

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 27.07.01.

③⑦ Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 31.01.03 Bulletin 03/05.

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

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : THALES Société anonyme — FR.

⑦② Inventeur(s) : LANGLOIS MICHEL.

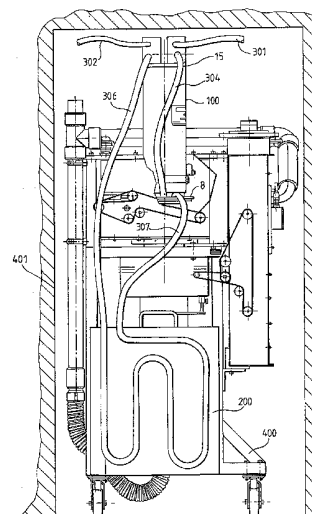
⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : THALES "INTELLECTUAL PRO-
PERTY".

⑤④ DISPOSITIF D'AMPLIFICATION D'UN SIGNAL HAUTE FREQUENCE.

⑤⑦ L'invention se rapporte à un dispositif d'amplification
d'un signal haute fréquence. L'invention est particulière-
ment adaptée pour l'émission de signaux radiofréquence
utilisés pour la télévision ou la radio en modulation de fré-
quence.

Le dispositif d'amplification d'un signal haute fréquence
comporte deux étages d'amplification disposés en série, le
premier étage d'amplification étant formé d'un préamplifica-
teur à semi-conducteur (200), le second étage d'amplifica-
tion étant formé d'un tube (100) électronique refroidi par la
circulation d'un fluide, le tube électronique (100) étant dis-
posé à l'intérieur d'une enceinte (401) destinée à le rece-
voir. Le préamplificateur à semi-conducteur (200) est
disposé dans l'enceinte (401) et le préamplificateur (200)
est refroidi par la circulation du fluide.



Dispositif d'amplification d'un signal haute fréquence

L'invention se rapporte à un dispositif d'amplification d'un signal
5 haute fréquence. L'invention est particulièrement adaptée pour l'émission de signaux radiofréquence utilisés pour la télévision ou la radio en modulation de fréquence.

De façon courante, de tels dispositifs comportent deux étages d'amplification disposés en série. Le premier étage est formé d'un
10 préamplificateur à transistors et le second étage d'un tube électronique. Pour ce second étage, on peut, par exemple, utiliser un tube à sortie inductive, bien connu dans la littérature anglo-saxonne sous le nom d'IOT (Inductive Output Tube). La sortie du tube électronique est reliée à l'antenne d'émission.

15 Le préamplificateur à transistors est généralement installé dans une baie de commande, baie comprenant également d'autres organes de formation d'un signal radiofréquence, organes situés en amont du préamplificateur dans la chaîne d'amplification. Ces autres organes utilisent également des transistors. La baie est généralement refroidie avec de l'air
20 pulsé au moyen de ventilateurs.

Le tube électronique est, quant à lui, installé dans une enceinte qui lui est propre et il peut être refroidi par la circulation d'un fluide à l'état liquide. Ce fluide comporte, par exemple, un mélange d'eau de glycol.

Les deux étages d'amplification, le préamplificateur et le tube
25 électronique, sont généralement réalisés par des équipementiers distincts. En effet, les connaissances techniques nécessaires pour étudier et pour réaliser chacun des deux étages, sont très éloignées. Plus précisément, le préamplificateur à transistors n'utilise en général que de la basse tension (de l'ordre de la trentaine de volts) et fonctionne dans l'air ambiant. A contrario,
30 le tube électronique utilise des hautes tensions, certaines tensions peuvent dépasser la trentaine de kilo-volts. De plus, l'amplification réalisée dans un tube électronique utilise un faisceau d'électrons se déplaçant dans une enceinte où règne le vide.

La séparation des deux étages d'amplification pose des
35 problèmes de compatibilité entre eux. Par exemple, l'adaptation d'impédance entre le préamplificateur et le tube électronique ne peut se faire que lorsque

les deux étages sont réunis sur le lieu de leur utilisation. Autre exemple, dans le câble de liaison entre les deux étages, circule un signal radiofréquence, déjà amplifié par le préamplificateur. Le câble de liaison génère des pertes proportionnelles à la puissance du signal radiofréquence et à la longueur du câble lui-même. La séparation des deux étages tend à augmenter la longueur du câble de liaison et, par conséquent, les pertes qui y sont générées.

En outre, chacun des deux étages nécessite un système de refroidissement distinct ce qui augmente le risque de panne.

L'invention a pour but de réduire les inconvénients cités ci-dessus en proposant de regrouper le préamplificateur à transistors et le tube électronique.

A cet effet, l'invention a pour objet un dispositif d'amplification d'un signal haute fréquence, comportant deux étages d'amplification disposés en série, le premier étage d'amplification étant formé d'un préamplificateur à semi-conducteur, le second étage d'amplification étant formé d'un tube électronique refroidi par la circulation d'un fluide, le tube électronique étant disposé à l'intérieur d'une enceinte destinée à le recevoir, caractérisé en ce que le préamplificateur à semi-conducteur est disposé dans l'enceinte, et en ce que le préamplificateur est refroidi par la circulation du fluide.

Le refroidissement du préamplificateur réalisé au moyen du fluide déjà utilisé pour le refroidissement du tube électronique permet d'améliorer la fiabilité de l'ensemble. En effet, on supprime ainsi un système de refroidissement propre au préamplificateur pour utiliser un système déjà existant, en l'occurrence le système de refroidissement du tube électronique.

Il est également important de noter qu'un refroidissement réalisé avec circulation d'un liquide permet de réduire le volume du préamplificateur et d'améliorer l'efficacité du refroidissement.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages apparaîtront à la lecture de la description détaillée d'un mode de réalisation donné à titre d'exemple, description illustrée par le dessin joint dans lequel :

- la figure 1 représente un tube à sortie inductive ;
- la figure 2 représente un préamplificateur ;
- la figure 3 représente, sous forme de bloc diagramme, un exemple de circuit de refroidissement ;

▪ la figure 4 représente à l'échelle, le circuit de refroidissement de la figure 3.

Le tube électronique 100 représenté figure 1 possède un faisceau électronique axial et utilise en entrée le principe de la modulation d'amplitude
5 comme dans les tubes classiques à grille et en sortie la structure axiale des tubes à modulation de vitesse comme dans les klystrons.

Plus précisément, le tube comporte successivement un canon à électrons 1 construit autour d'un axe de révolution XX' et le long de l'axe une anode 5 formant un premier tube de glissement qui débouche dans un
10 espace d'interaction 6 d'une cavité résonnante 7 de sortie, l'espace d'interaction 6 étant délimité par un second tube de glissement dénommé bec d'interaction 8 qui fait face au premier, puis un collecteur 15. Les deux becs des tubes de glissement sont en vis à vis. Le canon 1 comporte une cathode 2, son filament de chauffage 3 et une grille 4. L'espace cathode
15 2/grille 4 forme le circuit d'entrée du tube et l'acheminement du signal d'entrée E au circuit d'entrée du tube se fait généralement par une cavité coaxiale résonnante d'entrée 9 couplée à l'espace cathode/grille. Le signal d'entrée E à amplifier est introduit dans la cavité 9 à l'aide de moyens de couplage inductifs en boucle dans l'exemple décrit. Ce signal d'entrée E est
20 fourni par des moyens extérieurs au tube incluant généralement un préamplificateur (non représenté sur la figure 1).

La grille 4 et la cathode 2 sont portées à des hautes tensions continues négatives et les électrons émis par la cathode émergent de la grille 4 sous forme d'un faisceau 10 en paquets déjà modulé en densité par le
25 signal d'entrée E. Le faisceau 10 est longitudinal d'axe XX' . Les électrons du faisceau 10 attirés et focalisés par l'anode 5 pénètrent dans la cavité de sortie 7 et traversent l'espace d'interaction 6 où ils se couplent au champ électromagnétique de la cavité résonnante 7. De cette cavité de sortie 7 un signal de sortie S, de puissance bien supérieure à celle du signal d'entrée E,
30 peut être extrait. Les électrons ayant cédé une grande partie de leur énergie sont ensuite recueillis par la paroi du collecteur 15. L'anode 5 est généralement portée à la masse, le collecteur 15 peut être également à la masse ou à une tension légèrement différente de la masse.

Lorsque le tube électronique est destiné à fonctionner avec une
35 puissance de sortie modulée comme dans les émetteurs de télévision, le

signal d'entrée E est porteur de la modulation. La cavité coaxiale d'entrée 9, formée de deux cylindres 90, 91 conducteurs coaxiaux, est généralement pourvue d'un dispositif 11 de réglage de sa fréquence de résonance, par exemple de type piston dont la position est réglable. Pour des raisons de
5 sécurité et pour découpler le préamplificateur de la haute tension, cette cavité coaxiale d'entrée 9 est portée à la masse électrique. Un condensateur de découplage C1 assure un isolement électrique, du point de vue continu, entre le cylindre intérieur 90 et la cathode 2 et un autre condensateur de découplage C2 assure un isolement électrique entre le cylindre extérieur 91
10 et la grille de modulation 4. Ces condensateurs C1, C2 peuvent être réalisés par des feuilles isolantes serrées entre respectivement un cylindre 90, 91 de cavité et une pièce cylindrique 13, 16 connectée à l'électrode respective 2, 4.

Dans cette application en tant qu'émetteur dans la bande UHF, les hautes tensions sont de l'ordre de quelques dizaines de kilovolts, la cathode
15 étant moins négative que la grille.

Le signal de sortie S amplifié en puissance par rapport au signal d'entrée E est extrait de la cavité de sortie 7 par couplage capacitif ou selfique. Sur la figure c'est un couplage inductif qui est représenté sous la forme d'un conducteur 12 qui définit une boucle dans la cavité de sortie 7. Il
20 est transmis à un dispositif utilisateur tel qu'une antenne (non représentée).

L'intérieur du tube est classiquement soumis au vide. L'étanchéité est assurée au niveau de la cavité de sortie 7 par un manchon diélectrique 14 qui laisse passer l'énergie à extraire. Une partie de la cavité de sortie 7 est externe. Elle est délimitée par des parois qui viennent s'appuyer sur le
25 manchon du côté où il n'est pas soumis au vide.

Le rendement d'un tube électronique est de l'ordre de 50 %. Plus précisément, l'énergie contenue dans le signal de sortie S est de l'ordre de la moitié de l'énergie reçue par le tube électronique 100, essentiellement par les sources de tension contenues l'alimentant. L'essentiel de l'énergie
30 dissipée par le tube électronique l'est au niveau du collecteur 15 à l'intérieur duquel sont prévus des canaux dans lesquels circule un fluide permettant le refroidissement du bec d'interaction 8. Une partie plus faible de l'énergie est dissipée au niveau du bec d'interaction 8.

Le signal d'entrée E est délivré par un préamplificateur 200
35 représenté sur la figure 2. Le préamplificateur 200 reçoit quant à lui un signal

radiofréquence RF issu d'organes de formation du signal situés en amont du préamplificateur et non représentés sur la figure 2.

Le préamplificateur comporte un premier étage d'amplification 201 recevant le signal RF. La sortie 202 du premier étage 201 est reliée à l'entrée
5 d'au moins un second étage d'amplification. Dans l'exemple représenté sur la figure 2, deux seconds étages 203 et 204 sont représentés. Les entrées 205 et 206 des étages respectivement 203 et 204 sont reliées à la sortie 202 du premier étage 201 par l'intermédiaire d'un coupleur hybride 207. De même, un autre coupleur hybride 208 permet d'additionner les signaux
10 présents sur des sorties 209 et 210 des étages 203 et 204 pour former le signal E. Des moyens de surveillance 211 pilotent les différents étages d'amplification 201, 203 et 204 afin de coordonner leur fonction respective. Des moyens d'alimentation basse tension (non représentés) fournissent une tension 212 par exemple 28 V permettant d'alimenter le préamplificateur 200.
15 Les étages d'amplification 201, 203 et 204 comportent des transistors ou plus généralement des semi-conducteurs qu'il est nécessaire de refroidir. Ce refroidissement est assuré par la circulation d'un fluide à l'intérieur de canaux ménagés dans des radiateurs disposés en contact avec des parties des semi-conducteurs susceptibles de dissiper de l'énergie.

20 Selon l'invention, le préamplificateur 200 est refroidi avec le même fluide que celui utilisé pour le refroidissement du tube électronique 100. Avantageusement, le fluide comporte de l'eau et un produit antigel. Un exemple de circuit de refroidissement est proposé à la figure 3. Un canal 301 fournit le fluide nécessaire au refroidissement du tube 100 et du
25 préamplificateur 200. Un canal 302 récupère l'ensemble du fluide ayant servi au refroidissement du tube électronique 100 et du préamplificateur 200. Le canal 301 se dérive en deux canaux 303 et 304. De même, le canal 302 reçoit du fluide provenant de deux canaux 305 et 306. Les canaux 303 et 305 forment l'alimentation en fluide de refroidissement du collecteur 15. Les
30 canaux 304 et 306 forment l'alimentation en fluide du bec d'interaction 8 et du préamplificateur 200. Dans cet exemple de circuit de refroidissement, le bec d'interaction 8 et le préamplificateur 200 sont raccordés en série. Plus précisément, le canal 304 fournit le fluide directement au bec d'interaction 8. Le fluide sort du bec d'interaction 8 par un canal 307 qui fournit le fluide au

préamplificateur 200. Le canal 306 récupère le fluide sortant du préamplificateur 200.

Le canal 302 fournit le fluide à des moyens de refroidissement et de recyclage du fluide. Ces moyens ne sont pas représentés sur les figures.

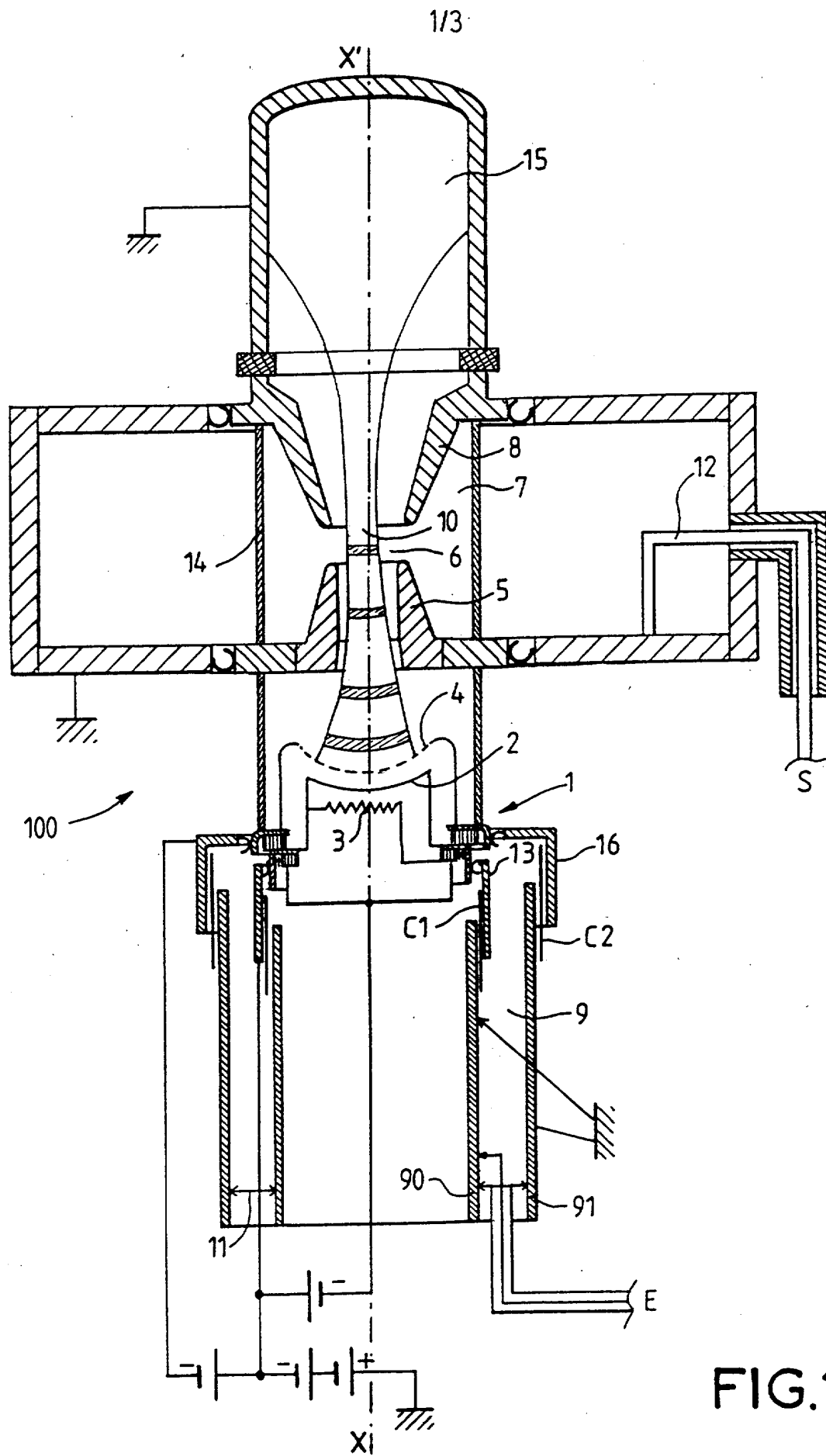
- 5 Des essais ont montré sur un matériel donné comprenant un tube électronique et un préamplificateur qu'environ 10 % du fluide circulant dans les canaux 301 et 302 suffisent à refroidir l'anode et le préamplificateur. Les 90 % de fluide restant sont nécessaires au refroidissement du collecteur 15.

- La figure 4 reprend les différents éléments de la figure 3, à savoir
10 le tube électronique 100, le préamplificateur 200, les canaux 301 à 307. Ces éléments sont, dans l'exemple représenté, montés sur un support à roulettes 400. Le support à roulettes 400 et les éléments qui y sont montés peuvent ainsi être disposés à l'intérieur d'une enceinte 401 qui, dans l'art antérieur, était réservé au seul tube électronique 100.

- 15 La présence du préamplificateur 200, à proximité du tube électronique 100, ici en dessous, impose un blindage particulier du préamplificateur 200 pour éviter qu'il soit perturbé par un rayonnement électromagnétique émis par le tube électronique 100. Ce blindage tend à augmenter le coût du préamplificateur 100.

REVENDICATIONS

1. Dispositif d'amplification d'un signal haute fréquence, comportant deux étages d'amplification disposés en série, le premier étage
5 d'amplification étant formé d'un préamplificateur à semi-conducteur (200), le second étage d'amplification étant formé d'un tube (100) électronique refroidi par la circulation d'un fluide, le tube électronique (100) étant disposé à l'intérieur d'une enceinte (401) destinée à le recevoir, caractérisé en ce que le préamplificateur à semi-conducteur (200) est disposé dans l'enceinte
10 (401), et en ce que le préamplificateur (200) est refroidi par la circulation du fluide.
2. Dispositif d'amplification selon la revendication 1, caractérisé en ce que le tube électronique (100) comporte un collecteur (15) et un bec
15 d'interaction (8) nécessitant tous deux d'être refroidis par la circulation du fluide, en ce que le fluide circule dans un circuit de refroidissement, circuit dans lequel le bec d'interaction (8) et le préamplificateur (200) sont raccordés en série.
- 20 3. Dispositif d'amplification selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le fluide comporte de l'eau et un produit antigel.



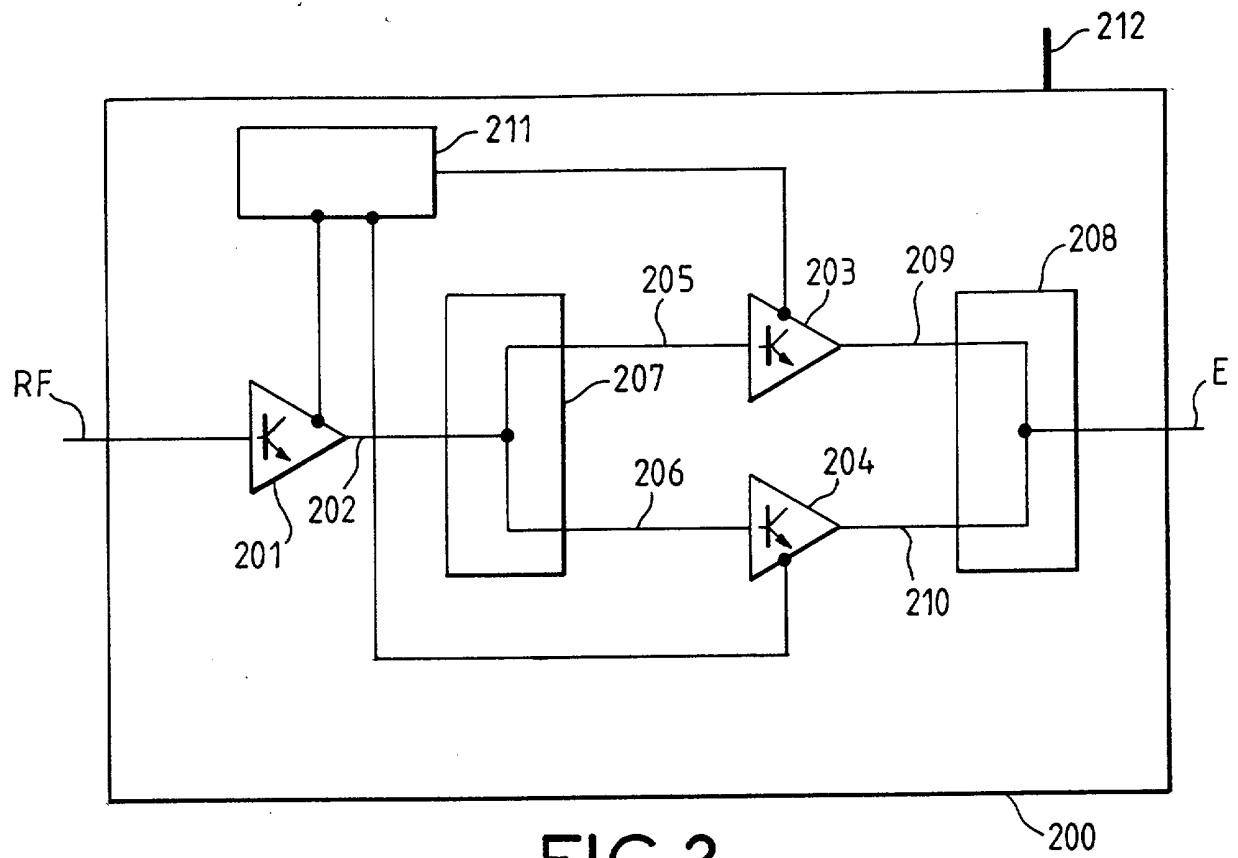


FIG. 2

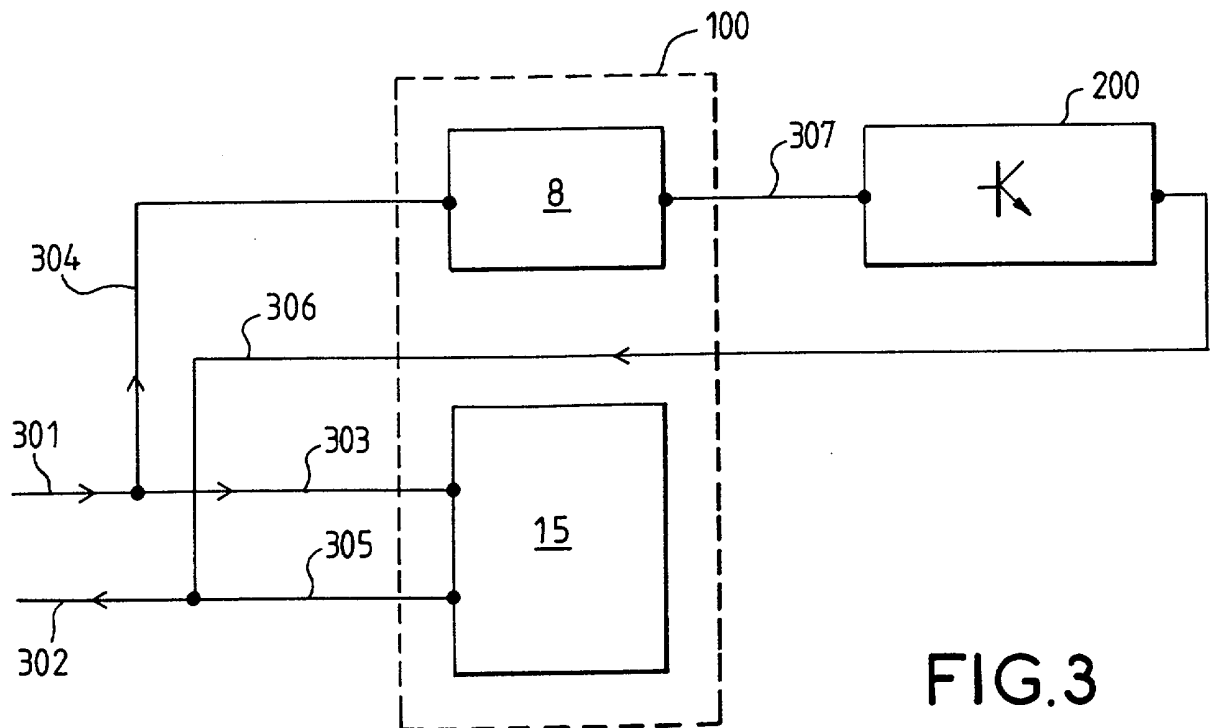


FIG.3

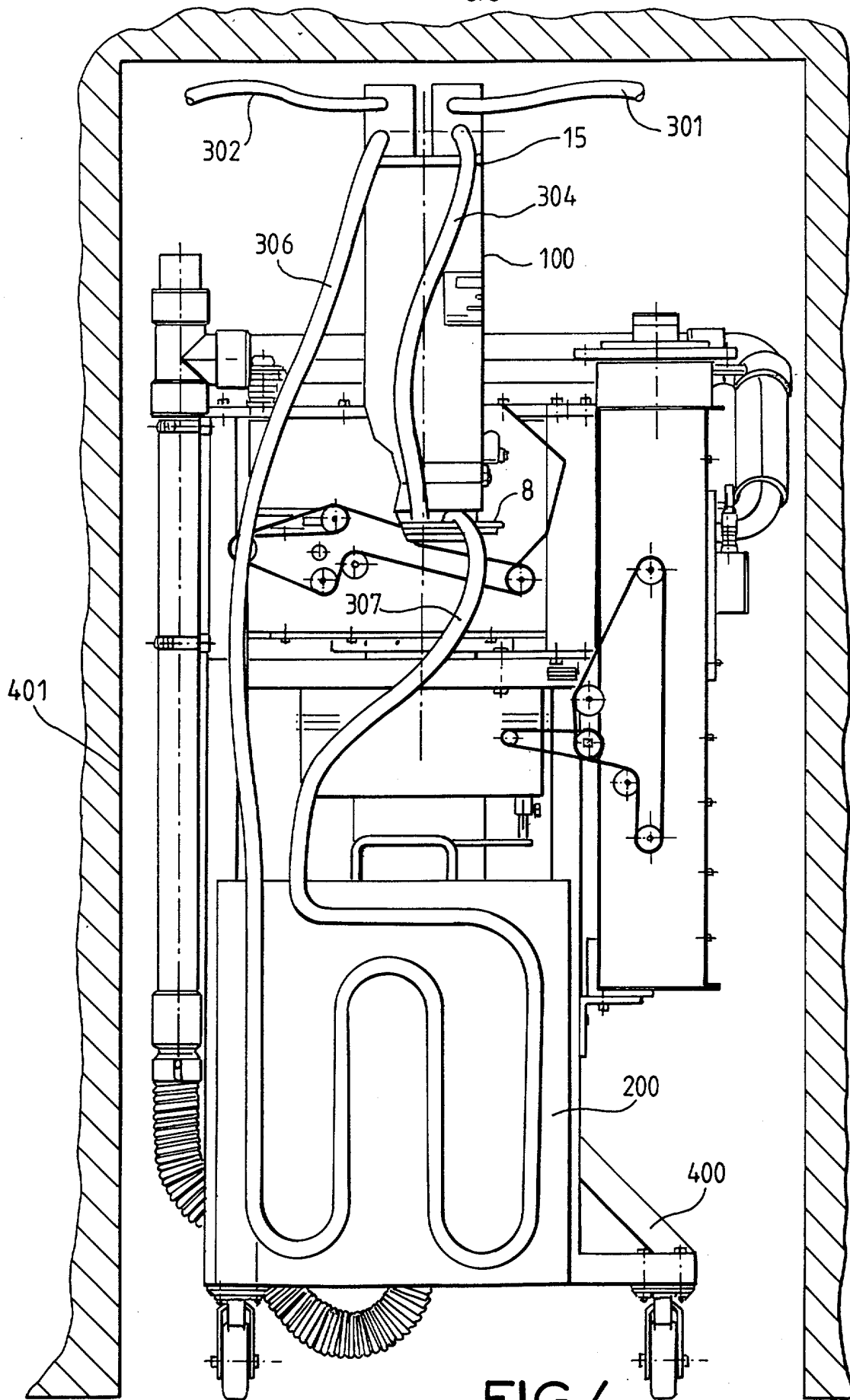


FIG. 4



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 606012
FR 0110127

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	SMITH C R: "POWER MODULE TECHNOLOGY FOR THE 21ST CENTURY" NATIONAL AEROSPACE AND ELECTRONICS CONFERENCE (NAECON). DAYTON, MAY 22 - 26, 1995, NEW YORK, IEEE, US, vol. 1, 22 mai 1995 (1995-05-22), pages 106-113, XP000550662 ISBN: 0-7803-2667-9 * abrégé; figures 1,2,9 *	1,2	H01J23/033 H01J25/04 H01J23/12 H03F5/00
A	US 4 894 586 A (CRAGER CARL R ET AL) 16 janvier 1990 (1990-01-16) * figures 1,5 *		
A	WO 98 28845 A (SCANDITRONIX MEDICAL AB) 2 juillet 1998 (1998-07-02) * figure 13 *		
A	US 4 514 700 A (PIEPERS HARRY) 30 avril 1985 (1985-04-30)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			H03F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
17 avril 2002		Segaert, P	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire 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 & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0110127 FA 606012**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du 17-04-2002

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4894586 A	16-01-1990	FR 2627646 A1	25-08-1989
		GB 2216357 A , B	04-10-1989
WO 9828845 A	02-07-1998	EP 0947048 A1	06-10-1999
		WO 9828845 A1	02-07-1998
		US 5905646 A	18-05-1999
US 4514700 A	30-04-1985	NL 8200633 A	16-09-1983
		CA 1194152 A1	24-09-1985
		DE 3360026 D1	24-01-1985
		EP 0087178 A1	31-08-1983
		JP 1509502 C	26-07-1989
		JP 58151711 A	09-09-1983
		JP 63056721 B	09-11-1988