

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 24684

(54) Dispositif de détection de phase gazeuse dans un réacteur nucléaire.

(51) Classification internationale (Int. Cl. 3). G 21 C 17/02.

(22) Date de dépôt..... 20 novembre 1980.

(33) (32) (31) · Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 20 du 21-5-1982.

(71) Déposant : FRAMATOME, société anonyme, résidant en France.

(72) Invention de : Jean Marini et Jean-Claude Weilbacher.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Maurice Le Brusque, Creusot-Loire,
15, rue Pasquier, 75008 Paris.

L'invention a pour objet un dispositif de détection de la présence d'une phase gazeuse dans la cuve d'un réacteur nucléaire.

En fonctionnement en puissance d'un réacteur nucléaire notamment du type refroidi par eau sous pression, le fluide primaire est maintenu à une pression supérieure à la pression de saturation par l'action d'un pressuriseur dans lequel l'eau et la vapeur sont maintenus en équilibre à la pression désirée. Ce maintien de la pression primaire pendant le fonctionnement en régime permanent et l'absorption des variations de pression durant les régimes transitoires s'effectuent par le jeu des systèmes de chauffage par les cannes chauffantes du pressuriseur ou de condensation par aspersion de fluide relativement froid dans la phase vapeur du pressuriseur.

En fonctionnement normal on ne doit donc trouver de la vapeur dans le circuit primaire que dans le pressuriseur. S'il n'en est pas ainsi et que des bulles de vapeur ou de gaz de fission existent, créant en conséquence une phase gazeuse dans le circuit primaire, cela correspond à un fonctionnement anormal qu'il est nécessaire de détecter.

En effet, si, du fait d'une surchauffe, des conditions thermodynamiques se modifient et qu'une phase gazeuse est créée, les éléments combustibles seront moins bien refroidis et l'on risque des ruptures de gaine. Ces ruptures de gaines engendreront à leur tour des relachements de produit de fission gazeux qui contribuent également à l'augmentation des gaz dans l'enceinte sous pression et à l'accélération du processus de dégradation entre un fonctionnement normal et un fonctionnement anormal.

Si pour une autre raison résultant de conditions accidentelles, une montée de pression dans le circuit primaire provoque l'ouverture de la vanne de décharge du pressuriseur et que cette dernière ne se ferme pas complètement, il peut se faire que l'eau s'échappe du circuit primaire et que soit ainsi créée accidentellement une bulle de vapeur dans la cuve, par l'effet de la dépressurisation du primaire.

Il est nécessaire dans un tel cas d'accident, que les opérateurs en salle de commande soient avertis dès que possible que le circuit primaire contient une phase vapeur et qu'ils puissent juger en conséquence de la conduite à tenir et des actions à prendre.

De façon à avoir une indication sur le niveau d'eau dans la cuve lors de ces conditions anormales, on a proposé d'instrumenter le couvercle de la cuve à l'aide de dispositifs usuels de détection de niveau d'eau par exemple des émetteurs-récepteurs ultrasoniques. Cependant, cette instrumentation est difficile à réaliser à cause de l'épaisseur du couvercle et doit pouvoir résister aux mêmes conditions physiques que celui-ci en particulier aux hautes valeurs de la pression et de la température.

L'invention propose une solution à ce problème et prévoit d'utiliser à cet effet certains tubes adaptateurs des mécanismes de commande des barres de contrôle. En effet, on sait que le couvercle de la cuve du réacteur est traversé par un certain nombre de tubes verticaux en inconel soudés au couvercle et à la partie supérieure desquels sont adaptés des mécanismes de commandes des barres de contrôle.

Normalement, on n'utilise pas en même temps tous les tubes adaptateurs et ceux qui ne sont pas munis de mécanismes de commandes sont fermés chacun par un bouchon, permettant de préserver l'étanchéité de la cuve.

Le dispositif de détection selon l'invention comprend une pluralité d'émetteurs ultrasoniques fixés sur la face supérieure des bouchons d'au moins une partie des tubes adaptateurs de telle sorte que chaque émetteur récepteur dirige un faisceau d'ultrasons à l'intérieur de la cuve parallèlement à l'axe du tube correspondant, ce dernier étant muni au moins d'un récepteur placé à l'intérieur du tube sur le trajet du faisceau d'ultrasons.

La disposition selon l'invention permet de détecter la présence d'une phase gazeuse dans la cuve puisque, dès son apparition, elle se traduit par la création de bulles dont certaines viennent se localiser à l'intérieur des adaptateurs instrumentés. Le faisceau d'ultrasons est donc occulté par ce gaz, ce qui se traduit par une diminution de l'écho.

L'invention sera mieux comprise en se référant aux dessins annexés qui représentent schématiquement plusieurs modes de réalisations.

La figure 1 représente une partie du couvercle d'une cuve de réacteur munie de tubes adaptateurs.

Les figures 2 - 3 et 5 sont des vues partielles en coupe axiale de différentes variantes du dispositif selon l'invention.

La figure 4 est une coupe transversale selon IV.IV figure 3.

Sur la figure 1, qui correspond au mode de réalisation le plus simple, on a représenté seulement, schématiquement, une partie du couvercle 1 de la cuve d'un réacteur nucléaire qui est traversé par un certain nombre de tubes adaptateurs tels que 2 - 21 - 22.

Certains de ces tubes tels que 21 sont munis des mécanismes 23 de commandes des barres de contrôle qui sont bien connus et n'ont pas à être représentés.

5 Les autres tubes tels que 22 sont munis normalement d'un couvercle 3.

Selon l'invention, l'on adapte sur le couvercle 3 de certains tubes adaptateurs tels que (2) un émetteur-récepteur à ultrasons 4 qui émet un faisceau d'ultra-sons 40 parallèle à l'axe 20 du tube vers l'intérieur 10 du réacteur.

10 A l'intérieur du tube 2 est placé un réflecteur 5 qui couvre au moins une partie de la section du tube 2. De la sorte, au moins une partie du faisceau 40 est réfléchi vers le récepteur 4 et donne un écho dont l'amplitude peut être mesurée.

15 En temps normal, l'intérieur 10 de la cuve est rempli d'eau sous pression de même que l'intérieur du tube 2 qui communique à sa partie inférieure avec la cuve et a, évidemment, été purgé.

Si, pour une raison ou une autre apparaît une phase gazeuse dans la cuve, il se forme des bulles dont certaines, prisonnières du tube 2, se rassemblent à la partie supérieure de celui-ci.

20 Dès que la quantité de bulles est suffisante pour remplir la partie supérieure du tube 2, même sur une hauteur minime, le faisceau d'ultrasons réfléchi par le réflecteur 5 est occulté par ce gaz et il en résulte une diminution de l'écho capté par l'émetteur récepteur 4 et cette variation peut actionner un signal d'alarme. Dans ce cas, l'alerte est donnée pratiquement dès le début de la formation des bulles gazeuses.

25 Cependant, il est possible que l'on juge inutile de se préoccuper de la formation d'une quantité minimum de bulles et que l'on ne désire donner l'alerte qu'à partir du moment où une certaine quantité de gaz s'est formée.

30 Dans ce cas, il peut être intéressant d'utiliser la variante de la figure 2 dans laquelle le bouchon 3 est muni, dans l'axe de l'émetteur récepteur 4, d'un prolongement 31 qui sert de guide d'ondes. Ce prolongement 31 a une hauteur(h) qui correspond à la quantité de gaz estimée normale.

35 En effet, compte-tenu des dimensions de la cuve et du nombre et de la section des tubes adaptateurs sur lesquels ont été montés les émetteurs à ultrasons, on peut déterminer le volume de gaz qui peut être contenu à l'intérieur de chaque tube adaptateur 2 sans qu'il y ait lieu de s'inquiéter et en déduire la hauteur à donner au guide d'ondes 31. Tant qu'une partie de ce guide 31 est immergée dans l'eau, le récepteur 4

enregistre un signal d'écho d'amplitude normale.

En revanche, à partir du moment où le niveau de l'eau s'abaisse au-dessous du niveau inférieur du guide d'ondes 31, le faisceau réfléchi est occulté comme précédemment, par le gaz et l'amplitude de l'écho diminue.

5 Cette diminution peut être utilisée pour donner l'alerte par tous moyens connus.

Sur la figure 3 on a représenté une autre variante qui permet non seulement de détecter la présence d'un gaz, mais aussi d'évaluer le niveau d'eau dans la cuve. A cet effet, on a fixé sur la paroi interne
10 du tube 6 plusieurs réflecteurs 51 - 52 - 53 placés à des hauteurs différentes. Comme on l'a indiqué sur la figure 4, les différents réflecteurs sont décalés angulairement de façon que chacun puisse recevoir et renvoyer une partie du faisceau d'ultrasons sans intercepter les faisceaux corres-
pondant aux autres réflecteurs.

15 Le tube 6 est en communication avec l'intérieur du tube 2 à sa partie inférieure et par l'intermédiaire d'un certain nombre d'orifices 61 dont l'un au moins 62 est placé au dessus du réflecteur 51 le plus élevé. De la sorte, les gaz qui se rassemblent dans le tube 2 peuvent également pénétrer à l'intérieur du tube 6 de façon à occulter les fais-
20 ceaux réfléchis.

L'émetteur récepteur 4 fait la somme des signaux réfléchis par les réflecteurs 51 - 52 - 53. L'amplitude de l'écho varie selon que les récepteurs sont immergés ou non ce qui permet de détecter le niveau de l'eau à l'intérieur du tube 6. En effet, il est possible d'étalonner
25 l'appareil de mesure à l'avance de façon à connaître la variation d'amplitude du signal reçu en fonction du niveau de l'eau.

Dans le mode de réalisation de la figure 5 on utilise également plusieurs réflecteurs de niveaux différents mais chacun est placé à l'intérieur d'un tube 63 - 64 - 65 et à chaque tube correspond un capteur 43 -
30 44 - 45.

Les tubes 64 - 63 - 65 sont munis des réflecteurs 51 - 52 - 53 placés à des hauteurs différentes et ils pénètrent à l'intérieur du tube adaptateur 2 avec lequel ils communiquent par leur partie inférieure et
par des orifices ménagés au dessus des réflecteurs.

35 Chaque capteur 43 - 44 - 45 est relié à un appareil de mesure 73 - 74 - 75 susceptible de déclencher un signal au moment où le réflecteur 51 - 52 - 53 correspondant cesse d'être immergé.

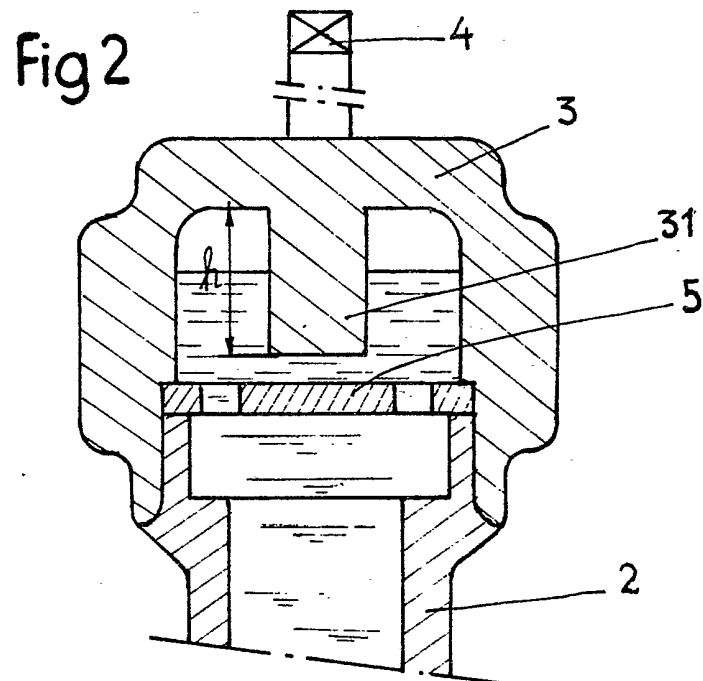
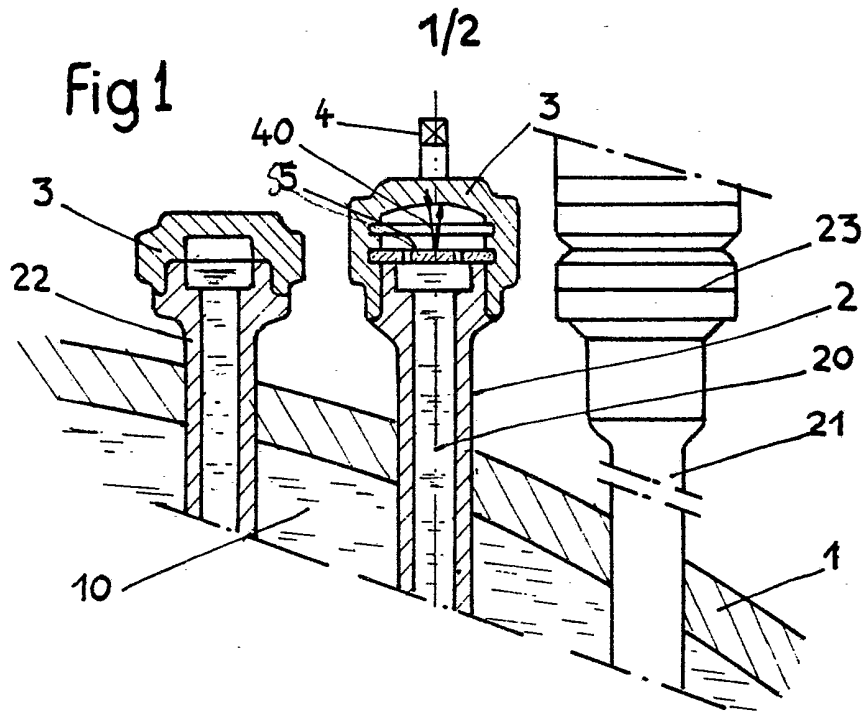
Bien entendu, d'autres variantes pourraient être imaginées, l'invention n'étant évidemment pas limitée aux seuls modes de réalisation décrits ni aux moyens employés qui pourraient être remplacés par des moyens équivalents.

REVENDIGATIONS

1. Dispositif de détection de la présence d'une phase gazeuse dans la cuve d'un réacteur nucléaire au moyen d'un émetteur-récepteur ultrasonique placé à l'extérieur de la cuve du réacteur, celle-ci étant fermée par un couvercle 1 sur lequel sont fixés une pluralité de tubes
5 verticaux 2 d'adaptation des mécanismes 23 de commande de barres de contrôle du réacteur, les tubes adaptateurs non munis de mécanismes étant fermés chacun par un bouchon.3,
caractérisé par le fait qu'il comprend une pluralité d'émetteurs-récepteurs ultrasoniques 4 fixés sur la face supérieure des bouchons 3 d'au
10 moins une partie des tubes adaptateurs 2 de telle sorte que chaque émetteur-récepteur 4 dirige un faisceau d'ultrasons vers l'intérieur de la cuve parallèlement à l'axe 20 du tube 2 correspondant, ce dernier étant muni d'au moins un réflecteur 5 placé à l'intérieur du tube 2 sur le trajet du faisceau d'ultrasons.
- 15 2. Dispositif de détection selon la revendication 1 caractérisé par le fait que la face interne du bouchon 3 est munie dans l'axe du faisceau, d'un prolongement 31 formant guide d'ondes et s'étendant sur une hauteur correspondant à une certaine quantité de gaz dont la présence est tolérée à l'intérieur du tube d'adaptation.
- 20 3. Dispositif de détection selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'il comprend, à l'intérieur du tube adaptateur 2, une pluralité de réflecteurs 51 - 52 - 53 placés à des niveaux différents.
4. Dispositif de détection selon la revendication 3, caractérisé par le fait que les réflecteurs 51 - 52 - 53 sont associés à un récepteur
25 unique 4 faisant la somme des échos reçus de l'ensemble des réflecteurs.
5. Dispositif de détection selon la revendication 4 caractérisé par le fait que les réflecteurs 51 - 52 - 53 sont fixés sur la paroi interne d'un tube support 6 placé dans l'axe du tube adaptateur 2 et sont décalés angulairement l'un par rapport à l'autre de telle sorte que chacun
30 puisse recevoir et renvoyer un faisceau d'ultrasons sans intercepter les faisceaux correspondant aux autres réflecteurs, ledit tube support 6 étant muni d'orifices de communication 61 avec l'intérieur du tube adaptateur l'un au moins de ces orifices étant placé au dessus du réflecteur le plus élevé.
- 35 6. Dispositif de détection selon la revendication 3 caractérisé par le fait qu'il comprend pour chaque tube adaptateur 2, une pluralité d'

émetteurs récepteurs 43 - 44 - 45 associés chacun à un réflecteur 51 - 52
53, lesdits réflecteurs étant placés à des niveaux différents.

5 7. Dispositif de détection selon la revendication 6 caractérisé
par le fait que chaque réflecteur est placé dans un tube support 63 - 64
65 fixé sur le bouchon dans l'axe de l'émetteur 43 - 44 - 45 correspon-
dant et dont la paroi est munie d'au moins deux orifices de communication
avec l'intérieur du tube adaptateur, placés l'un (67) au dessus, et l'autre
(66) en dessous du réflecteur.



2/2

