

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication : **2 736 239**  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **95 07946**

⑤1 Int Cl<sup>6</sup> : H 05 G 1/02, H 01 J 35/02, F 28 F 3/00

⑫

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 30.06.95.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la  
demande : 03.01.97 Bulletin 97/01.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule.*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : GE MEDICAL SYSTEMS SA  
SOCIETE ANONYME — FR.

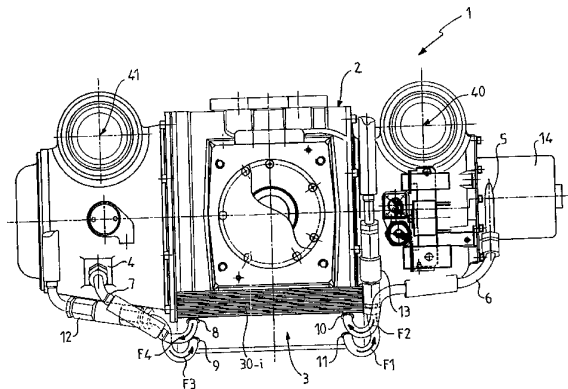
⑦2 Inventeur(s) : CHABIN ERIC.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire : CASALONGA ET JOSSE.

⑤4 PROCÉDE DE REFROIDISSEMENT D'UN DISPOSITIF A RAYONNEMENT ELECTROMAGNETIQUE, EN PARTICULIER UN TUBE A RAYONS X, ET SYSTEME CORRESPONDANT.

⑤7 Le système de génération de rayonnement électromagnétique comprend un dispositif à rayonnement électromagnétique, en particulier un tube à rayons X, logé dans une gaine (2) contenant un fluide primaire de refroidissement, tel que de l'huile, et un échangeur de chaleur (3) entre le fluide primaire de refroidissement et un fluide secondaire de refroidissement. Le fluide secondaire de refroidissement est un liquide. L'échangeur de chaleur (3) est disposé à l'extérieur de la gaine (2) et est raccordé à celle-ci par une conduite primaire d'admission de fluide primaire (6) et une conduite primaire de refoulement de fluide primaire (7). Des moyens de pompage (14) extraient du fluide primaire de la gaine et le font circuler dans la conduite d'admission, l'échangeur et la conduite de refoulement pour le réinjecter refroidi dans la gaine.



FR 2 736 239 - A1



**Procédé de refroidissement d'un dispositif à rayonnement électromagnétique, en particulier un tube à rayons X, et système correspondant.**

L'invention concerne le refroidissement d'un dispositif à rayonnement électromagnétique, en particulier un tube à rayons X.

Les tubes à rayons X dégagent, lors de leur fonctionnement, une importante énergie calorifique, qu'il convient de dissiper. A cet effet, on loge le tube dans une gaine métallique contenant un fluide de refroidissement tel que de l'huile, qui va être utilisé pour évacuer la chaleur dégagée par le tube.

On connaît actuellement deux principes de refroidissement d'un tel tube.

L'un d'entre eux consiste à disposer à l'intérieur de la gaine, un serpentin dans lequel circule un fluide auxiliaire de refroidissement refroidi par un condenseur placé à l'extérieur de la gaine. On dispose également à l'intérieur de la gaine une pompe assurant un brassage interne de l'huile. Or, il s'avère que l'efficacité d'un tel système de refroidissement est très faible.

L'autre principe consiste à disposer un échangeur huile-air équipé d'un ventilateur, à l'extérieur de la gaine. Or, la présence du ventilateur délivrant de l'air pulsé au niveau de l'échangeur est une source de bruit qui s'avère gênante pour l'utilisateur du tube, en particulier un médecin pratiquant un examen radiologique. En outre, la présence d'un ventilateur peut créer un flux de poussière dans la salle où est disposé l'appareil, ce qui s'avère gênant lorsque cet appareil est utilisé pour pratiquer un examen sur un patient sur lequel on a placé par exemple des cathéters.

De plus, ce type de refroidissement est très sensible à la

température ambiante de la pièce dans laquelle est placé l'appareil et son efficacité décroît lorsque la température de la pièce augmente.

Enfin, la présence d'un radiateur huile-air volumineux disposé à l'extérieur de la gaine rend compliquée la réalisation d'un capot destiné à recouvrir l'ensemble gaine-échangeur, d'autant plus que ce capot doit être pourvu de perforations afin d'aspirer l'air ambiant.

Enfin, il a été observé que ces types de refroidissement de l'art antérieur permettaient difficilement de garantir une homogénéité de température d'huile à l'intérieur de la gaine, et conduisaient parfois à des problèmes d'amorçage de la gaine à haute température, c'est-à-dire à l'obtention d'arcs électriques entre certains composants haute tension du tube et la gaine.

L'invention vise à apporter une solution à ces problèmes.

Un but de l'invention est de proposer un refroidissement du fluide interne de la gaine qui ne soit pas une source de bruit gênante, qui améliore l'homogénéité de température de ce fluide à l'intérieur de la gaine et qui permette d'éviter les phénomènes d'amorçage de la gaine.

L'invention a également pour but de proposer un refroidissement du fluide interne permettant un capotage aisé de l'appareil.

L'invention propose donc un procédé de refroidissement d'un tube à rayonnement électromagnétique, en particulier un tube à rayons X, logé dans une gaine contenant un fluide primaire de refroidissement, tel que de l'huile, ce fluide primaire de refroidissement étant refroidi par un fluide secondaire de refroidissement. Selon une caractéristique générale de l'invention, on choisit un liquide en tant que fluide secondaire de refroidissement, et on fait circuler à l'extérieur de la gaine, un flux de fluide primaire de refroidissement extrait de la gaine et on refroidit ce flux de fluide primaire extrait à l'aide dudit liquide secondaire de refroidissement avant de réinjecter le fluide primaire ainsi refroidi dans la gaine.

En d'autres termes, l'invention prévoit, en combinaison, de créer une circulation d'huile à l'intérieur de la gaine mais aussi à

l'extérieur de celle-ci, et de refroidir cette huile à l'extérieur de la gaine dans un échangeur de chaleur huile-eau par exemple.

Le choix d'un liquide en tant que fluide secondaire de refroidissement permet une meilleure évacuation des calories, ce qui contribue en combinaison avec une circulation forcée de l'huile à l'extérieur de la gaine mais également par voie de conséquence à l'intérieur de la gaine (surtout lorsque les points d'extraction et de réinjection de l'huile dans la gaine sont éloignés l'un de l'autre, par exemple situés aux deux extrémités de la gaine), à une meilleure homogénéité de la température de l'huile dans la gaine.

Par ailleurs, ce type de refroidissement est inaudible pour un praticien placé à proximité du tube, et totalement indépendant de la température ambiante de la pièce dans laquelle est placée la gaine, et est en outre parfaitement adapté pour l'utilisation dans un environnement aseptique.

Bien qu'il soit possible de prévoir différentes façons de refroidir le fluide primaire, par exemple en le faisant circuler dans un serpentín extérieur immergé dans un bain d'eau refroidie, il s'avère préférable de créer une circulation d'un flux de liquide secondaire de refroidissement à l'extérieur de la gaine, et de refroidir le flux de fluide primaire extrait en faisant circuler une partie du flux de liquide secondaire au voisinage d'une partie de flux de fluide primaire extrait, et sensiblement parallèlement à cette partie. En d'autres termes, il s'avère préférable de créer en au moins un endroit, des courants de fluide primaire et de liquide secondaire sensiblement parallèles et adjacents, ce qui favorise l'évacuation des calories.

Il a par ailleurs été jugé encore préférable que le flux de fluide primaire extrait et le flux de liquide secondaire circulent selon des sens opposés.

Selon un mode de mise en oeuvre du procédé selon l'invention, on subdivise la partie de flux de fluide primaire circulant sensiblement parallèlement à la partie de flux de liquide secondaire, en une pluralité de sous-flux primaires et on subdivise ladite partie de flux de liquide secondaire en une pluralité de sous-flux secondaires. On fait alors circuler les sous-flux primaires et secondaires en

alternance mutuelle. En d'autres termes, on fait circuler l'un à côté de l'autre, et de préférence à contre-courant, un sous-flux de fluide primaire et un sous-flux de liquide secondaire et ainsi de suite.

5 Un tel mode de mise en oeuvre permet d'augmenter encore la surface d'échange entre le fluide primaire et le liquide de refroidissement, ce qui contribue encore à un abaissement de la température de l'huile interne de l'appareil. Par ailleurs, il s'avère préférable de faire circuler chaque sous-flux secondaire entre deux sous-flux primaires. En d'autres termes, si le liquide de  
10 refroidissement secondaire est de l'eau, on fait circuler chaque courant d'eau entre deux courants d'huile, ce qui évite d'avoir à une extrémité, un échange eau/air, et permet ainsi d'évacuer le maximum de calories par l'intermédiaire de l'eau.

L'invention a également pour objet un système de génération  
15 de rayonnement électromagnétique, comprenant un dispositif à rayonnement électromagnétique, en particulier un tube à rayons X, logé dans une gaine contenant un fluide primaire de refroidissement, tel que de l'huile, et un échangeur de chaleur entre le fluide primaire de refroidissement et un fluide secondaire de refroidissement. Selon  
20 une caractéristique générale de l'invention, le fluide secondaire de refroidissement est un liquide et l'échangeur de chaleur est disposé à l'extérieur de la gaine et est raccordé à celle-ci par une conduite primaire d'admission de fluide primaire et une conduite primaire de refoulement de fluide primaire. En outre, sont prévus des moyens de  
25 pompage pour extraire du fluide primaire de la gaine et le faire circuler dans la conduite d'admission, l'échangeur et la conduite de refoulement, pour le réinjecter refroidi dans la gaine.

Selon un mode de réalisation de l'invention, le système comprend en outre une conduite secondaire d'admission de liquide  
30 secondaire et une conduite secondaire de refoulement de liquide secondaire, toutes deux raccordées à l'échangeur, et des moyens pour faire circuler le liquide secondaire dans la conduite secondaire d'admission, l'échangeur et la conduite secondaire de refoulement. L'échangeur est alors agencé de façon à ce que le flux de fluide  
35 primaire et le flux de liquide secondaire soient sensiblement parallèles

à l'intérieur de l'échangeur.

L'échangeur est de préférence un échangeur à plaques qui comporte au moins trois plaques parallèles définissant au moins un canal primaire débouchant dans la conduite primaire d'admission et dans la conduite primaire de refoulement, ainsi qu'un canal secondaire débouchant dans la conduite secondaire d'admission et dans la conduite secondaire de refoulement.

L'échangeur comporte avantageusement un nombre de plaques parallèles définissant plusieurs canaux primaires débouchant tous dans la conduite primaire d'admission et dans la conduite primaire de refoulement, et plusieurs canaux secondaires débouchant tous dans la conduite secondaire d'admission et dans la conduite secondaire de refoulement. Les canaux primaires et les canaux secondaires sont alors de préférence disposés en alternance mutuelle.

Par ailleurs, le fait de prévoir un nombre pair de plaques parallèles pour l'échangeur permet de disposer chaque canal secondaire dans lequel circule du liquide secondaire de refroidissement, entre deux canaux primaires dans lesquels circule du fluide primaire de refroidissement.

Par ailleurs, il est particulièrement avantageux d'optimiser la structure interne du dispositif à rayonnement électromagnétique de façon à pouvoir minimiser la perte de charge à l'intérieur de la gaine. Ainsi, il a été observé qu'il convenait au moins que la section minimale de passage du fluide primaire à l'intérieur de la gaine soit supérieure à au moins quatre ou cinq fois la section de la conduite primaire d'admission et de préférence sept ou huit fois. Cette section minimale de passage se situe généralement, pour un tube à rayons X, entre l'isolant du stator du dispositif et la paroi en verre du tube. Cette minimisation de la perte de charge permet, pour un moyen de pompage donné, d'augmenter le débit d'huile à l'intérieur de la gaine. Il a été observé de façon surprenante que cette augmentation de débit d'huile permettait, en combinaison avec une circulation forcée de l'huile à l'intérieur de la gaine et un refroidissement externe par un liquide de refroidissement, d'abaisser encore la température de l'huile, de favoriser l'homogénéité de cette température à l'intérieur de la gaine,

et d'augmenter les propriétés diélectriques du dispositif ce qui permettait de réduire la distance minimale entre les composants haute tension du tube et la gaine métallique tout en évitant les problèmes d'amorçage. Par ailleurs, il a été ainsi également possible de réduire la  
5 longueur du dispositif de façon appréciable.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen d'un mode de réalisation nullement limitatif et illustré sur les dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue externe partielle d'un système selon  
10 l'invention,

- la figure 2 est une coupe longitudinale partielle d'un système selon l'invention, et

- les figures 3 à 5 illustrent de façon très schématique l'échangeur de chaleur du système de la figure 1.

Tel qu'illustré sur les figures 1 et 2, le système 1 selon  
15 l'invention comporte une gaine métallique 2 logeant un tube 15 à rayons X à anode tournante 16. Cette gaine est équipée de plots 40 et 41 de connexion haute tension pour l'anode 16 et la cathode 17. Le rayonnement électromagnétique émis par le tube sort de la gaine par  
20 une fenêtre 18.

Par ailleurs, afin de refroidir les différents composants du dispositif, le tube 15 est immergé dans un bain de fluide primaire de refroidissement 19, tel que de l'huile.

Un élément essentiel de l'invention réside dans un échangeur  
25 de chaleur 3, placé à l'extérieur de la gaine 2, et par exemple plaqué sur la face avant de celle-ci, permettant comme on le verra plus en détail ci-après, de refroidir l'huile interne par un liquide secondaire de refroidissement, par exemple de l'eau.

Une conduite primaire 10 d'admission d'huile dans  
30 l'échangeur 3 est raccordée sur un orifice 5 de la gaine, par exemple au niveau de son extrémité 14 logeant une pompe interne, non représentée ici à des fins de simplification.

En un point éloigné de cet orifice 5, par exemple au niveau  
35 de l'extrémité opposée de la gaine, est prévu un autre orifice 4 sur lequel se raccorde une conduite primaire 7 de refoulement d'huile dans

la gaine.

La conduite primaire d'admission 6 est raccordée sur l'échangeur 3 au niveau d'un orifice 10 disposé au voisinage d'une extrémité de cet échangeur. La conduite primaire de refoulement 7 est, quant à elle, raccordée sur l'échangeur 3 au niveau d'un orifice 8  
5 disposé au voisinage de l'extrémité opposée de cet échangeur.

L'extrémité de l'échangeur 3 sur laquelle est ménagé l'orifice 6, comporte également un orifice 11 sur lequel se raccorde une conduite secondaire 13 de refoulement du liquide secondaire de refroidissement (eau). De même, à l'extrémité opposée de cet  
10 échangeur, est ménagé un orifice 9 sur lequel se raccorde une conduite secondaire 12 d'admission du liquide secondaire de refroidissement dans l'échangeur.

Le circuit secondaire de refroidissement comporte en outre un condenseur (non représenté ici à des fins de simplification) sur  
15 lequel se connectent les deux autres extrémités respectives des conduites secondaires d'admission 12 et de refoulement 13, ainsi que des moyens de pompage auxiliaire (également non représentés à des fins de simplification) permettant de faire circuler le liquide  
20 secondaire de refroidissement en circuit fermé, du condenseur vers l'échangeur par l'intermédiaire de la conduite secondaire d'admission, puis de l'échangeur vers le condenseur par l'intermédiaire de la conduite secondaire de refoulement. Le bloc contenant le condenseur et les moyens de pompage auxiliaires sont généralement disposés à  
25 distance du tube proprement dit, par exemple dans une pièce annexe de celle où est disposé le tube, de façon à ne pas provoquer de perturbation sonores pour le praticien. De ce fait, puisque ce bloc constitue la seule source sonore du système selon l'invention, et qu'elle est supprimée pour le praticien, en raison de son éloignement  
30 du tube, le praticien n'est gêné par aucun bruit, notamment provenant de l'échangeur de chaleur qui ne nécessite aucun système de ventilation.

L'échangeur de chaleur utilisé ici est un échangeur à plaques, par exemple celui disponible auprès de la société suédoise ALFA  
35 LAVAL sous la référence CB 14-10. On a représenté sur les figures 3 à

5 de façon très schématique, l'agencement interne d'un tel échangeur à plaques.

Cet échangeur comporte un empilement de plaques embouties 30-i comportant sur leurs deux faces des bossages 300 espacés et mutuellement orientés de façon à ménager des trajets sinueux F5 pour  
5 les flux d'huile et d'eau circulant dans cet échangeur.

Les plaques sont par ailleurs pourvues au niveau de chacune de leurs extrémités de quatre orifices 300a, 300b, 301a et 301b.

Lorsque les plaques sont empilées les unes sur les autres, tous les orifices 300a se correspondent, de même que les orifices  
10 300b, 301a et 301b respectivement. Par ailleurs, les bossages de chaque plaque viennent en contact avec les bossages de la plaque immédiatement voisine ce qui permet de maintenir celles-ci mutuellement espacées tout en ménageant des canaux de circulation  
15 entre elles.

Lorsque les plaques sont empilées, les orifices 300a définissent l'orifice 10 de l'échangeur tandis que les orifices 301a, 300b et 301b définissent respectivement les orifices 8, 11 et 9. Afin d'éviter un mélange d'huile et d'eau dans l'échangeur, les plaques sont  
20 mutuellement soudées deux par deux au niveau de leurs orifices 300a et 301a, et en alternance, au niveau de leurs orifices 300b et 301b.

Plus précisément, comme illustré sur les figures 4 et 5 sur lesquelles ont été représentées six plaques, les plaques 30-2 et 30-3 sont soudées tout autour de leurs orifices respectifs 300a et 301a, de  
25 même que les plaques 30-4 et 30-5. Ainsi, des canaux CP1, CP2 et CP3 sont ménagés pour la circulation d'huile entre les plaques 30-1 et 30-2, 30-3 et 30-4, et 30-5 et 30-6.

Par contre, ces mêmes plaques qui sont soudées au niveau de leurs orifices 300a et 301a, ne sont pas soudées au niveau de leurs  
30 orifices 300b et 301b comme illustré sur la figure 5.

Les autres plaques, en l'espèce les plaques 30-1 et 30-2, 30-3 et 30-4, 30-5 et 30-6 sont soudées deux à deux autour de leurs orifices 300b et 301b de façon à ménager des canaux secondaires de circulation d'eau CS1 et CS2 disposés en alternance avec les canaux  
35 primaires CP1 et CP2 et CP3.

En fonctionnement, la pompe interne du dispositif, logée au niveau de l'extrémité 14, envoie de l'huile dans la conduite primaire d'admission 6. Le flux ainsi prélevé F2 pénètre dans l'échangeur par l'orifice 10, se subdivise en plusieurs sous-flux primaires, en l'espèce  
5 trois sous-flux, qui circulent dans les canaux CP1, CP2 et CP3 pour se reformer en un flux refroidi F4 circulant dans la conduite de refoulement 7 pour être réinjecté dans la gaine au niveau de l'orifice 4. On crée ainsi une circulation forcée d'huile à l'intérieur et à l'extérieur de la gaine.

10 De même, le flux entrant F3 de liquide secondaire de refroidissement pénètre dans l'échangeur par l'orifice 9, se subdivise en plusieurs sous-flux secondaires, en l'espèce deux, qui circulent dans les canaux CS1 et CS2 et se reforment en un flux réchauffé F1 pour être évacué via l'orifice 11 et la conduite de refoulement 13 vers  
15 le condenseur afin d'y être refroidi.

Il convient de noter ici que, dans l'échangeur, les flux d'huile et d'eau sont parallèles et circulent respectivement à contre-courant.

La structure interne du dispositif à rayonnement électromagnétique selon l'invention a été optimisée en ce qui concerne  
20 la perte de charge. Ainsi, la section minimale S de passage d'huile à l'intérieur de la gaine, qui se situe généralement entre la partie horizontale de l'isolant 21 (communément appelée par l'homme du métier "tulipe") du stator 20, et la partie horizontale en vis-à-vis du tube en verre 15, est au moins deux fois supérieure à la section de la  
25 conduite primaire d'admission 6. En outre, toujours dans le but de diminuer la perte de charge, le support 23 du col cathodique est de préférence ajouré.

Ces aménagements internes permettent d'éviter, pour une pompe interne donnée, une chute du débit effectif d'huile dans la  
30 gaine. Ainsi, l'augmentation de ce débit d'huile par rapport à des dispositifs dont l'agencement interne ne serait pas optimisé au niveau de la perte de charge, a permis d'augmenter de façon surprenante les propriétés diélectriques de l'huile et de diminuer ainsi la distance minimum requise entre les éléments haute tension du dispositif, par  
35 exemple la résistance 22 placée à l'extrémité de l'anode, et la gaine

métallique. Il en a résulté notamment une diminution de la longueur du dispositif.

5 Cette optimisation de la structure interne du dispositif contribue, avec le refroidissement externe par circulation forcée, à diminuer la température de fonctionnement de l'huile et réduit ainsi les risques d'amorçage de la gaine alors même que la distance minimale requise entre les éléments haute tension et la gaine a été réduite. Bien entendu, ces avantages sont encore plus perceptibles lorsque la surface d'échange huile/eau est plus importante, ce qui est le cas dans un échangeur à plaques avec des flux à contre-courant.

10 En outre, tous ces avantages ne sont pas amenuisés lorsque le dispositif est recouvert d'un capot, et ce même si la température ambiante est élevée, puisque le type de refroidissement utilisé est indépendant de cette température ambiante. En outre, le capot utilisé est de réalisation très simple et ne nécessite notamment aucune ouverture d'aspiration d'air.

15 Des essais concluants ont été effectués sur un dispositif prototype de 1500 W de puissance X moyen avec une anode tournant à 3000 tours/minute. L'échangeur de chaleur utilisé est l'échangeur à 10 plaques mentionné ci-avant sous la référence CB14-10 (dimension des plaques : 77 mm x 207 mm, épaisseur de l'échangeur 30 mm). La pompe interne utilisée est la pompe MX150 disponible auprès de la société des Etats-Unis North Pump, et a une vitesse de rotation de 3000 tours/minute.

20 L'espace annulaire entre la partie horizontale de la tulipe et le tube en verre est de l'ordre de 2 mm tandis que le diamètre de la conduite primaire d'admission 6 est de l'ordre de 10 mm, ce qui conduit à un rapport de surfaces d'environ huit.

25 Ce rapport permet de réaliser un bon compromis entre l'optimisation de la perte de charge et la nécessité d'une bonne tenue haute tension et d'une bonne efficacité du stator. En effet le fonctionnement de ce dernier risque d'être perturbé par un film d'huile trop épais entre la tulipe et le tube en verre.

30 L'optimisation de la perte de charge interne du dispositif a ainsi permis d'obtenir un débit d'huile de 10 litres/minute ce qui

35

autorise, pour un débit d'eau refroidi à 20°C dans le condenseur, compris entre 5 et 10 litres/minute, une dissipation de chaleur jusqu'à 4 kW. La température de fonctionnement de l'huile se situe alors autour de 40°C et les variations internes de température de l'huile dans la gaine restent inférieures à 10°C.

En outre, aucun problème d'amorçage n'a été observé bien que la dimension minimale entre les éléments haute tension et la gaine métallique ait pu être réduite de 25 mm à 15 mm, ce qui a permis notamment de réduire la longueur du dispositif de 25 mm pour obtenir une longueur de l'ordre de 600 mm et un diamètre hors tout de l'ordre de 230 mm.

## REVENDICATIONS

1. Procédé de refroidissement d'un dispositif à rayonnement électromagnétique, en particulier un tube à rayons X, logé dans une gaine (2) contenant un fluide primaire de refroidissement (19), tel que de l'huile, refroidi par un fluide secondaire de refroidissement, caractérisé par le fait qu'on choisit un liquide en tant que fluide  
5 secondaire de refroidissement, on fait circuler à l'extérieur de la gaine (2), un flux (F2) de fluide primaire de refroidissement extrait de la gaine et on refroidit ce flux de fluide primaire extrait à l'aide dudit liquide secondaire de refroidissement avant de réinjecter le fluide  
10 primaire ainsi refroidi (F4) dans la gaine.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait qu'on fait circuler un flux (F1, F3) de liquide secondaire de refroidissement à l'extérieur de la gaine (2), et on refroidit le flux de fluide primaire extrait en faisant circuler une partie du flux de liquide  
15 secondaire au voisinage d'une partie du flux de fluide primaire extrait et sensiblement parallèlement à celle-ci.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que le flux de fluide primaire extrait (F2) et le flux de liquide secondaire (F3) circulent selon des sens opposés.

4. Procédé selon la revendication 2 ou 3, caractérisé par le fait qu'on subdivise ladite partie de flux de fluide primaire (F2) en une pluralité de sous-flux primaires et ladite partie de flux de liquide  
20 secondaire (F3) en une pluralité de sous-flux secondaires, et par le fait qu'on fait circuler les sous-flux primaires et secondaires en alternance mutuelle.  
25

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé par le fait qu'on fait circuler chaque sous-flux secondaire entre deux sous-flux primaires.

6. Système de génération de rayonnement électromagnétique, comprenant un dispositif à rayonnement électromagnétique (15), en  
30 particulier un tube à rayons X, logé dans une gaine (2) contenant un fluide primaire de refroidissement (19), tel que de l'huile, et un échangeur de chaleur (3) entre le fluide primaire de refroidissement et

un fluide secondaire de refroidissement, caractérisé par le fait que le fluide secondaire de refroidissement est un liquide, par le fait que l'échangeur de chaleur (3) est disposé à l'extérieur de la gaine (2) et est raccordé à celle-ci par une conduite primaire d'admission de fluide primaire (6) et une conduite primaire de refoulement de fluide primaire (7), et par le fait qu'il comprend des moyens de pompage (14) pour extraire du fluide primaire de la gaine et le faire circuler dans la conduite d'admission, l'échangeur et la conduite de refoulement pour le réinjecter refroidi dans la gaine.

5  
10 7. Système selon la revendication 6, caractérisé par le fait qu'il comprend une conduite secondaire d'admission de liquide secondaire (12) et une conduite secondaire de refoulement de liquide secondaire (13) raccordées à l'échangeur, et des moyens pour faire circuler le liquide secondaire dans la conduite secondaire d'admission, l'échangeur et la conduite secondaire de refoulement, et par le fait que l'échangeur (3) est agencé de façon à ce que le flux de fluide primaire et le flux de liquide secondaire soient sensiblement parallèles à l'intérieur de l'échangeur.

15  
20 8. Système selon la revendication 7, caractérisé par le fait que l'échangeur (3) comporte au moins trois plaques parallèles (30-i) définissant au moins un canal primaire (CP1, CP2, CP3) débouchant dans la conduite primaire d'admission et dans la conduite primaire de refoulement, et un canal secondaire (CS1, CS2) débouchant dans la conduite secondaire d'admission et dans la conduite secondaire de refoulement.

25  
30 9. Système selon la revendication 8, caractérisé par le fait que l'échangeur comporte un nombre de plaques parallèles définissant plusieurs canaux primaires (CP1, CP2, CP3) débouchant tous dans la conduite primaire d'admission et dans la conduite primaire de refoulement, et plusieurs canaux secondaires (CS1, CS2) débouchant tous dans la conduite secondaire d'admission et dans la conduite secondaire de refoulement, et par le fait que les canaux primaires et les canaux secondaires sont disposés en alternance mutuelle.

35 10. Dispositif selon la revendication 9, caractérisé par le fait que le nombre de plaques est pair et par le fait que chaque canal

secondaire (CS1, CS2) est disposé entre deux canaux primaires (CP1, CP2, CP3).

5 11. Système selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé par le fait que la conduite primaire d'admission (6) et la conduite secondaire de refoulement (13) sont disposées au voisinage d'une extrémité de l'échangeur tandis que la conduite primaire de refoulement (7) et la conduite secondaire d'admission (12) sont disposées au voisinage de l'extrémité opposée de l'échangeur.

10 12. Système selon l'une des revendications 6 à 11, caractérisé par le fait que la section minimale (S) de passage du fluide primaire à l'intérieur de la gaine est supérieure à au moins quatre ou cinq fois la section de la conduite primaire d'admission, et de préférence huit fois.

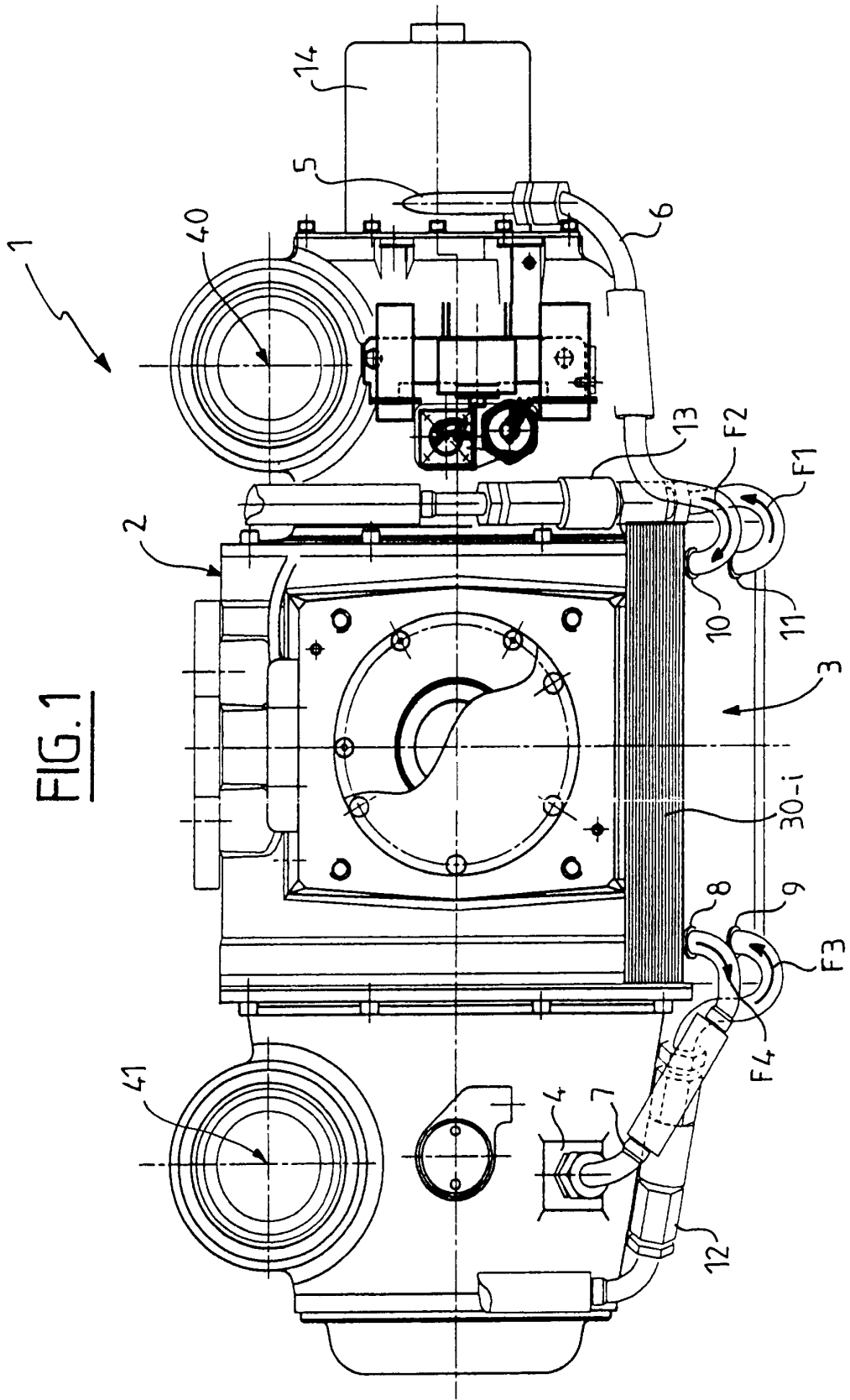
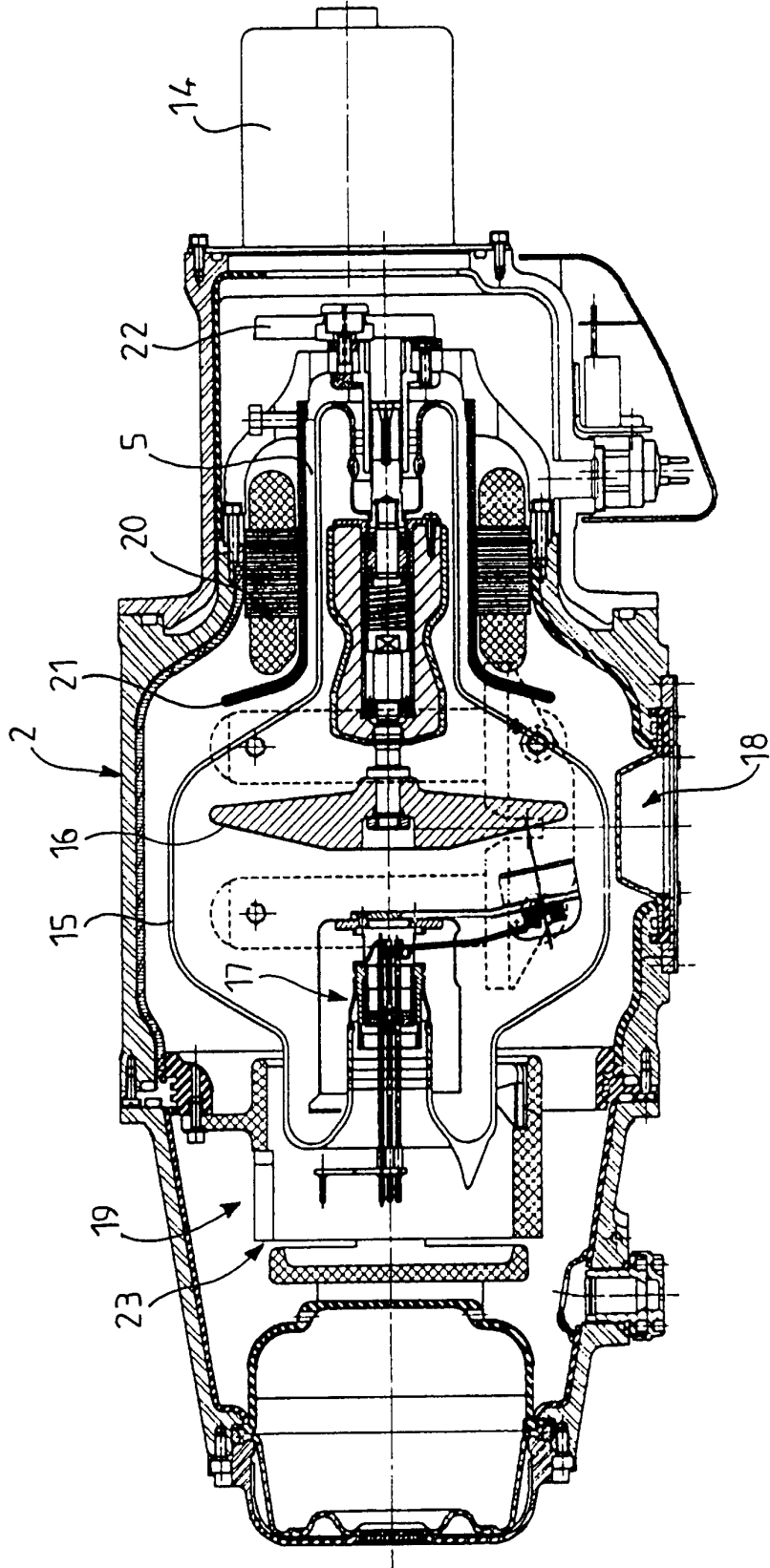


FIG. 2



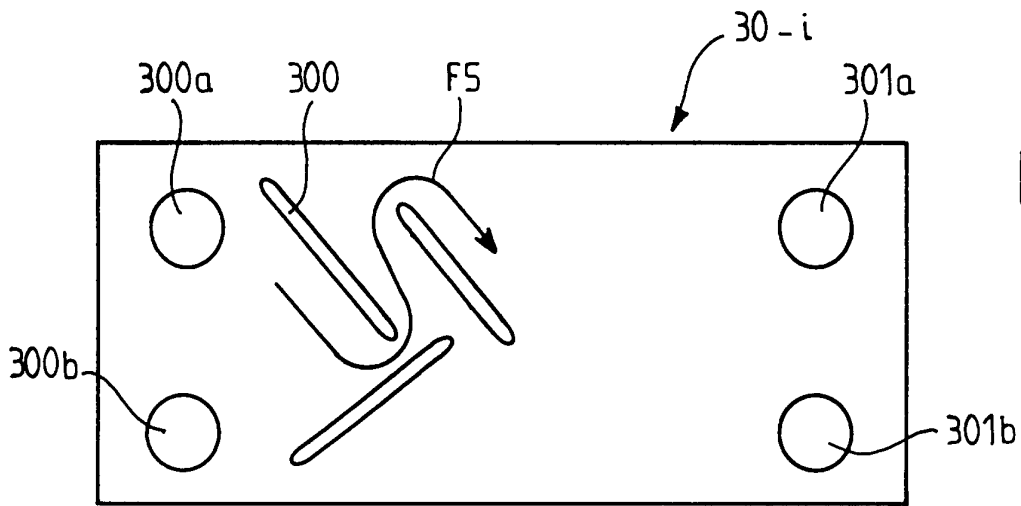


FIG. 3

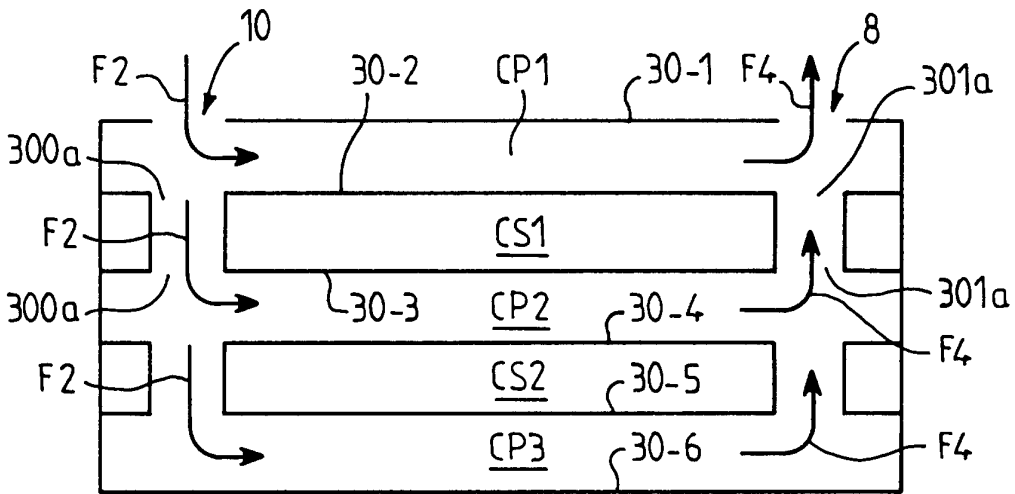


FIG. 4

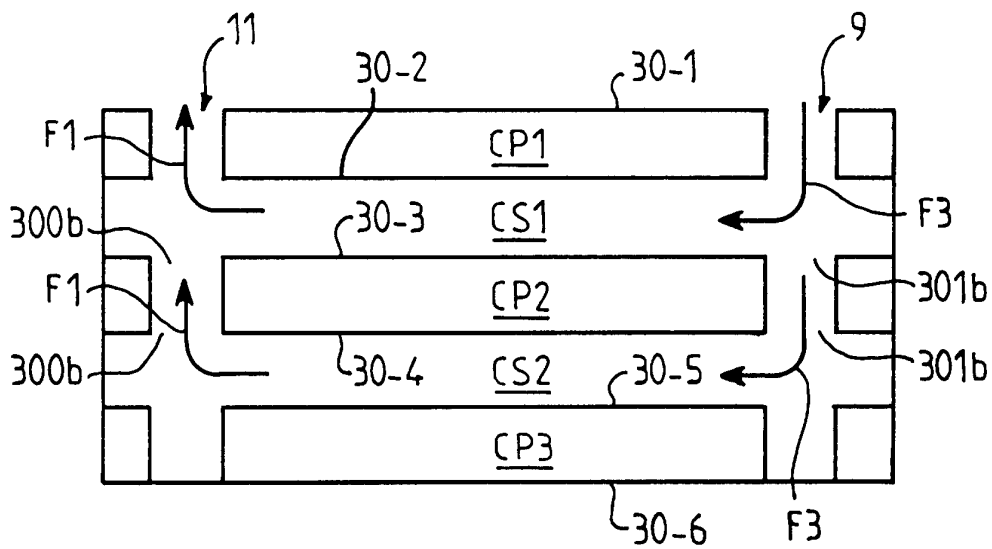


FIG. 5

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X	DE-U-88 12 277 (SIEMENS AG) * page 1, ligne 7 - page 2, ligne 29 * * page 3, ligne 20 - page 5, ligne 26 *	1-3,6
A	---	4,7-9, 11,12
A	DE-A-42 37 260 (SIEMENS AG) * colonne 2, ligne 4 - colonne 3, ligne 17 *	1,6
A	FR-A-2 575 329 (THOMSON-CGR) * page 1, ligne 27 - page 2, ligne 5 * * page 4, ligne 15 - ligne 29 *	1,6
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 9 no. 266 (E-352) [1989] ,23 Octobre 1985 & JP-A-60 112296 (HITACHI SEISAKUSHO K.K.) 18 Juin 1985, * abrégé *	1,6
A	EP-A-0 248 976 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) * colonne 1, ligne 1 - colonne 3, ligne 29 *	1,6
A	WO-A-95 02890 (D.V. HABIF) * page 5, ligne 6 - page 9, ligne 33 * -----	1,6
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
20 Février 1996		Horak, G
<p style="text-align: center;">CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul                      Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie                      A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général                      O : divulgation non-écrite                      P : document intercalaire</p> <p style="text-align: right;">T : théorie ou principe à la base de l'invention                      E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.                      D : cité dans la demande                      L : cité pour d'autres raisons                      .....                      &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)

H05G  
H01J