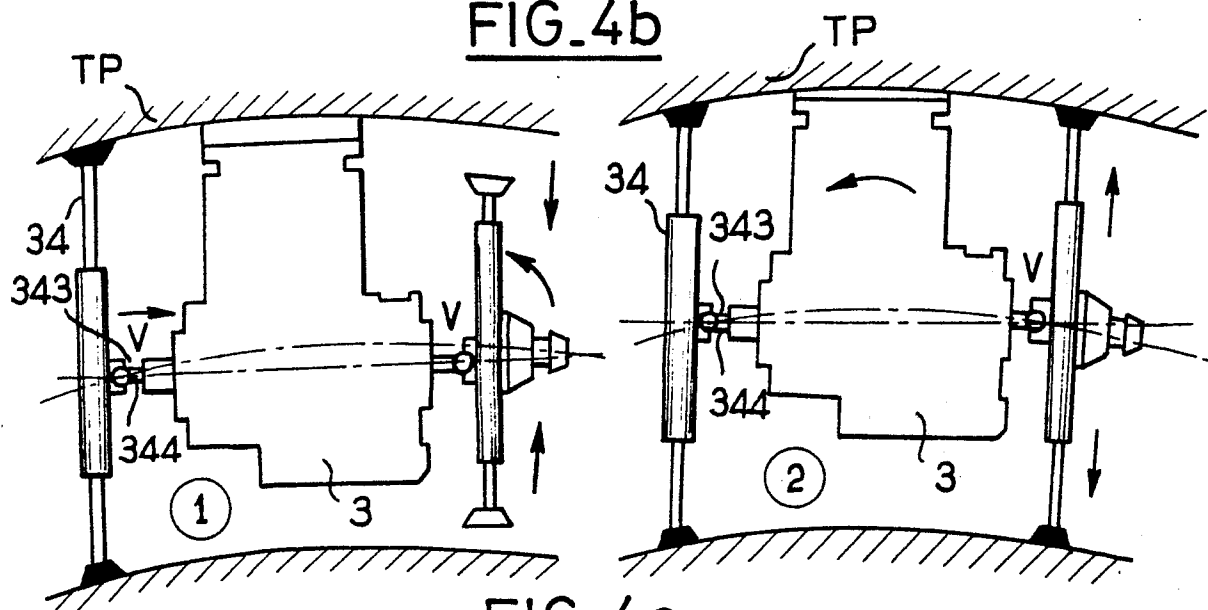
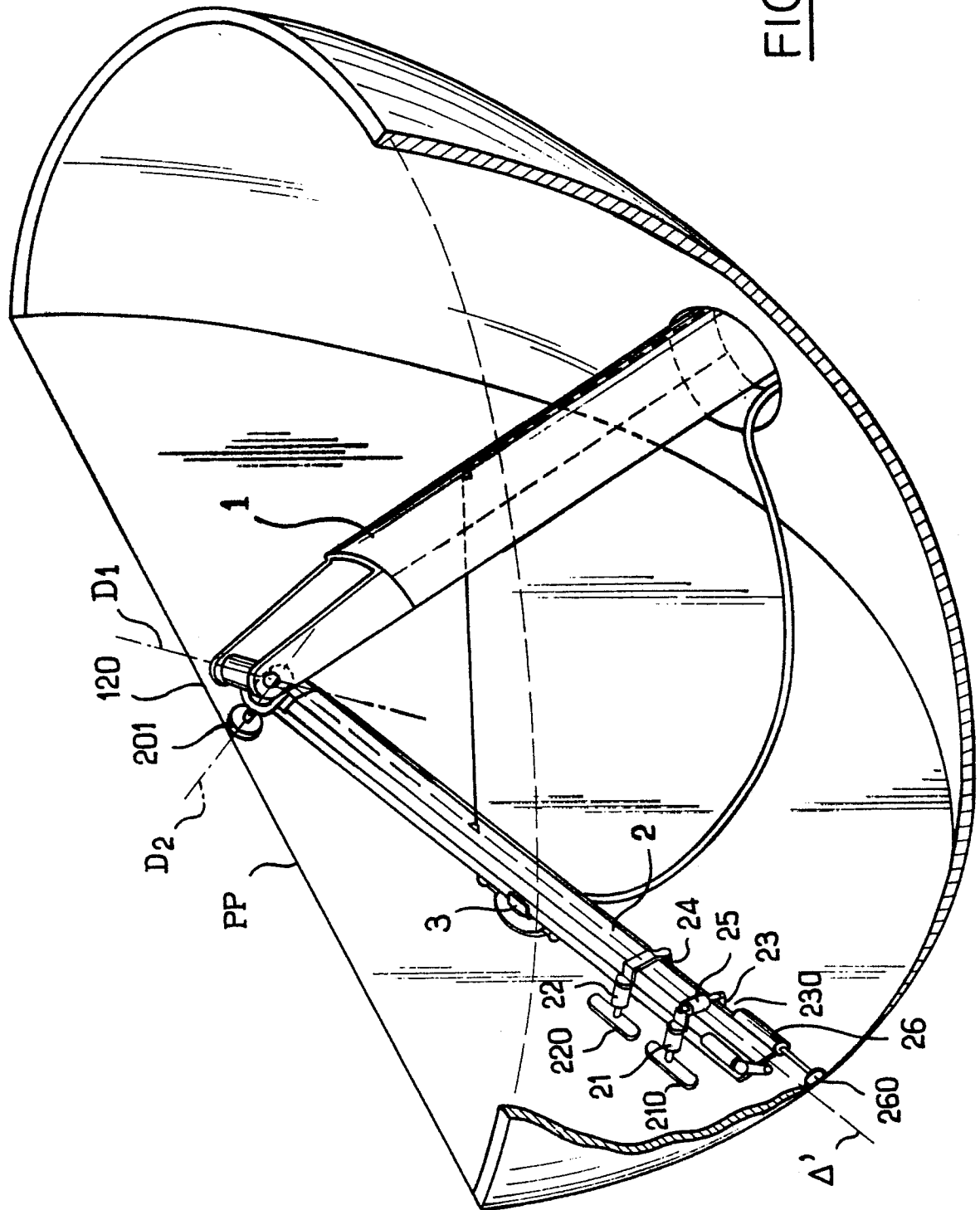


FIG. 4c

FIG. 5a



0281433

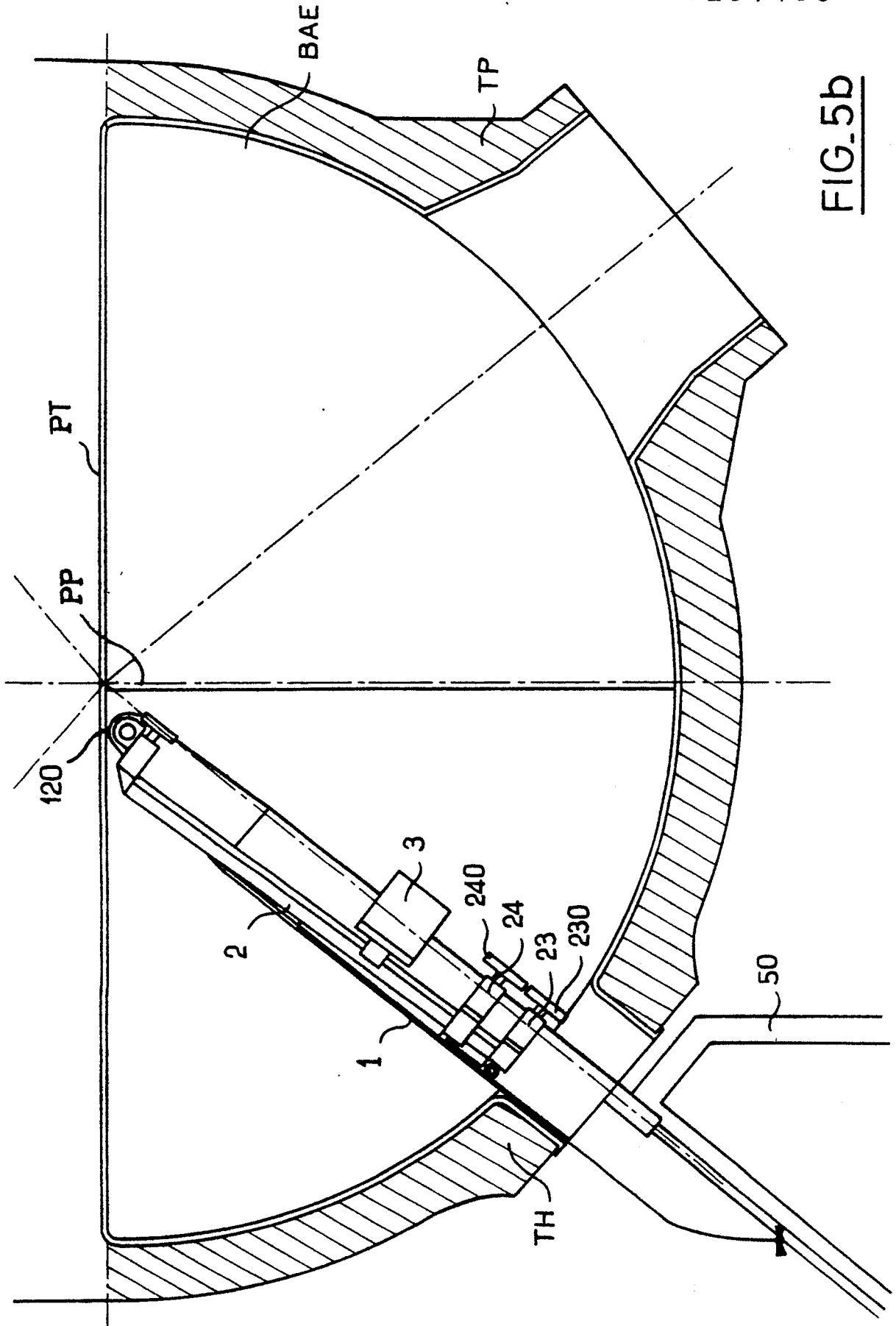
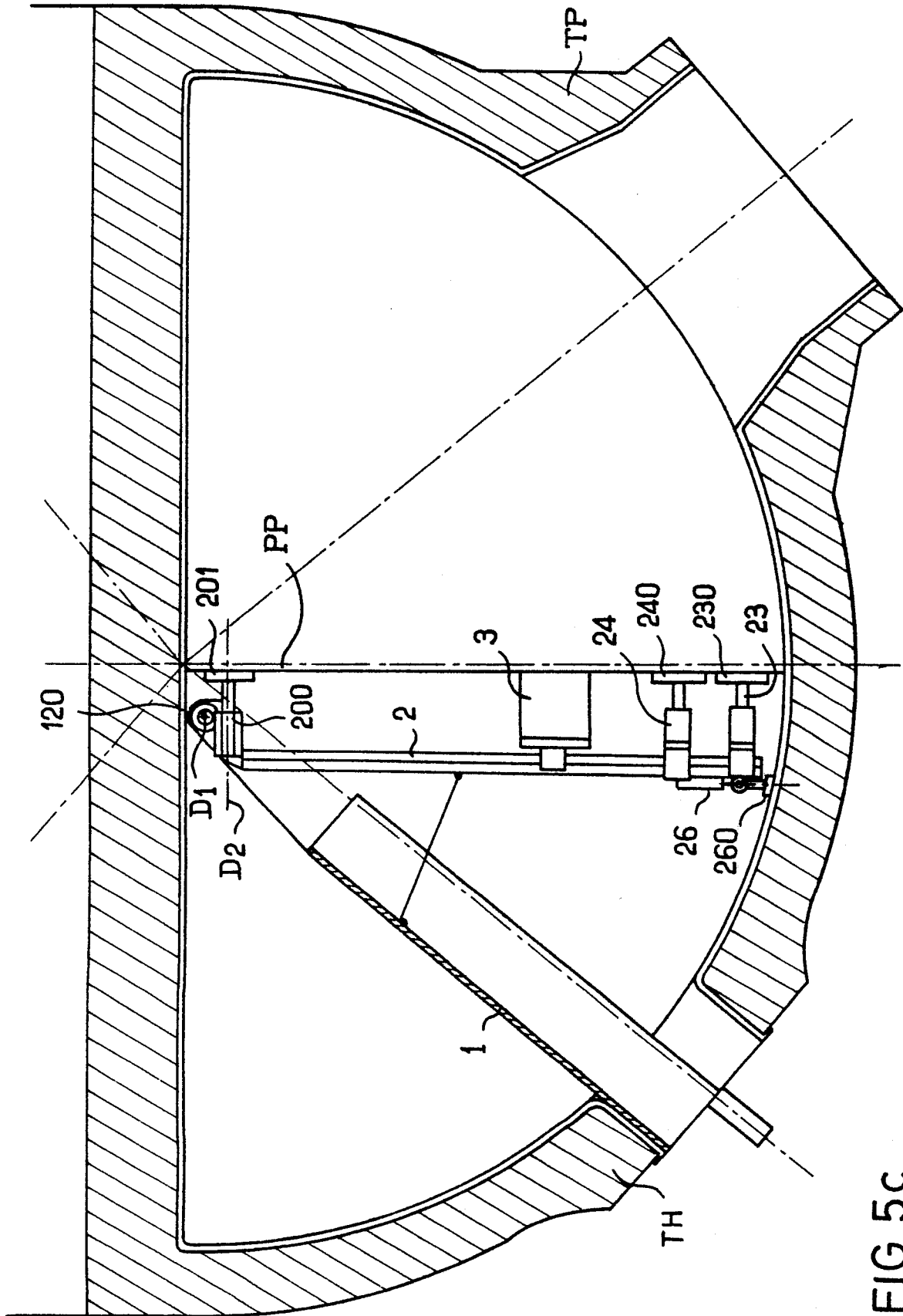


FIG. 5b



0281433

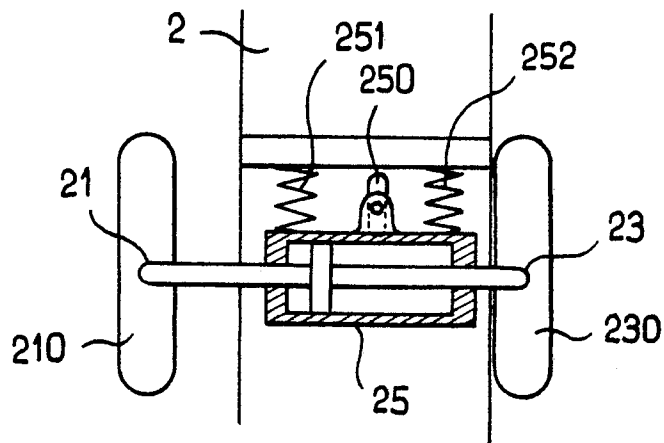
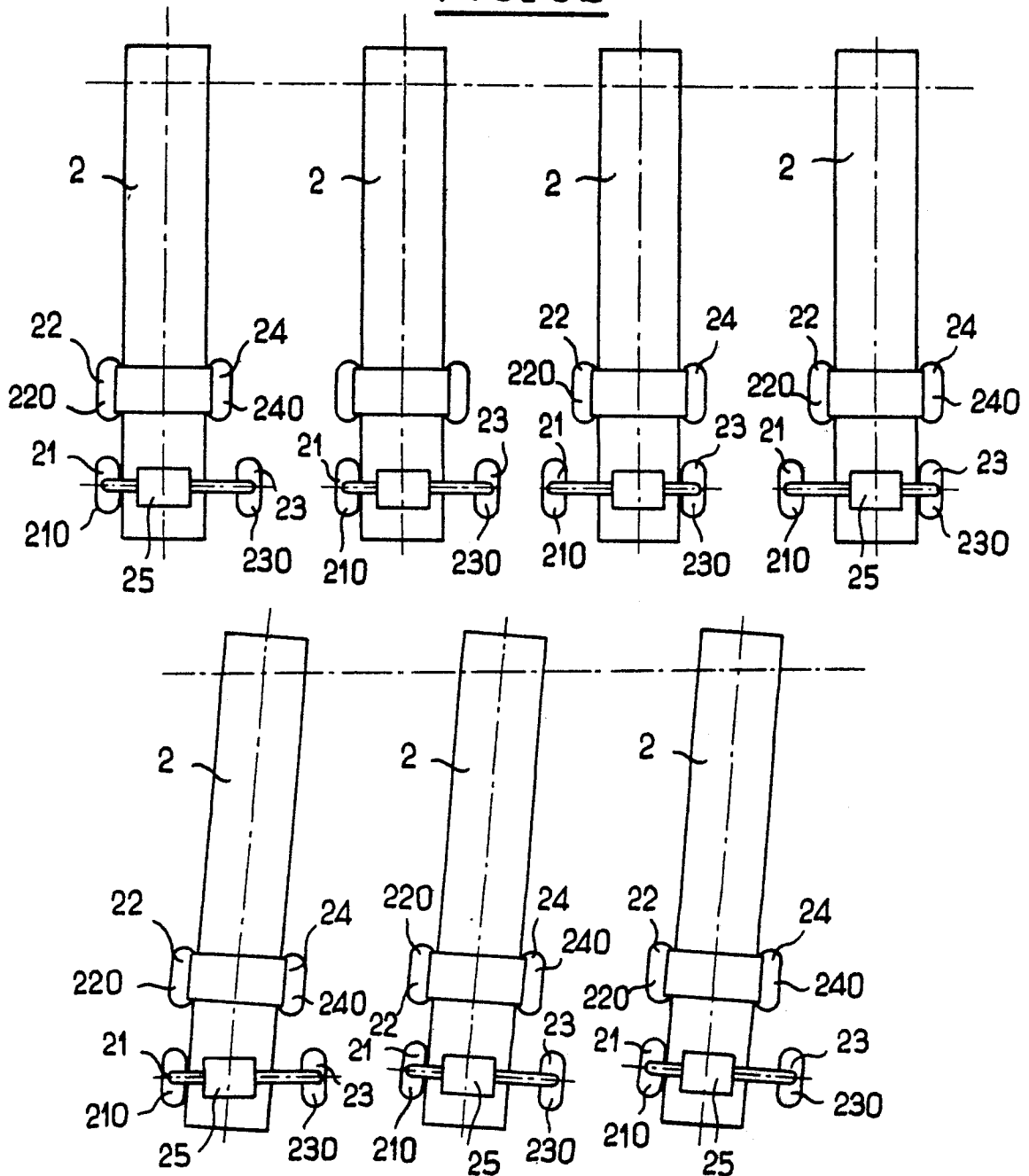


FIG. 6a

FIG. 6b



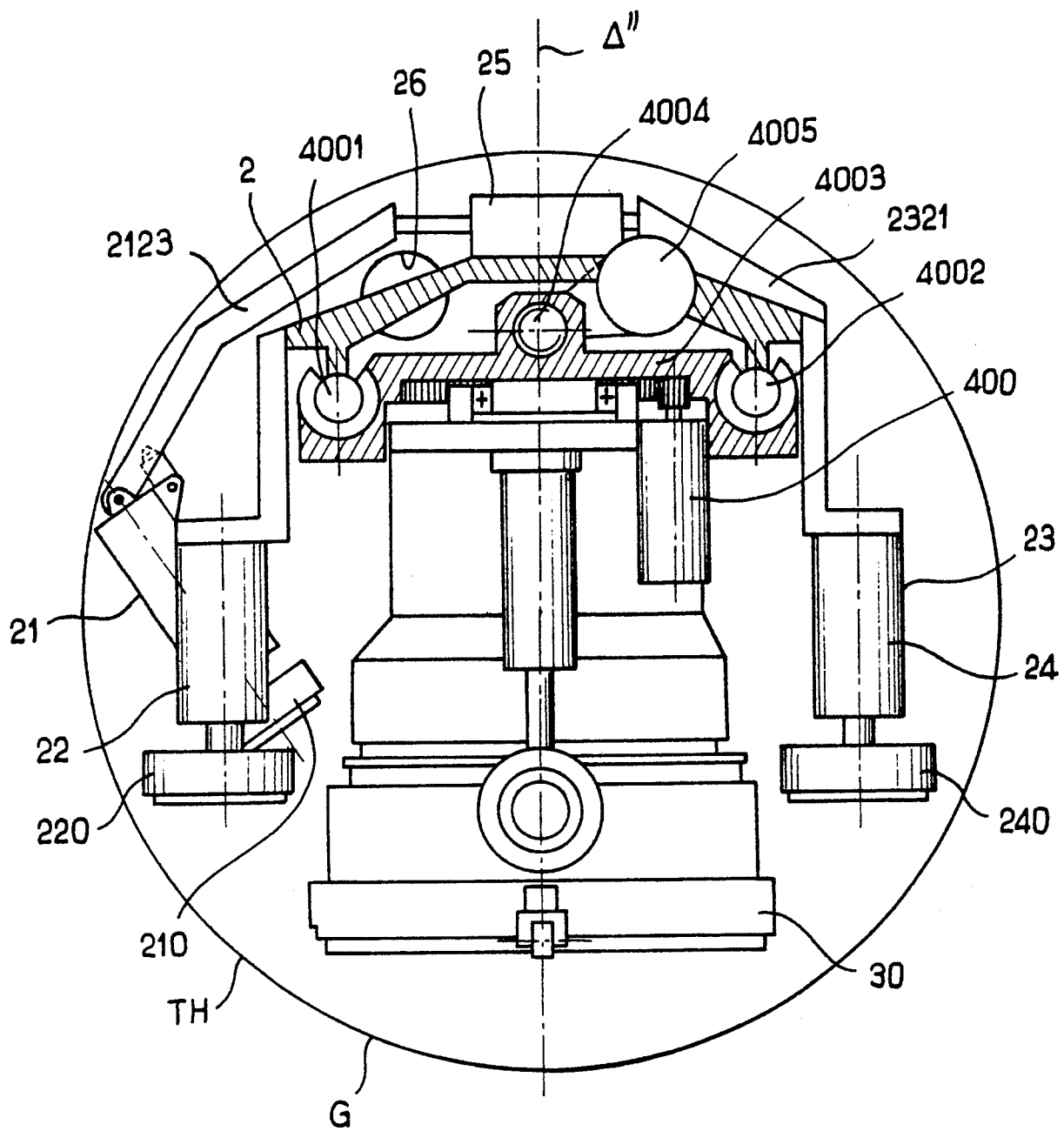


FIG. 7

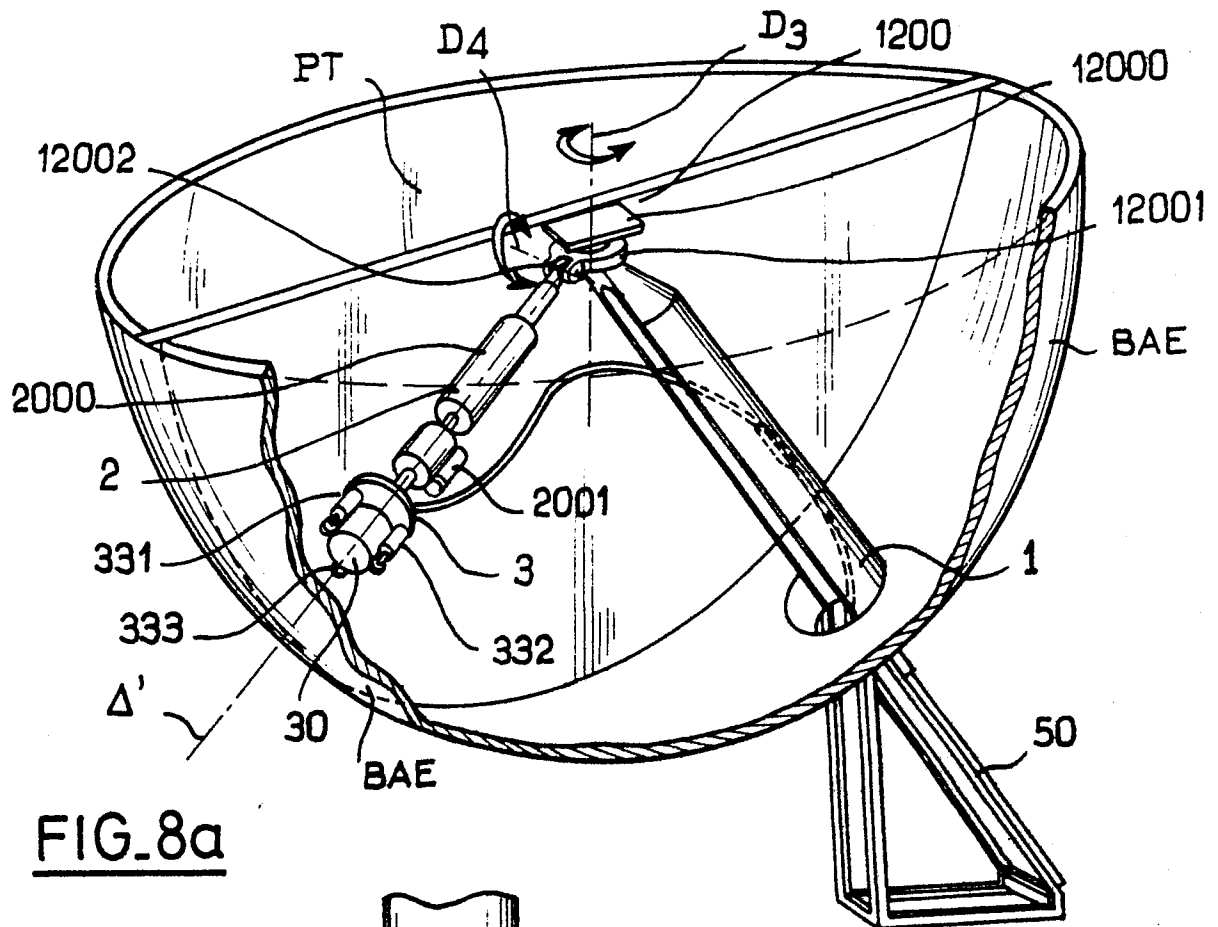


FIG. 8a

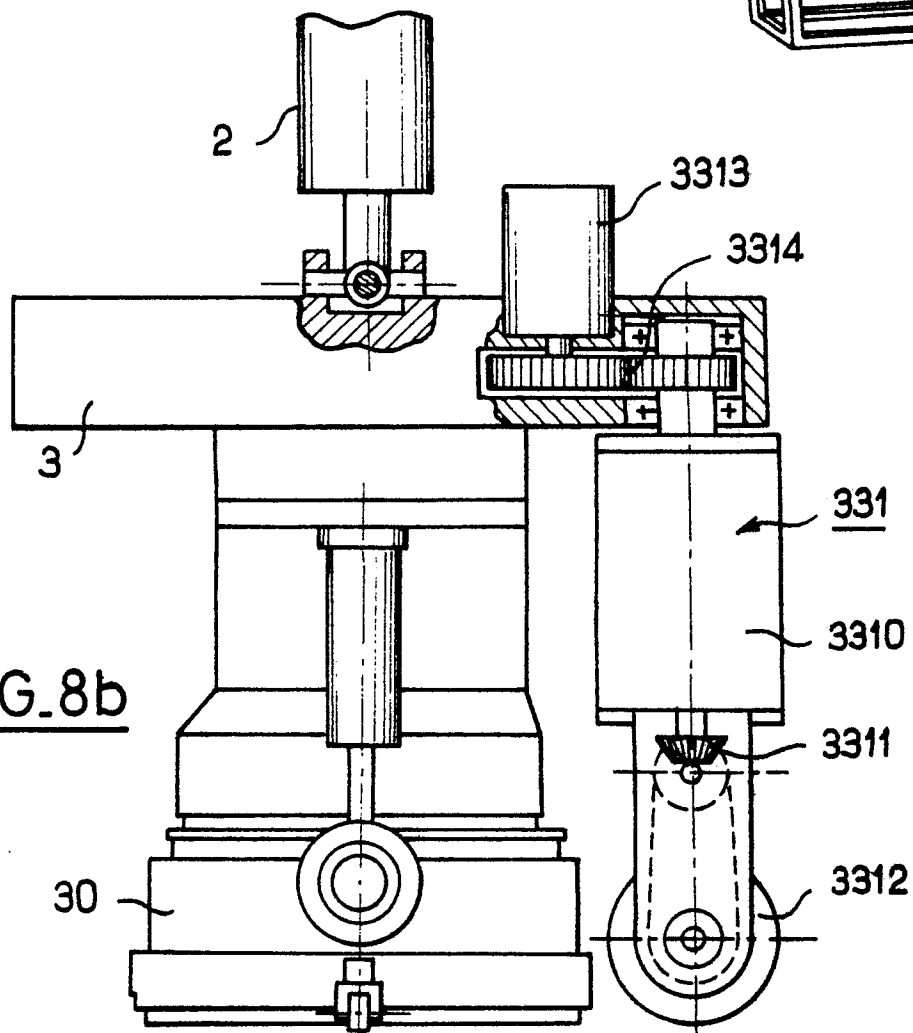
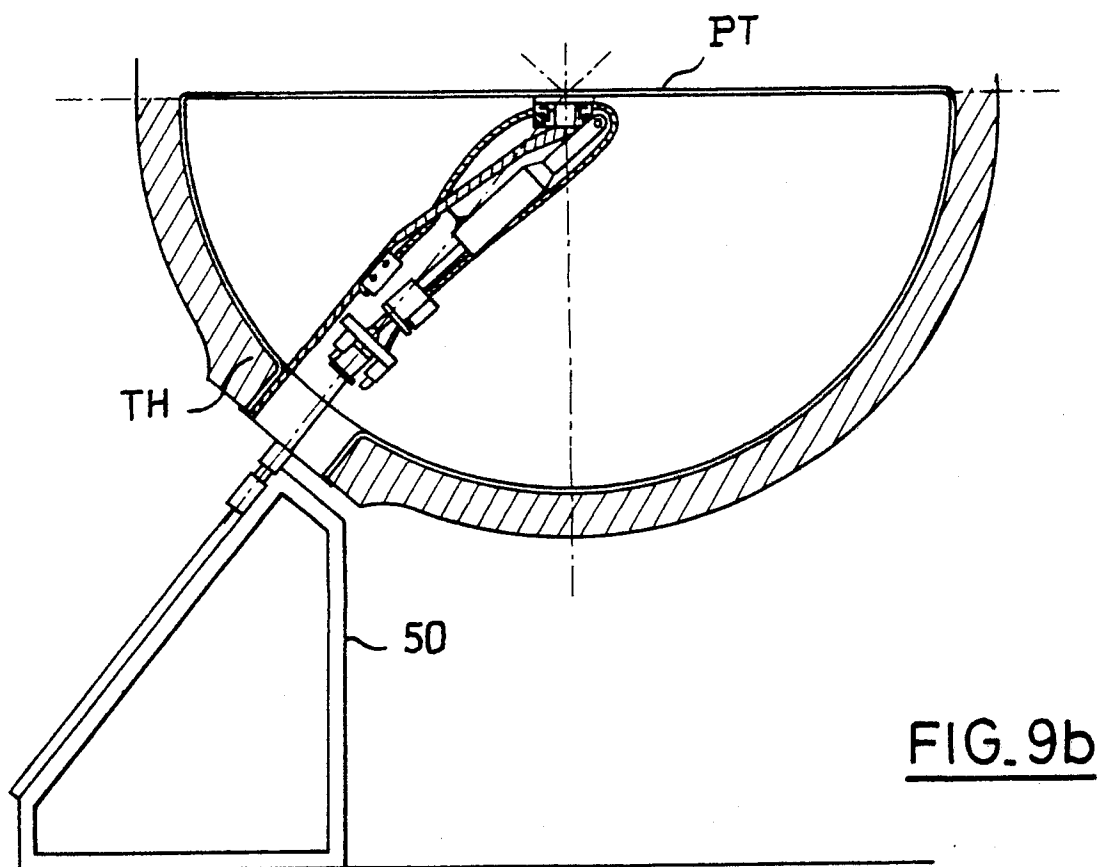
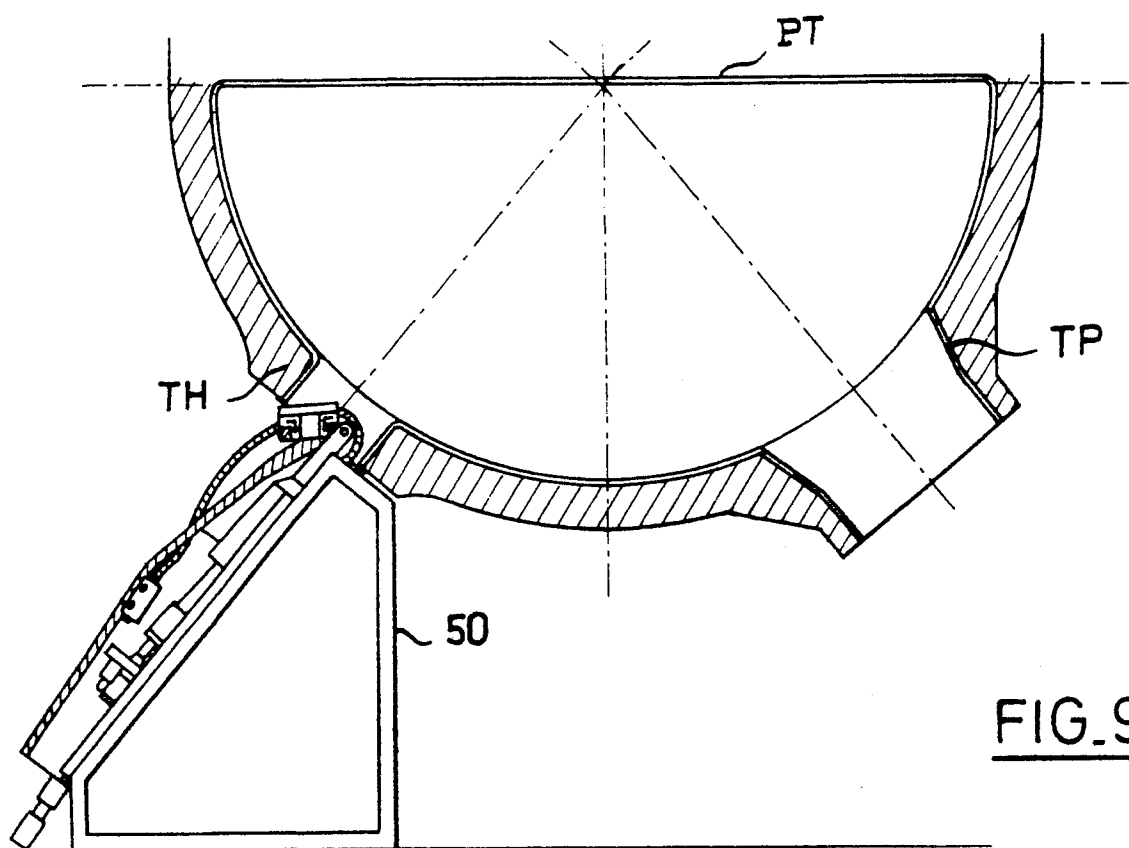


FIG. 8b



0281433

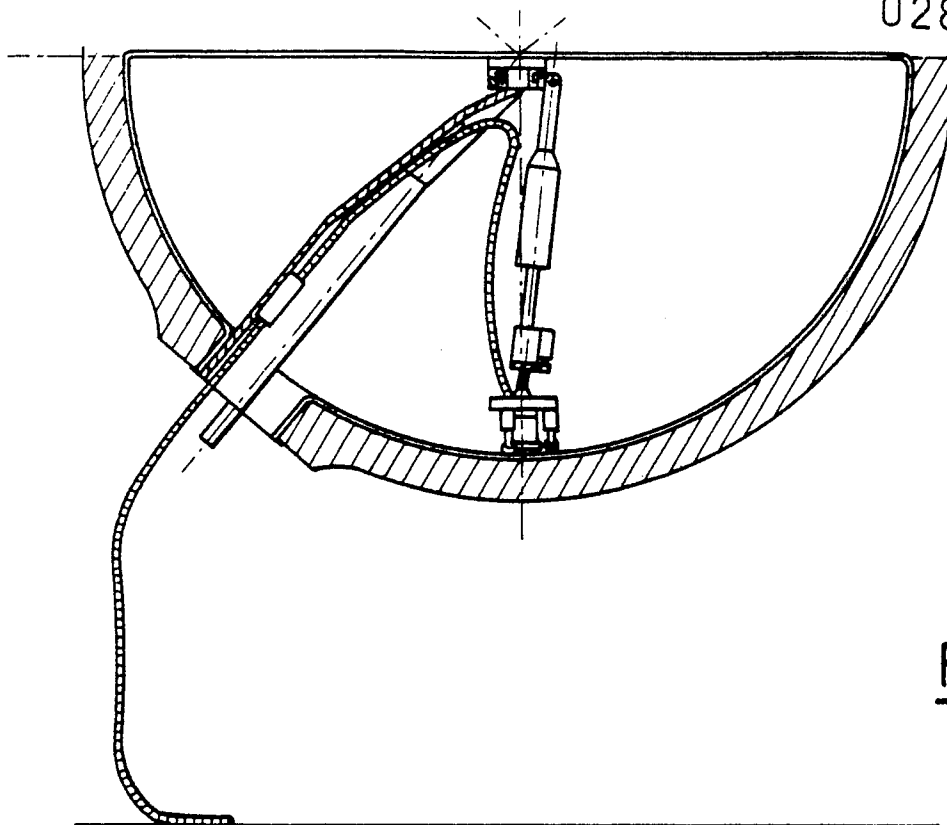


FIG. 9c

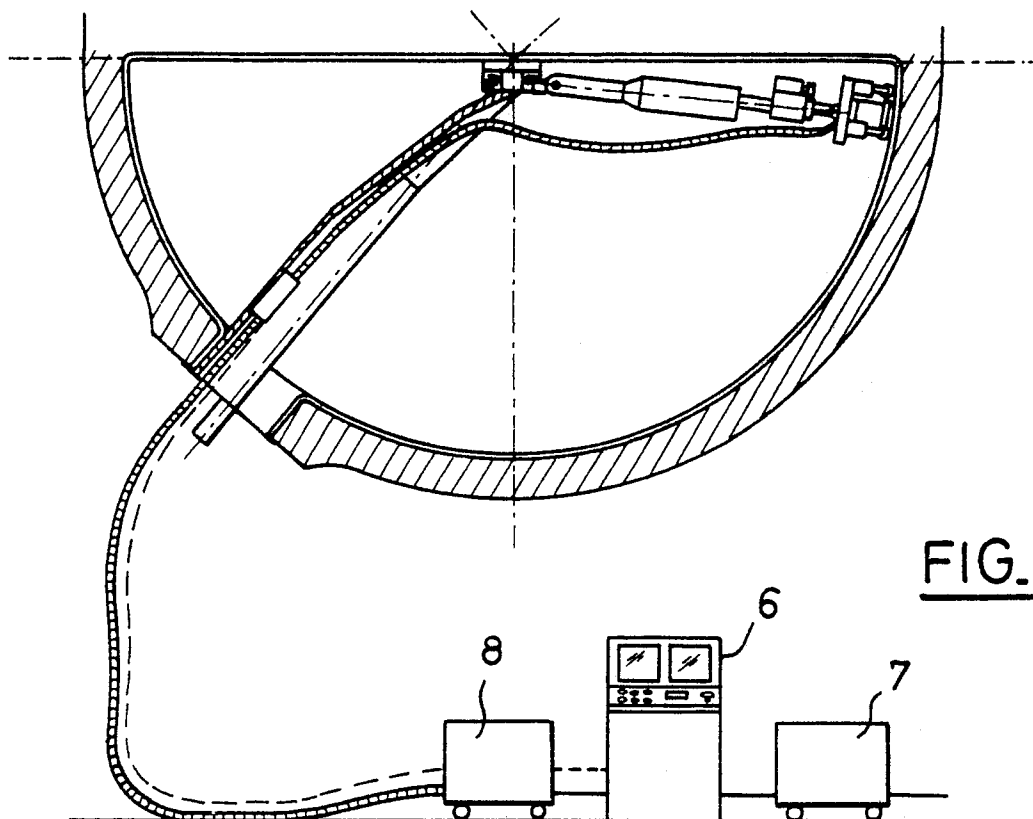


FIG. 9d

0281433

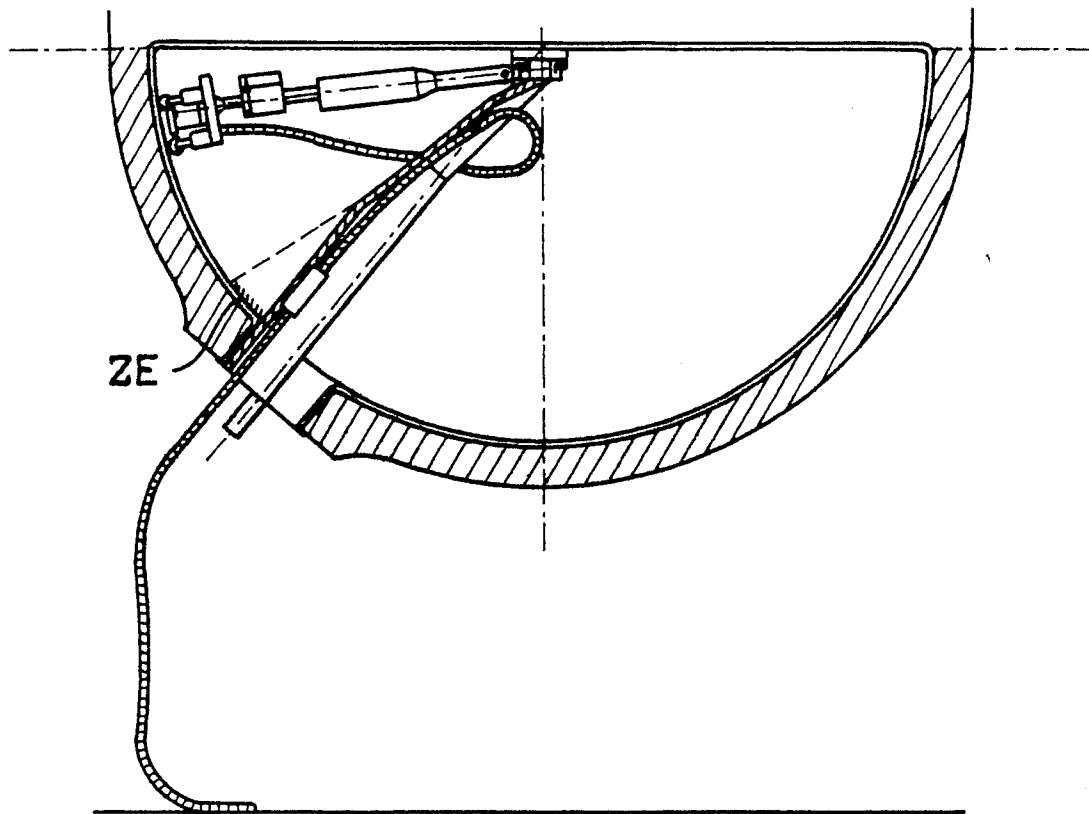


FIG.9e

FIG.10a

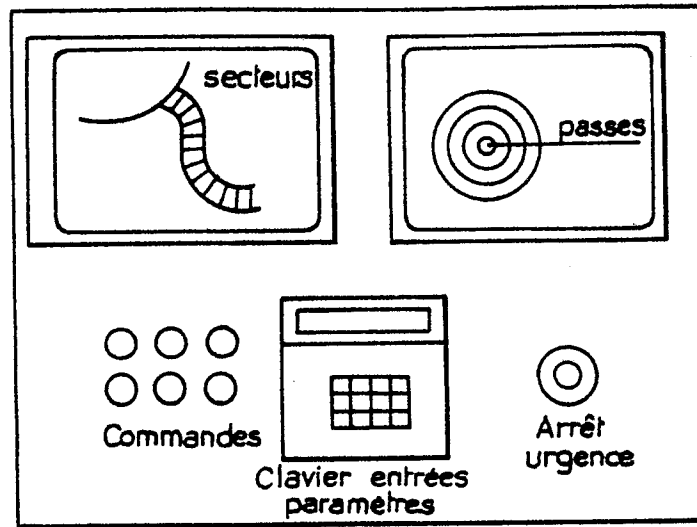


FIG.10b

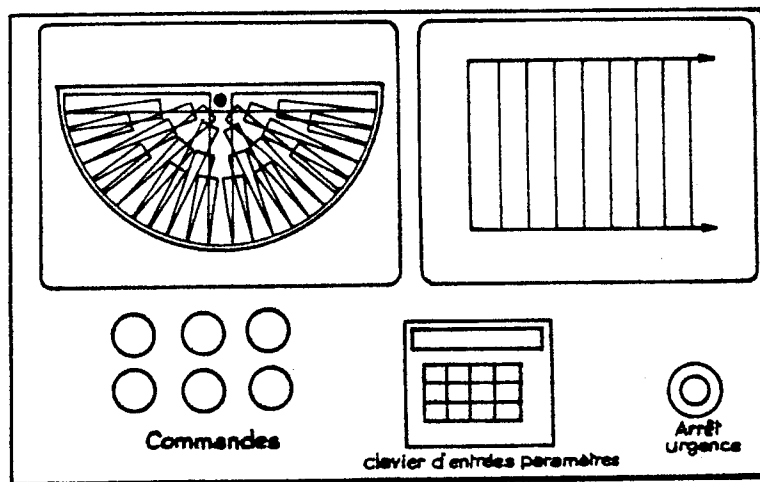
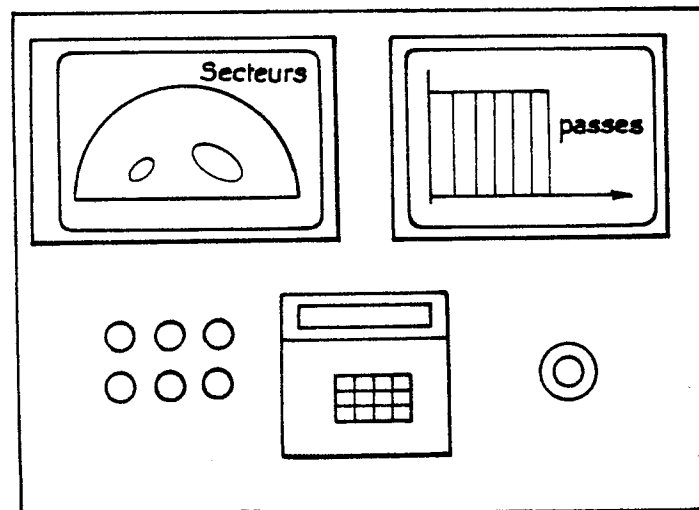


FIG.10c



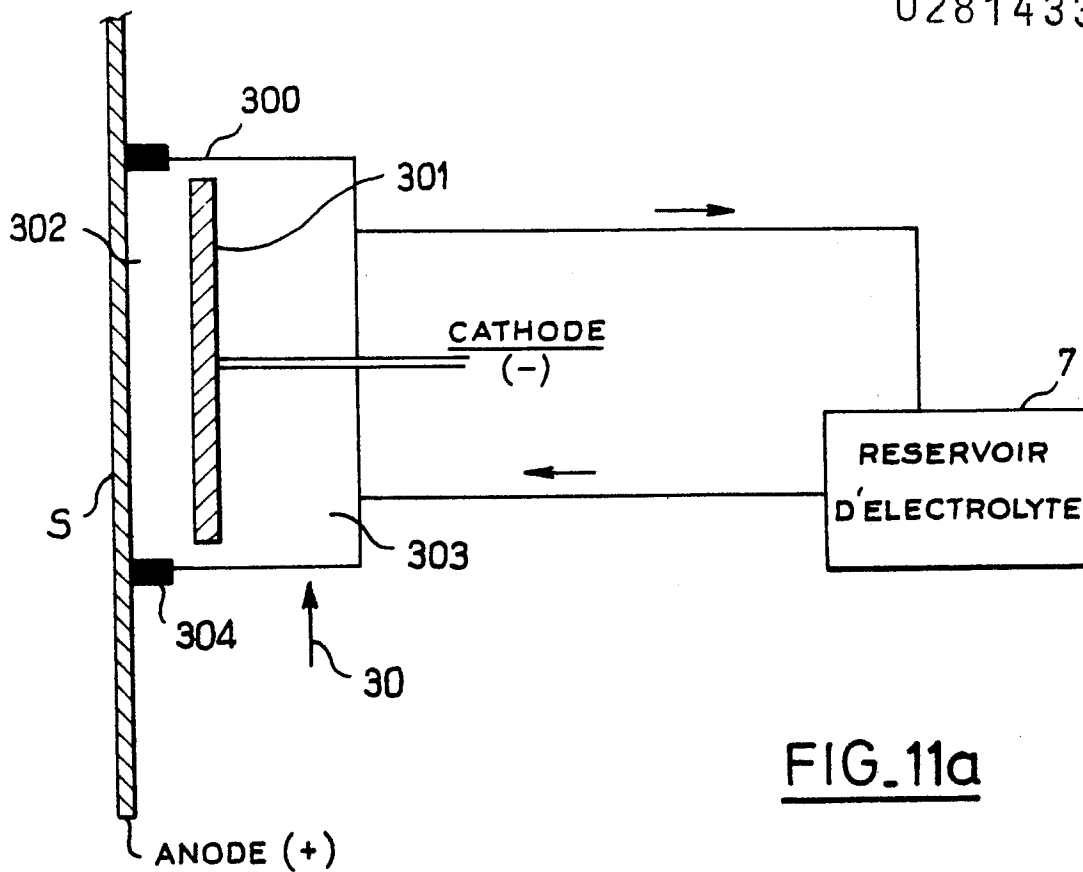


FIG. 11a

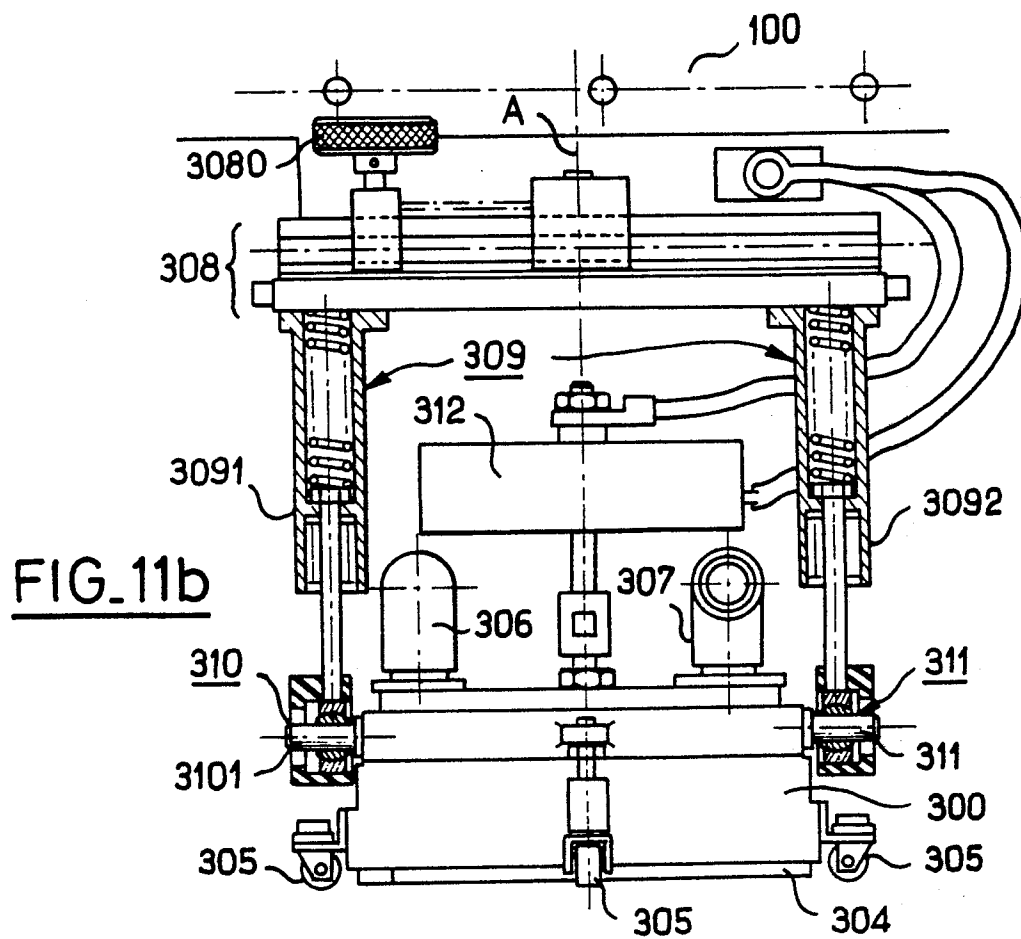


FIG. 11b