



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
12.07.95 Bulletin 95/28

⑤① Int. Cl.⁶ : **G21F 9/00**

②① Numéro de dépôt : **91122369.1**

②② Date de dépôt : **26.01.88**

⑤④ **Système d'intervention sur les parois internes de la boîte à eau d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire.**

③① Priorité : **28.01.87 FR 8700994**

⑥① Numéro de publication de la demande initiale
en application de l'article 76 CBE : **0 281 433**

④③ Date de publication de la demande :
08.04.92 Bulletin 92/15

⑦③ Titulaire : **ELECTRICITE DE FRANCE Service
National
2, rue Louis Murat
F-75008 Paris (FR)**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
12.07.95 Bulletin 95/28

⑦② Inventeur : **Gemma, Antoine
4 Allée de Penthievre
F-77150 Lesigny (FR)**

⑥④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

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

⑤⑥ Documents cités :
**EP-A- 0 146 833
EP-A- 0 178 971
FR-A- 2 538 602
FR-A- 2 544 123
FR-A- 2 566 309**

EP 0 479 344 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

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 électrodécontamination 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 document EP-A-0 178 971 décrit un robot porte-outil permettant d'effectuer diverses interventions à l'intérieur d'une boîte à eau de générateur de vapeur. Ce robot comprend un premier bras et un second bras monté pivotant à l'extrémité libre du premier bras ainsi qu'un chariot porte-outil monté coulissant sur le second bras, ce dernier comprenant deux parties, et étant susceptible de tourner autour de son axe longitudinal.

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 paroi interne du bol de la boîte à eau d'un générateur de vapeur de centrale nucléaire,
- la figure 1b 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,
- les figures 2a à 2e représentent des phases de mise en place du système selon l'invention,
- la figure 3 représente un schéma illustratif des moyens de commande et de leur utilisation en liaison avec un système de décontamination objet de l'invention,
- les figures 4a et 4b 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 objet de l'invention sera maintenant décrit en liaison avec les figures 1a et 1b, ce mode de réalisation étant 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 1a notamment, un élément 2 formant deuxième bras, est articulé à un premier bras 1 par l'intermédiaire d'une charnière dont le plan de débattement est orientable en rotation. Sur la figure 1a on a représenté le plan de débattement de la charnière orientable no-

tée 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 1a, 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 1a, 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 1a, 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 1a.

Dans le mode de réalisation de la figure 1a, le véhicule 3 est monté en extrémité du deuxième bras 2, par l'intermédiaire d'un organe pousseeur 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 pousseeur 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 1a, 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 pousseeur 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 1a.

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 1b, 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 1b, 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 1a et 1b, sera donnée en liaison avec les figures 2a, 2b 2c, 2d, 2e.

Ainsi qu'on le remarquera sur la figure 2a, 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 2b. 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 2c.

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 2c, 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 2d et 2e 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 2e. 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 2e, 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'un 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 de moyens de commande du système de l'invention sera décrite en liaison avec la figure 3.

Dans le cas où le système objet de l'invention est 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 représentés sur la figure 2d, 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 4 a et 4 b.

Sur la figure 4a, 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 réservoir d'électrolyte

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 4 b, 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 4b, 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 4b, 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 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 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 for-

mant 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 la boîte à eau des générateurs de vapeur de centrale nucléaire, comprenant :

- 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 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 (GV) 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,
- 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 fixée à une plaque tubulaire (PT) du GV dont le plan de dé-

batement 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, et 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 ladite 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).

2. Système selon la revendication 1, 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.

3. Système selon la revendication 2, 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).

4. Système selon la revendication 3, 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).

5. Système selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdits galets (331,332,333) forment un système tripode, la commande d'entraînement de chaque galet étant indépendante.

6. Système selon l'une des revendications 1 à 5, 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 (1200) du premier et du deuxième bras au voisinage du centre de la plaque à tubes (PT) du générateur de vapeur.

7. Système selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que lesdits moyens d'intervention (30) comportent une cellule d'électropolissage.

8. Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que ladite cellule (30) comprend :

- une ventouse formée d'un corps de ventouse (300) sensiblement de révolution,
- une électrode perméable (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 (304) 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.

Patentansprüche

1. Arbeitssystem für den Wasserkasten der Dampferzeuger eines Kernkraftwerks, welches umfaßt:

- ein erstes Element (1) mit einer im wesentlichen länglichen Form, welches einen ersten Arm des Systems bildet,
- ein zweites Element (2) mit einer im wesentlichen länglichen Form, welches an einem seiner Enden an einem Ende des ersten Elements angelenkt ist, wobei das zweite Element (2) einen zweiten Arm des Systems bildet und die Einheit aus erstem (1) und zweitem (2) Arm in den Wasserkasten (BAE) des Dampferzeugers (GV) über eine Einstiegsöffnung (TH) eingeführt werden kann und das zweite Element (2) in eine ausgefahren Position bezüglich des ersten Elements (1) gebracht werden kann,
- einen Wagen (3), welcher an dem zweiten Arm (2) montiert ist, wobei dieser Wagen (3) bezüglich des zweiten Arms (2) beweglich montiert ist,
- eine Arbeitseinrichtung (30), welche von dem Wagen (3) getragen wird, wobei die Arbeitseinrichtung (30) aufgrund ihrer Bewegung bezüglich des zweiten Arms und der relativen Öffnung zwischen dem ersten (1) und dem zweiten (2) Arm in der Lage ist, mehrere Bereiche der inneren Oberfläche des Dampferzeugers zu erreichen, wie die

primären Rohrleitungen (TP), die Trennplatte (PP), die innere Wand der sphärischen Schale des Wasserkastens (BAE) des Dampferzeugers,

dadurch gekennzeichnet, daß zum Gewährleisten einer Maßnahme wie der Dekontamination der inneren Wände der sphärischen Schale des Wasserkastens (BAE) eines Dampferzeugers das den zweiten Arm bildende zweite Element (2) an dem ersten Arm über ein an einer Rohrplatte (PT) des Dampferzeugers befestigtes Drehgelenk (1200) angelenkt ist, dessen Auslenkungsebene durch Drehung orientierbar ist, wobei diese Ebene, welche durch die Längsachse (Δ') des zweiten Arms und die Drehachse für die Orientierung (D3) gebildet wird, im Betrieb eine diametrische Ebene bezüglich der halbkugelförmigen Schale darstellt, und daß das orientierbare Drehgelenk (1200) umfaßt:

- ein Lager (12000), welches am Ende des ersten Arms (1) befestigt ist und mit einer Platte zum Kontakt mit der Rohrplatte (PT) des Dampferzeugers versehen ist,
- einen Drehteller (12001), der frei um das Lager drehbar ist und dessen Drehachse die Drehachse für die Orientierung (D3) der Auslenkungsebene des orientierbaren Drehgelenks (1200) bildet, wobei dieser Drehteller (12001) an seinem Rand ein Gelenk (12002) mit einer zu der Drehachse für die Rotation (D3) orthogonalen Achse (D4) umfaßt und ein orientierbares Drehgelenk bildet, wobei der zweite Arm (2) um das genannte Gelenk (12002) schwenkbar gelagert ist.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wagen (3) am Ende des zweiten Arms (2) über ein Schubelement (2000) montiert ist, welches im Betrieb das Ansetzen des Wagens (3) an die innere Wand der halbkugelförmigen Schale des Wasserkastens des Dampferzeugers gestattet.

3. System nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wagen (3) weiterhin bezüglich der Längsachse des zweiten Arms über eine Getriebemotorgruppe (2001) drehbar beweglich ist.

4. System nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Wagen (3) mit einem Fortbewegungssystem versehen ist, welches aus mehreren motorgetriebenen Antriebsrollen (331, 332, 333) besteht.

5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

net, daß die Rollen (331, 332, 333) ein Dreibein-system bilden, wobei die Antriebssteuerung jeder Rolle unabhängig ist.

6. System nach einem der Ansprüche 1 bis 5, da-
durch gekennzeichnet, daß zum Gewährleisten
des Einführens und des Positionierens der durch
den ersten (1) und den zweiten (2) Arm gebilde-
ten Einheit in dem Einstiegsloch (TH) das System
weiterhin ein Hubsystem (50) mit einer geneigten
Ebene umfaßt, wobei der Neigungswinkel der ge-
neigten Ebene es mit einer alleinigen Translation
der Einheit gestattet, das Gelenk (1200) des er-
sten und zweiten Arms in der Nähe des Zentrums
der Rohrplatte (PT) des Dampferzeugers zu po-
sitionieren. 5 10 15
7. System nach einem der Ansprüche 1 bis 6, da-
durch gekennzeichnet, daß die Arbeitseinrich-
tung (30) eine Elektropolierzelle umfaßt. 20
8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeich-
net, daß die Zelle (30) umfaßt:
 - ein Saugelement, welches von einem im
wesentlichen rotationssymmetrischen Saug-
körper (300) gebildet wird, 25
 - eine permeable Elektrode (301), welche
sich in dem Saugkörper (300) befindet und
in diesem eine Elektrolyt-Einlaßkammer
(302) und eine Elektrolyt-Ansaugkammer
(303) begrenzt, wenn der Saugkörper an
die Wand der zu behandelnden Oberfläche
angesetzt wird, 30
 - eine Dichtung (304), welche am Rand des
Saugkörpers angeordnet ist, 35
 - einen Satz von an dem Saugkörper (300)
ausgebildeten Rollen (305), wobei diese
Rollen dafür vorgesehen sind, einen An-
schlag beim Ansetzen des Saugelements
an die Oberfläche zu bilden, um den Ab-
stand zwischen der Elektrode und der zu
behandelnden Oberfläche konstant zu hal-
ten. 40

Claims

1. A system for working on the water tank of a steam
generator in a nuclear power station, the system
comprising:
a first element (1) of substantially elongate
shape and forming a first arm of the system;
a second element (2) of substantially elon-
gate shape, hinged at one of its ends to one end
of the first element, said second element (2) form-
ing a second arm of the system, and the assem-
bly comprising both the first arm (1) and the sec-
ond arm (2) being suitable for being inserted into

the water tank (BAE) of the steam generator (GV)
via a manhole (TH), and said second element (2)
being capable of being put into a deployed posi-
tion relative to the first element (1);

a vehicle (3) mounted on said second arm
(2), said vehicle (3) being mounted to move rela-
tive to said second arm (2); and

working means (30) carried by said vehicle
(3), the working means being capable, by virtue
of moving relative to said second arm and be-
cause of the relative angle between said first and
second arms (1, 2), of reaching a plurality of in-
side surface zones of the steam generator such
as, in particular, the primary tubes (TP), the par-
tition plate (PP), and the inside wall of the spher-
ical end of the water tank (BAE) of the steam
generator;

the system being characterized in that in
order to work on the inside walls of the spherical
end of the water tank (BAE) of a steam generator,
e.g. for decontamination purposes, said second
element (2) forming the second arm is hinged to
said first arm via a hinge that is fixed to a tube
plate (PT) of the steam generator to swing in a
plane that can be swivelled (1200), said plane de-
fined by the longitudinal axis (Δ') of the second
arm and the swivel axis of rotation (D3) constitut-
ing, in operation, a diametral plane of the hemi-
spherical end wall, and in that said swivellable
hinge (1200) includes:

a bearing (12000) fixed at the end of the
first arm (1) and provided with a plate for making
contact with said tube plate (PT) of the steam
generator; and

a turntable (12001) mounted to rotate
freely relative to the bearing, its axis of rotation
constituting the swivel axis of rotation (D3) of said
plane in which the swivellable hinge (1200) can
swing, said turntable (12001) including at its per-
iphery a hinge (12002) having an axis (D4) ortho-
gonal to the swivel axis of rotation (D3) and form-
ing the swivellable hinge, said second arm (2) be-
ing hinged about said hinge (12002).

2. A system according to claim 1, characterized in
that said vehicle (3) is mounted at the end of said
second arm (2) by means of a thrust member
(2000) making it possible, in operation, to urge
said vehicle (3) against the inside wall of the hemi-
spherical end of the water tank of the steam gen-
erator. 45 50

3. A system according to claim 2, characterized in
that said vehicle (3) is also rotatable about the
longitudinal axis of said second arm by means of
a motor and gear box unit (2001). 55

4. A system according to claim 3, characterized in

that said vehicle (3) is provided with a displacement system consisting in a plurality of motor-driven drive wheels (331, 332, 333).

5. A system according to claim 4, characterized in that said wheels (331, 332, 333) form a tripod system, with drive control of each wheel being independent. 5

6. A system according to any one of claims 1 to 5, characterized in that in order to insert and position the assembly constituted by the first and second arms (1, 2) in the manhole (TH), said system further comprises a sloping plane type lift system (50) with the angle of inclination of the sloping plane making it possible by mere translation of said assembly to position the hinge (1200) of the first and second arms in the vicinity of the center of the tube plate (PT) of the steam generator. 10
15
20

7. A system according to any one of claims 1 to 6, characterized in that said work means (30) include an electrolytic polishing cell.

8. A system according to claim 7, characterized in that said cell (30) comprises: 25
 - a suction cup constituted by a suction cup body (300) that is substantially a body of revolution;
 - a permeable electrode (301) situated in the suction cup body (300) and defining therein an electrolyte admission chamber (302) and an electrolyte suction chamber (303) when the suction cup body is applied against the wall of the surface to be treated; 30
35
 - a gasket (304) disposed at the periphery of the suction cup body; and
 - a set of wheels (305) secured to the suction cup body (300), said wheels being designed to form a thrust abutment of said suction cup against said surface in order to keep the distance between the electrode and the surface to be treated constant. 40

45

50

55

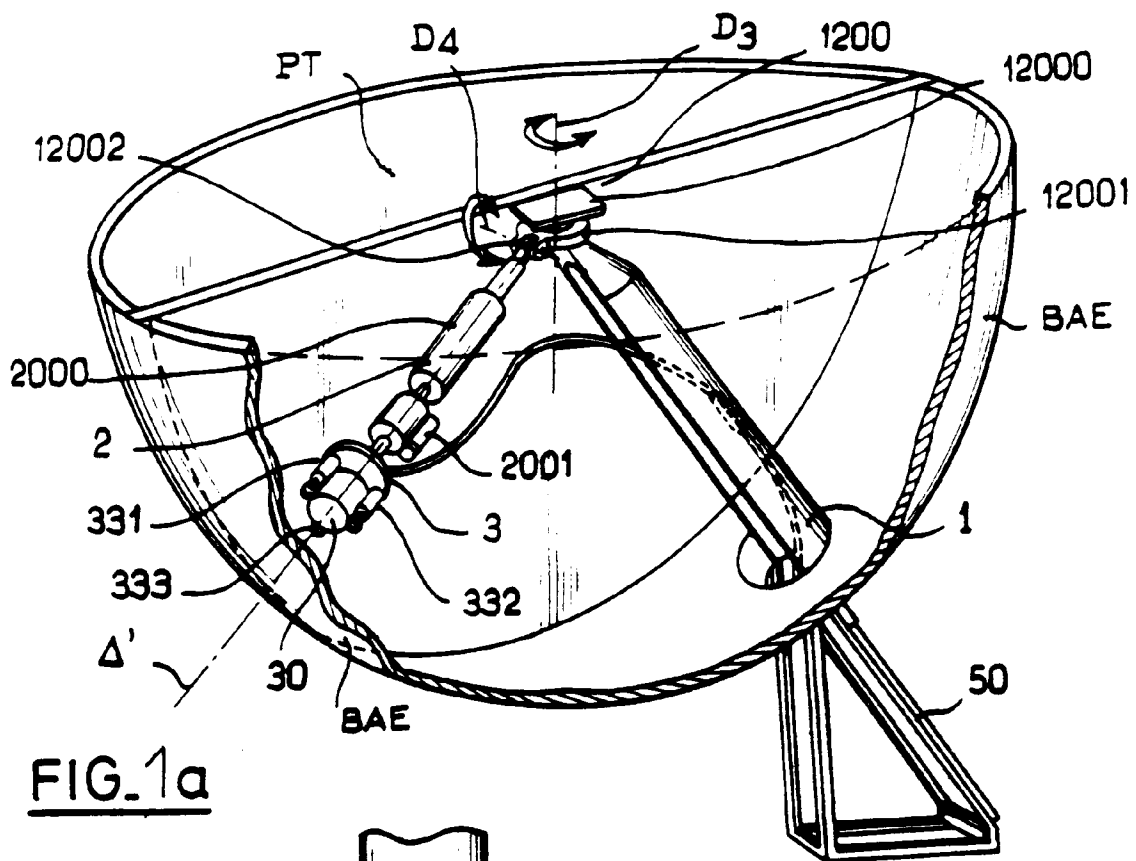


FIG. 1a

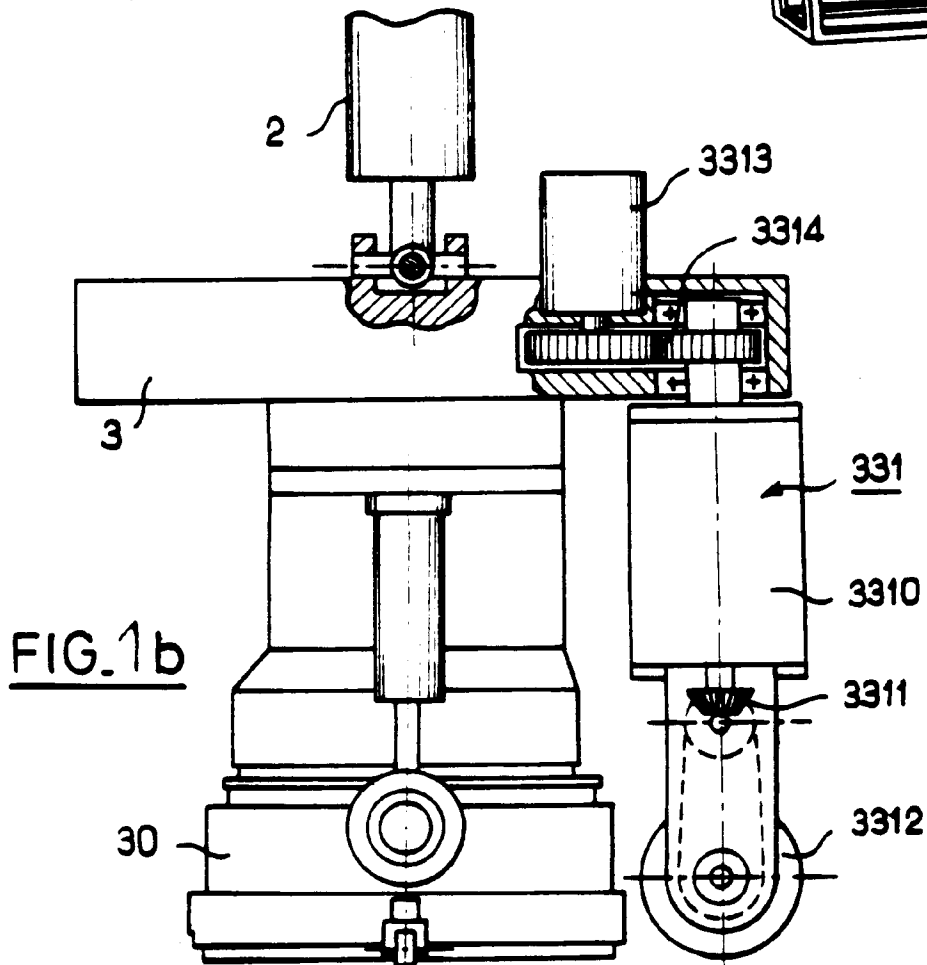
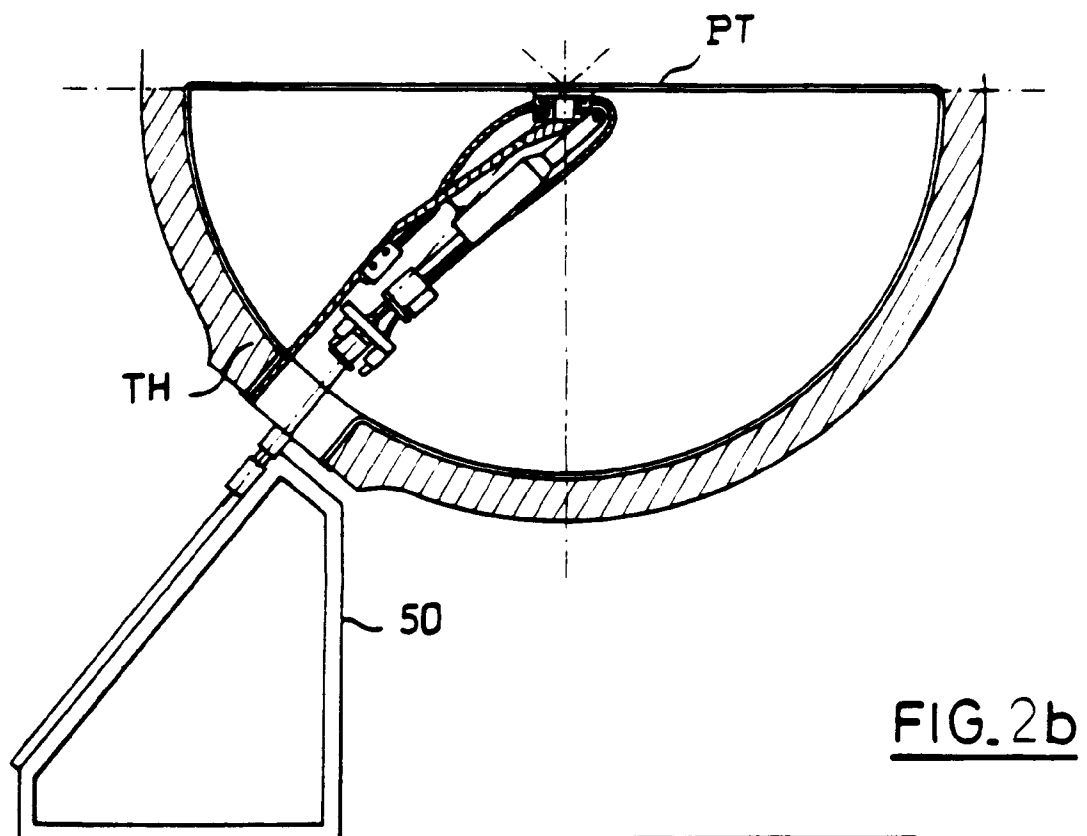
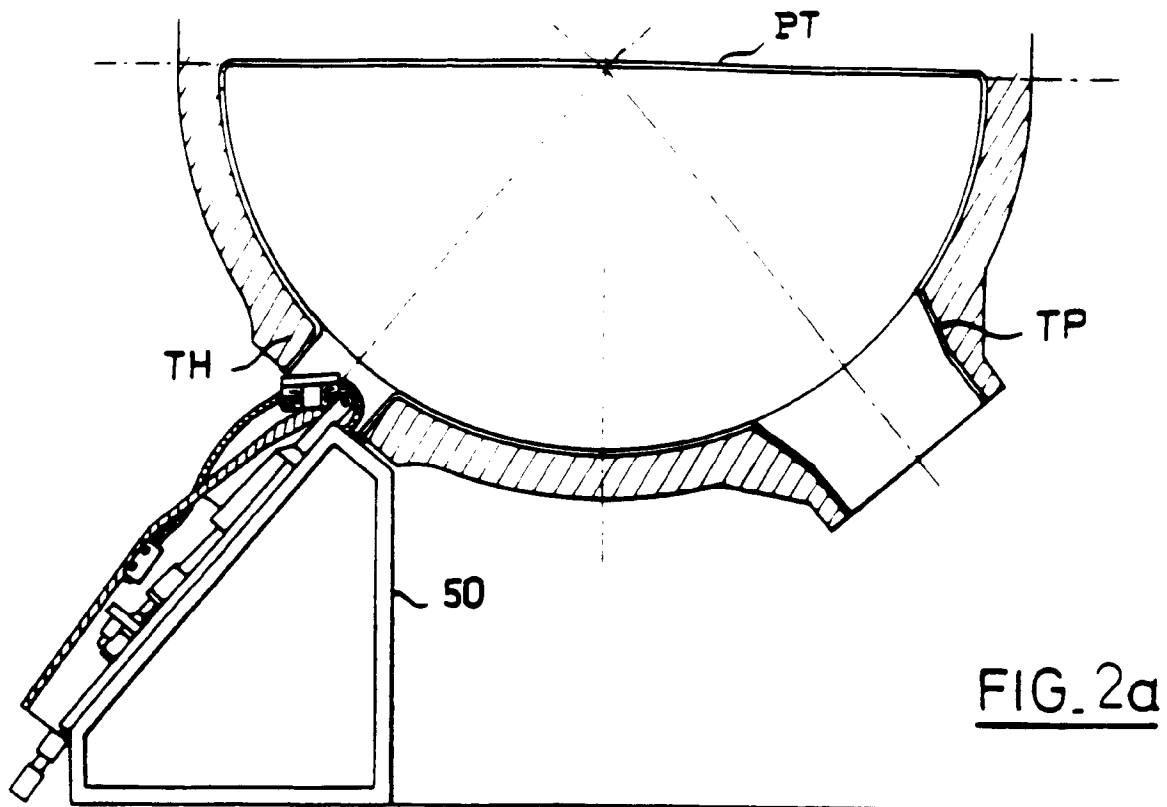


FIG. 1b



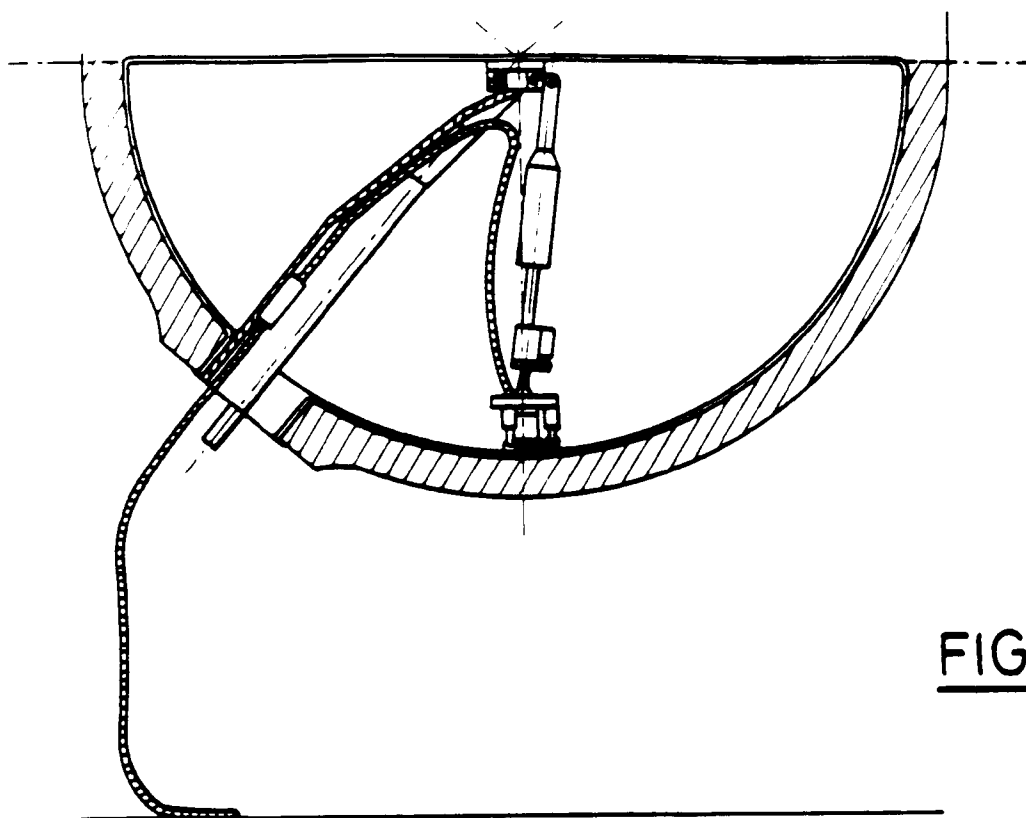


FIG. 2c

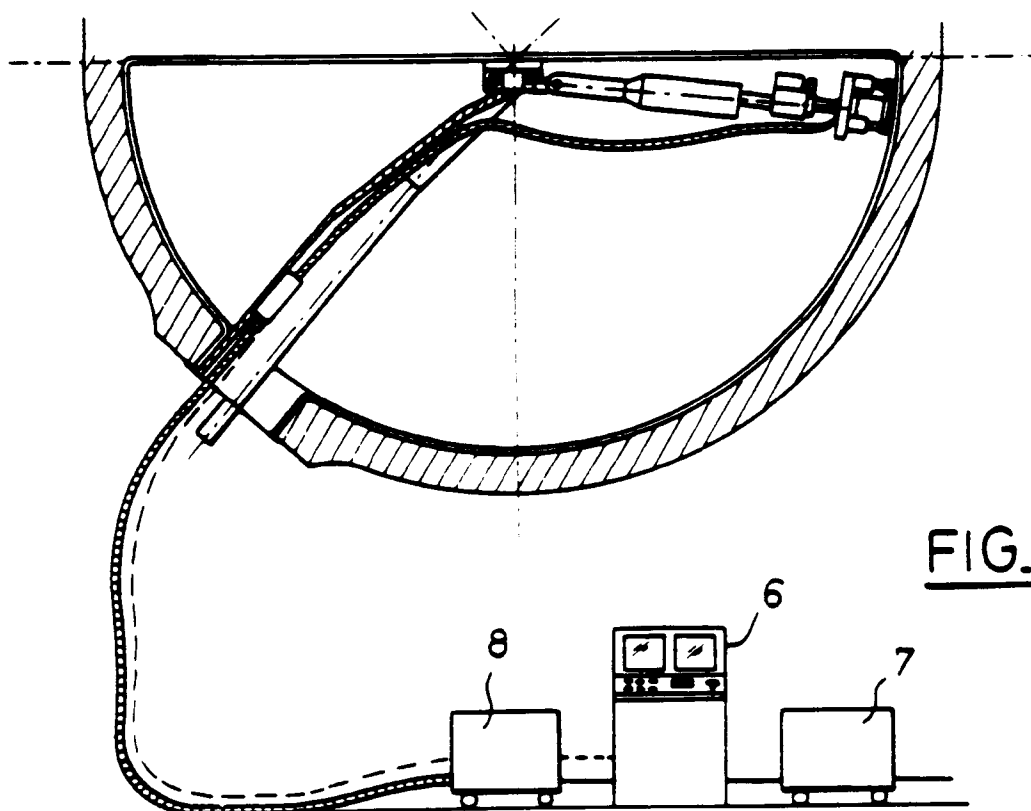


FIG. 2d

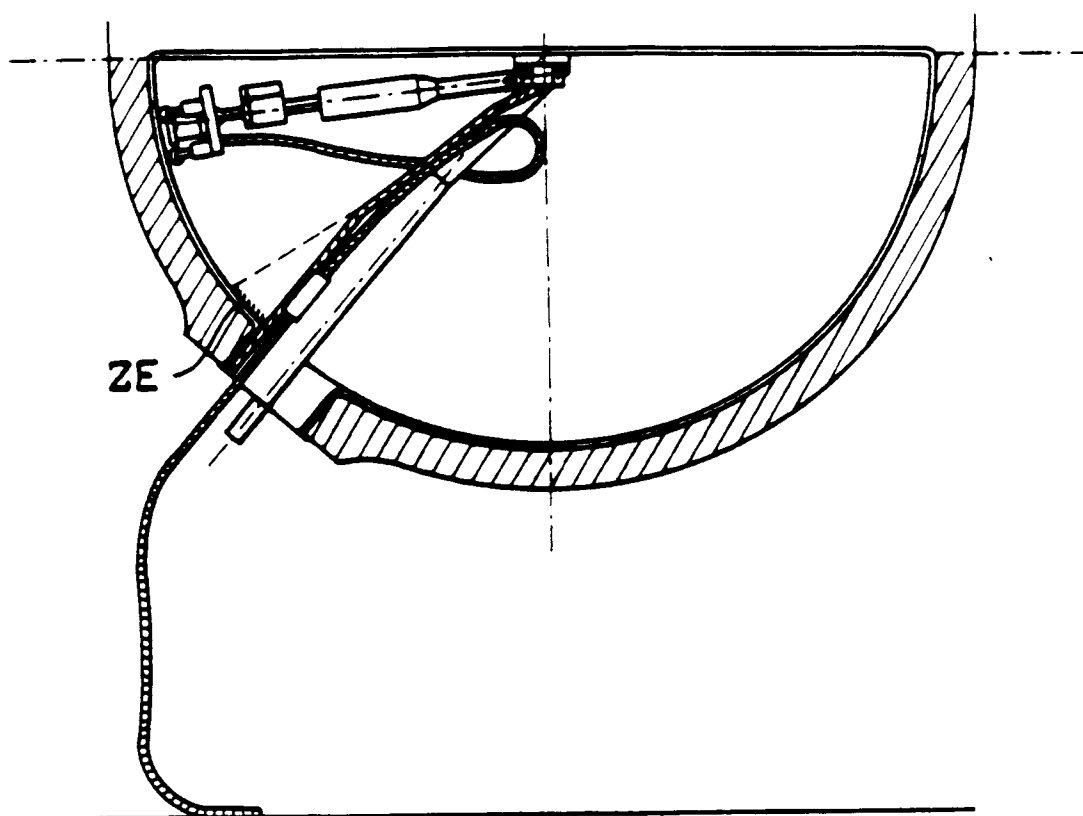


FIG.2e

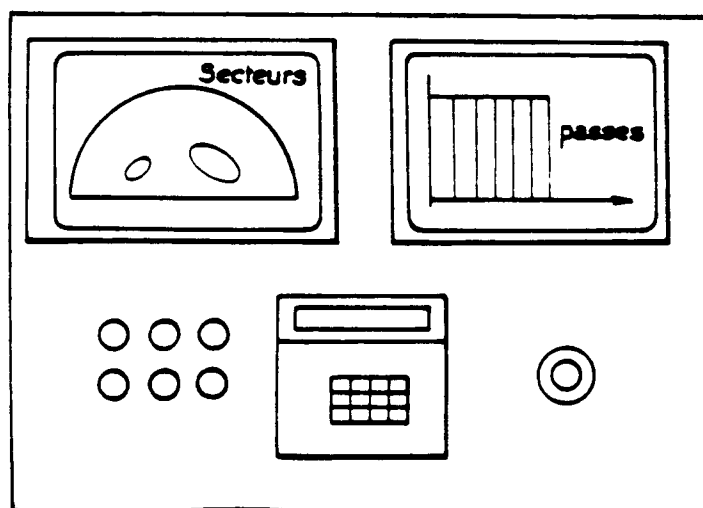


FIG. 3

