

①② **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet:  
**16.08.90**

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup>: **H05G 1/34, H05G 1/20**

②① Numéro de dépôt: **87400774.3**

②② Date de dépôt: **07.04.87**

⑤④ **Dispositif d'alimentation en courant d'un filament de tube radiogène.**

③⑩ Priorité: **11.04.86 FR 8605240**

⑦③ Titulaire: **GENERAL ELECTRIC CGR S.A., 100, rue Camille-Desmoulins, F-92130 Issy les Moulineaux(FR)**

④③ Date de publication de la demande:  
**14.10.87 Bulletin 87/42**

⑦② Inventeur: **Salesses, Jacques, THOMSON-CSF**  
**SCPI 19, avenue de Messine, F-75008 Paris(FR)**  
Inventeur: **Baghdiguian, Arthur, THOMSON-CSF**  
**SCPI 19, avenue de Messine, F-75008 Paris(FR)**

④⑤ Mention de la délivrance du brevet:  
**16.08.90 Bulletin 90/33**

⑦④ Mandataire: **Ballot, Paul Denis Jacques, Cabinet**  
**Ballot-Schmit 7, rue le Sueur, F-75116 Paris(FR)**

⑧④ Etats contractants désignés:  
**DE GB IT**

⑤⑥ Documents cités:  
**EP-A- 0 075 283**  
**EP-A- 0 137 401**  
**WO-A-82/00397**  
**DE-A- 2 826 455**  
**FR-A- 2 471 118**  
**GB-A- 2 005 878**  
**US-A- 3 567 995**  
**US-A- 3 916 251**

**EP O 241 373 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

L'invention concerne un dispositif d'alimentation en courant d'un filament, notamment de tube radiogène tel qu'utilisé dans les installations de radiodiagnostic (EP-A 0 137 401). L'invention est particulièrement applicable dans les cas où il est nécessaire d'alimenter successivement des filaments de résistances très différentes, avec une grande dynamique en courant.

Les tubes à rayons X pour diagnostic médical sont généralement constitués comme une diode, c'est à dire par deux électrodes dont l'une appelée cathode est émettrice d'électrons, et l'autre est appelée anode et reçoit ces électrons sur une petite surface qui constitue la source du rayonnement X.

La cathode comporte un filament chauffé qui constitue la source d'électrons. Quand la haute tension fournie par un générateur est appliquée aux bornes des deux électrodes, de façon que la cathode soit au potentiel négatif, un courant dit anodique s'établit dans le circuit, au travers du générateur, et traverse l'espace entre la cathode et l'anode sous la forme d'un faisceau d'électrons dont l'intensité dépend de la température du filament; cette température étant en fonction de la puissance dissipée dans le filament, c'est à dire du courant, appelé courant de chauffage, qui circule dans le filament.

La quantité de rayon X émis par l'anode dépend principalement de l'intensité du courant anodique, et donc de l'intensité du courant de chauffage du filament.

Aussi, le courant de chauffage de filament constitue un des paramètres importants qui doivent être déterminés pour chaque pose de radiographie ou de radioscopie, au cours d'un examen radiologique d'un patient.

Les paramètres de la pose sont déterminés en fonction de la nature de l'examen. Généralement, ces paramètres sont prédéterminés par un opérateur qui en affiche les valeurs sur un pupitre de commande, par lequel est commandé le fonctionnement des différents organes d'une installation de radiodiagnostic, tels que par exemple, générateur haute tension et générateur du courant de chauffage filament. Il est courant également dans certaines installations que les valeurs de ces paramètres soient prédéterminées à l'aide d'un dispositif à microprocesseur incorporé ou non au pupitre de commande, et qui calcule et programme les valeurs optimums de ces paramètres, en fonction par exemple du type d'examen désiré par le praticien, et en fonction des caractéristiques spécifiques de l'installation.

Dans tous les cas cette opération consiste notamment à programmer différentes valeurs, telles que par exemple: durée du temps de pose, énergie du rayonnement X par le choix de la valeur de la haute tension appliquée entre l'anode et la cathode, et intensité du courant anodique par le choix notamment d'une valeur de l'intensité du courant de chauffage filament.

Il est à remarquer que l'intensité du courant de chauffage peut être modifiée de manière impor-

te, d'une pose à une pose suivante, par exemple de 1,5 ampère à 5,5 ampères.

D'autre part, il est courant que des installations de radiodiagnostic comportent plusieurs tubes radiogènes, ayant des caractéristiques différentes, qui sont mis en fonctionnement successivement, parfois au cours d'un même examen; ces tubes radiogènes pouvant comporter des filaments dont la valeur de la résistance ohmique peut varier de manière considérable d'un tube à l'autre, de 0,6 Ohms à 4,5 Ohms par exemple. Dans de tels cas, il est particulièrement intéressant de disposer d'un générateur de courant de chauffage permettant d'obtenir rapidement, c'est à dire de manière automatique, une valeur du courant de chauffage comprise dans la gamme de valeurs précédemment mentionnées, et ceci quelle que soit la valeur de la résistance du filament alimenté.

Par conséquent, le générateur qui produit le courant de chauffage doit fournir ce dernier dans une gamme de puissance très étendue. Il doit en outre, dans cette gamme de puissance, assurer une qualité suffisante à la régulation de courant de chauffage, et permettre d'obtenir rapidement et automatiquement la valeur d'intensité désirée, telle que définie par exemple par une valeur de consigne; cette valeur de consigne étant susceptible de varier d'une pose à une pose suivante.

Les générateurs de courant de chauffage selon l'art antérieur ne permettent pas d'obtenir ces conditions de manière satisfaisante: soit qu'ils exigent des réglages manuels en fonction de l'intensité du courant de chauffage et de la valeur de résistance du filament; soit qu'ils permettent la dynamique de puissance au détriment de la qualité de la régulation; soit que les conditions de dynamique de puissance, d'automatisme et de qualités de régulation conduisent à concevoir des générateurs complexes, c'est à dire fragiles, peu fiables, ou volumineux et encombrants et d'un prix élevé.

Il est à noter également, que la régulation du courant de chauffage filament est encore compliquée par le fait que la cathode, et le filament du tube radiogène, sont portés au potentiel négatif de la haute Tension; aussi, les problèmes d'isolation électrique conduisent généralement à appliquer au filament l'énergie de chauffage par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement, dont l'enroulement primaire représente la charge du filament. De ce fait le courant de chauffage est produit selon un courant alternatif dont la mesure de la valeur efficace peut également présenter des problèmes.

Le dispositif d'alimentation selon l'invention ne présente pas les inconvénients ci-dessus cités, grâce à un agencement nouveau qui en fait un appareil simple à réaliser et simple à mettre en oeuvre.

La présente invention concerne un dispositif d'alimentation en courant d'un filament de tube radiogène, permettant d'obtenir de manière automatique un courant de chauffage dont l'intensité correspond à une valeur de consigne, cette intensité étant comprise dans la gamme des intensités susceptibles d'être appliquées à un filament, et ceci pour toutes les valeurs courantes de résistance ohmique du filament.

Selon l'invention, un dispositif d'alimentation en courant d'un filament d'au moins un tube radiogène, comportant, un générateur fournissant des impulsions de commande, un onduleur recevant les impulsions de commande et produisant dans un circuit de charge un courant de chauffage alternatif à partir d'une tension continue, un circuit de régulation régulant le courant de chauffage en fonction d'une valeur de consigne, le circuit de charge comportant un enroulement primaire d'un transformateur par l'intermédiaire duquel le courant de chauffage est transformé et ensuite appliqué au filament, le courant de chauffage ayant une même fréquence que la fréquence des impulsions de commande, est caractérisé en ce que l'onduleur comporte un circuit oscillant disposé entre l'enroulement primaire et la source de tension continue, et en ce que le circuit de régulation délivre un signal d'erreur appliqué au générateur pour modifier la fréquence des impulsions de commande, de manière à modifier l'impédance du circuit oscillant jusqu'à obtenir une valeur du courant du chauffage correspondant à la valeur de consigne.

Il est ainsi possible de contrôler la puissance transmise au transformateur qui relie le circuit de charge au filament, d'une manière souple et précise en faisant varier l'impédance du circuit oscillant par la fréquence des impulsions de commande, et d'obtenir une dynamique de puissance importante qui permet au dispositif de l'invention d'alimenter successivement, de manière automatique, des filaments ayant des résistances très différentes dans une large gamme de courant.

L'invention sera mieux comprise grâce à la description qui suit, faite à titre d'exemple non limitatif, et aux deux figures annexées, parmi lesquelles:

- la figure 1 représente schématiquement un dispositif d'alimentation conforme à l'invention;
- la figure 2 est un graphe qui illustre le fonctionnement du dispositif d'alimentation de l'invention.

La figure 1 montre un dispositif d'alimentation 1 conforme à l'invention permettant, dans l'exemple non limitatif décrit, d'alimenter en courant le filament d'un tube radiogène, par exemple sélectionné parmi plusieurs tubes radiogènes, dont seulement deux tubes 26,27 sont représentés dans l'exemple décrit.

Les tubes radiogènes sont d'un type conventionnel comportant chacun une anode, 28,29 et une cathode 23,24 représentée par le filament qu'elle contient. Les tubes 26,27 sont alimentés en haute tension par des moyens classiques (non représentés). En fonctionnement, le filament 23,24 du tube 26,27 sélectionné est porté au potentiel négatif - HT de la haute tension, et les problèmes d'isolation électrique imposent d'appliquer au filament 23,24 l'énergie électrique nécessaire à son chauffage, par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement 30.

Dans l'exemple non limitatif décrit, la sélection du premier ou du second tube 26,27 est opérée en connectant le filament 23,24 correspondant, à l'enroulement secondaire 31 du transformateur 30, par l'intermédiaire d'un dispositif de commutation 35, comportant des commutateurs (non représentés) consti-

tués par exemple par des relais électromécaniques; le transformateur 30 comportant un enroulement primaire 12 auquel est appliqué un courant de chauffage 1 délivré par un onduleur 2.

La commande du dispositif de commutation 35 peut s'opérer soit par commande manuelle, soit de manière automatique dans le cadre de séquences programmées et contrôlées par exemple par un pupitre de commande 40; ce dernier étant relié au dispositif de commutation 35 par une première et une seconde liaison CT1,CT2 par lesquelles il peut sélectionner le premier ou le second tube 26,27, le premier tube 26 par exemple, de manière à appliquer au filament 23 de ce dernier un courant 1' pour son chauffage.

Il est à remarquer que la sélection d'un tube 26,27 peut s'effectuer de manière différente, comme par exemple par commutation au niveau du primaire du transformateur d'isolement. Un transformateur d'isolement étant dans ce cas associé à chaque filament.

Le dispositif d'alimentation 1 comporte en outre une source de tension 3 continue régulée, délivrant par des bornes 67, 68 respectivement la polarité positive + et la polarité négative - d'une tension continue V1, régulée, ayant par exemple une valeur de 200 Volts. La source de tension 3 est constituée de manière classique et élabore la tension continue V1 à partir, par exemple, d'une tension monophasée (non représentée) de 220 V.

L'onduleur 2 est alimenté par la tension continue V1, à partir de laquelle il réalise une tension alternative. L'onduleur 2 comporte deux moyens de commutation électronique 4,5 disposés en série entre le pôle positif + et le pôle négatif - de la tension continue V1. Dans l'exemple non limitatif décrit, les deux moyens de commutation 4,5 sont constitués par des transistors à effet de champ. La source S du premier transistor 4 est reliée au pôle positif + de la tension continue V1 et son drain D est relié à la source S du second transistor 5, dont le drain D est relié au pôle négatif - de la tension continue V1. Une première et une seconde diode d1,d2 sont respectivement montées en parallèle sur le premier et le second transistor 4,5; la première diode d1 ayant sa cathode reliée au pôle + de la tension V1 et son anode reliée d'une part, à la jonction 6 entre le drain du premier transistor 4 et la source du second transistor 5, et reliée d'autre part à la cathode de la seconde diode d2 dont l'anode est reliée au pôle négatif - de la tension continue V1.

La jonction 6 est en outre reliée à la première extrémité 7 d'un moyen capteur de courant 9, dont la seconde extrémité 10 est reliée à la première extrémité 11 de l'enroulement primaire 12 du transformateur d'isolement 30. La seconde extrémité 14 de l'enroulement primaire 12 est reliée à la première extrémité 15 d'une inductance 16 dont la seconde extrémité 17 est reliée à un point milieu capacitif 18. Le point milieu capacitif 18 est formé par la jonction d'un premier et d'un second condensateur 19,20 montés en série entre les bornes positives et négatives +,- de la tension continue V1; le premier condensateur 19 étant relié au pôle positif +, et le second condensateur 20 étant relié au pôle négatif -.

Les deux condensateurs 19 et 20 forment une capacité qui est mise en série avec l'inductance 16, pour constituer un circuit oscillant 13 disposé en série avec l'enroulement primaire 12 du transformateur 13, avec lequel il constitue un circuit de charge 12-13.

Dans le circuit de charge 12-13, l'enroulement primaire 12 représente le filament 23 dont la résistance ohmique R est rapportée dans le circuit de charge 12-13. En supposant que le filament 23 soit d'un type classique, sa résistance R peut avoir une valeur quelconque comprise dans la gamme de valeur courante, par exemple entre 0,6 Ohms et 4,5 Ohms.

Le courant I dans le circuit secondaire du transformateur 30, où est disposé le filament 23, étant proportionnel au courant I circulant dans le circuit de l'enroulement primaire ou circuit de charge 12-13, selon un rapport connu, et la résistance R du filament 23 étant rapportée dans le circuit de charge 12-13, c'est le courant I qui circule dans le circuit de charge 12-13 qui est appelé courant de chauffage pour plus de clarté de la description.

Le capteur de courant 9 est placé dans le circuit de charge 12-13 et délivre par une sortie 59 un signal S1 proportionnel au courant I de chauffage pseudo-sinusoïdal; le capteur de courant 9 est d'un type classique, tel que par exemple constitué par un transformateur d'intensité.

Le signal S1, proportionnel au courant de chauffage I, est appliqué à l'entrée 61 d'un dispositif convertisseur 25, qui traite de manière classique les valeurs du signal S1, pour fournir par une sortie 62, un second signal S2 correspondant à la valeur efficace du courant de chauffage I. Ces valeurs efficaces sont utilisées pour réaliser une régulation du courant I dans le circuit primaire ou circuit de charge 12-13 qui permet, grâce notamment au transformateur d'isolement 30 à faible fuite, de réaliser un contrôle rigoureux du courant I passant dans le filament 23 en assurant une meilleure proportionnalité entre le courant I dans le filament 23 et le courant I dans le circuit de charge 12-13.

Le second signal S2 est appliqué à la première entrée 41 d'un élaborateur d'erreur 42, constitué par exemple par un amplificateur différentiel. La seconde entrée 43 de l'élaborateur d'erreur 42 reçoit une valeur de consigne VC correspondant à la valeur désirée du courant de chauffage I; cette valeur de consigne étant par exemple délivrée par le pupitre de commande 40 qui, à cette fin, est relié par une liaison 63 à la seconde entrée 43 de l'élaborateur d'erreur 42. L'élaborateur d'erreur 42 délivre à sa sortie 44 un signal d'erreur SE proportionnel à la différence entre le second signal S2 et la valeur de consigne VC. Le signal d'erreur SE est appliqué à un moyen pour produire des impulsions à une fréquence F donnée et pour modifier cette fréquence F en plus ou en moins en fonction du signe et de l'amplitude du signal d'erreur SE. Dans l'exemple non limitatif décrit, ce moyen pour produire des impulsions est constitué par un convertisseur tension-fréquence 46 dont l'entrée 45 est reliée à la sortie 44 de l'élaborateur d'erreur 42.

Une sortie 47 du convertisseur tension-fréquence 46 délivre un quatrième signal S4 constitué par

des impulsions délivrées à la fréquence F, laquelle fréquence F constitue la fréquence initiale à laquelle fonctionne l'onduleur 2. Le signal S4 est appliqué à l'entrée 49 d'un dispositif d'aiguillage 50 dont la fonction est de produire des premières et des secondes impulsions de commande SC1, SC2, délivrées à une même fréquence F que le quatrième signal S4, et destinées respectivement à commander le premier transistor 4 et le second transistor 5.

Les premières et les secondes impulsions de commande SC1, SC2 (non représentées) ont une largeur ou durée t sensiblement égale ou inférieure à la moitié du temps qui sépare les fronts avant de deux impulsions de même type, c'est à dire à la moitié de la période P correspondant à la fréquence  $F(t \leq 1/2F)$ . D'autre part les secondes impulsions de commande SC2 sont décalées dans le temps, par rapport aux premières impulsions de commande SC1, d'une demi période P/2 ( $P/2 = 1/2F$ ), de manière que les premières et secondes impulsions de commande SC1 et SC2 soient respectivement appliquées au premier et second transistor, 4,5 en opposition de phase.

Le dispositif d'aiguillage 50 délivre les premières impulsions de commande SC1 par une première sortie 51 qui est reliée à la cathode d'une troisième diode d3 et, à la première extrémité 53 d'une résistance R1 dont la seconde extrémité 54 est reliée à l'anode de la troisième diode d3 et à l'entrée de commande G1 du premier transistor 4. Le dispositif d'aiguillage 50 délivre les secondes impulsions de commande SC2 par une seconde sortie 52 reliée à la cathode d'une quatrième diode d4 et à la première extrémité 55 d'une seconde résistance R2; la seconde extrémité 56 de la seconde résistance R2 est reliée à l'anode de la quatrième diode d4 et à l'entrée de commande G2 du second transistor 5.

Le fonctionnement général du dispositif d'alimentation 1 selon l'invention est le suivant.

A la mise en fonctionnement, commandée par exemple par le pupitre de commande 40, grâce à une liaison 60 entre ce dernier et le dispositif d'aiguillage 50, autorisant la sortie des impulsions de commande SC1, SC2, ces impulsions SC1, SC2 sont appliquées respectivement au premier et au second transistor 4,5, par l'intermédiaire des réseaux formés d'une part, par la troisième diode d3 et la résistance R1 et, d'autre part par la quatrième diode d4 et la seconde résistance R2; la non conduction simultanée des deux transistors 4,5 étant interdite par une simple dissymétrie à la conduction et au blocage de chaque transistor 4,5.

Les impulsions de commandes SC1, SC2 ont une fréquence F correspondant à une fréquence initiale de fonctionnement de l'onduleur 2. Les impulsions de commande SC1, SC2 étant par exemple positives, les premières impulsions SC1 provoquent la conduction du premier transistor 4 de sorte, qu'à l'exception de la chute de tension relativement faible aux bornes du premier transistor 4, la polarité positive + de la tension continue V1 est appliquée à la jonction 6, et le condensateur 19, qui était chargé à une tension intermédiaire V2, tend à se décharger dans le circuit de charge 12-13, c'est à dire dans l'inductance 16 et dans l'enroulement primaire 12 qui repré-

sente le filament 23; le courant de chauffage I étant alors établi dans le sens représenté par la flèche repérée  $I_{C1}$ ; le second condensateur 20 tendant lui-même à se charger à la valeur de la polarité positive + de la tension continue  $V_1$ . A la fin de l'impulsion de commande SC1, le premier transistor 4 est bloqué et, le front avant d'une seconde impulsion de commande SC2 met en conduction le second transistor 5 qui applique, à la jonction 6, la polarité négative - de la tension continue  $V_1$ . Le phénomène est alors à l'inverse du précédent, c'est à dire que le second condensateur 20 tend à se décharger dans le circuit de charge 12-13, et que le premier condensateur 19 tend à se charger; le courant de chauffage I ayant alors le sens montré par la seconde flèche  $I_{C2}$ . Ce fonctionnement est répété pour chaque impulsions de commande SC1, SC2.

Les premières et seconde diode d1, d2 assurent chacune une double fonction :

1 - la première et la seconde diodes d1, d2 assurent la protection respectivement du premier et du second transistor 4,5 contre les surtensions, soit une fonction écrêtage réalisée par chaque diode d1, d2 fonctionnant en inverse.

2 - Chaque diode d1, d2 a pour fonction de conduire, en direct, le courant réactif au blocage du transistor 4,5 opposé : la première diode d1 conduit au blocage du second transistor 5, pour conduire le courant réactif au pôle positif + de la tension  $V_1$ ; la seconde diode d2 conduit au blocage du premier transistor 4, pour refermer le courant réactif au pôle négatif - de la tension  $V_1$ . Ceci implique que les diodes d1, d2 sont rapides à la conduction.

La protection des transistors 4,5 est ainsi assurée d'une façon efficace et beaucoup plus simple que celle des moyens de commutation qui, dans l'art antérieur, ont pour fonction de hacher une tension continue. Ceci étant possible notamment du fait que les transistors 4,5 sont du type à effet de champ et sont rapides en commutation.

Le circuit de régulation, constitué par le capteur de courant 9, le dispositif convertisseur 25, l'élaborateur d'erreur 42 et le convertisseur tension-fréquence 46, réalisent une régulation du courant de chauffage I sur la valeur efficace de ce dernier, correspondant à la valeur de consigne VC délivrée par le pupitre de commande 40.

En supposant que la valeur de courant de chauffage I soit différente de celle imposée par la valeur de consigne VC, il en résulte un signal d'erreur SE non nul.

Selon une caractéristique de l'invention, un signal d'erreur SE non nul appliqué au convertisseur tension fréquence 46, engendre une modification de la fréquence F des impulsions (signal S4) que ce dernier applique au dispositif d'aiguillage 50, et par suite engendre une modification de la fréquence des impulsions SC1, SC2 que le dispositif d'aiguillage 50 applique aux transistors 4,5; d'où il résulte une variation de la fréquence de fonctionnement de l'onduleur 2, de manière à modifier la valeur de l'impédance Z, présentée par le circuit oscillant 13

constitué par l'inductance 16 en série avec les condensateurs 19, 20.

Le circuit oscillant 13 étant en série avec la charge que constitue la résistance R du filament 23, la valeur du courant de chauffage I est directement liée à l'impédance Z du circuit oscillant LC, et diminue ou augmente selon que cette impédance diminue ou augmente.

Dans l'exemple non limitatif décrit, l'onduleur 2 fonctionne dans une plage de fréquence relativement élevée, de 18 KHZ à 35 KHZ par exemple, ce qui permet d'une part, une réduction importante du volume des éléments, notamment des éléments magnétique et en particulier du transformateur d'isolement 30; et permet d'autre part une réponse rapide du circuit de régulation, ainsi qu'un arrêt rapide si nécessaire pour des besoins de sécurité.

Dans l'exemple non limitatif de la description, l'inductance 16 et les condensateurs 19, 20 sont choisis de manière que la fréquence de résonance  $F_0$  du circuit oscillant 13 soient un peu inférieure à la fréquence minimum de fonctionnement de l'onduleur 2, à 15 KHZ par exemple, de manière que dans le circuit de charge 12-13 le courant soit en avance sur la tension; cette disposition étant favorable à la commutation des transistors 4,5.

Le circuit oscillant 13 est constitué par l'inductance 16 et une capacité en série formée par les condensateurs 19 et 20 : on peut remarquer que les condensateurs 19 et 20, outre qu'il constituent la capacité du circuit oscillant 13 sont disposés en série dans la tension continue  $V_1$ , et assurent ainsi un découplage efficace du circuit de charge 12-13 au point capacitif 18; ces deux condensateurs 19, 20 devant être considérés comme étant montés en parallèle pour constituer la capacité du circuit oscillant 13.

Dans un exemple de réalisation indiqué à titre d'exemple non limitatif :

- l'inductance 16 à une valeur de 325 microhenry;
- les condensateurs 19, 20 ont chacun une valeur de 0,1 microfarad, et forment une capacité de 0,2 microfarad;
- la fréquence de résonance  $F_0$  du circuit oscillant 13 est de sensiblement 15 KHZ;
- la self de fuite du transformateur 30 est de l'ordre de 250 microhenry
- la tension continue  $V_1$  à une valeur de 200 volts.

Dans ces conditions, le dispositif d'alimentation 1 selon l'invention permet d'alimenter successivement plusieurs filaments 23,24 ayant des résistances différentes, comme il est illustré par la figure 2.

La figure 2 est un graphe qui représente, par une première et une seconde courbe 65,66 les variations du courant de chauffage I en fonction de la fréquence F; la fréquence F étant portée en abscisse et exprimée en KHZ, et le courant de chauffage I étant porté en ordonnée et exprimé en ampères.

Ainsi qu'il a été précédemment mentionné, la fréquence de résonance  $F_0$  du circuit oscillant 13 est à 15 KHZ, et la plage de fréquences F de fonctionnement est comprise entre 18 et 35 KHZ.

Dans l'exemple non limitatif décrit, la première et la seconde courbe 65, 66 correspondent respectivement à l'alimentation d'un premier et d'un second

filament 23, 24; le premier filament 23 ayant une résistance de 4,5 ohms, et le second filament 24 ayant une résistance de 1 ohm.

Ces première et seconde courbe 65, 66 illustrent les valeurs possibles du courant I dans la plage de fréquences comprises entre 18 et 35 KHZ. On observe que des mêmes valeurs du courant I sont obtenues avec des fréquences F différentes, selon qu'il s'agit d'alimenter un filament 23 de 4,5 ohms (première courbe 65) ou un filament 24 de 1 ohm (seconde courbe 66) :

- pour 4,5 ohms, les valeurs de 5,5 ampères et 2,2 ampères sont obtenues respectivement à 18 KHZ et 30,5 KHZ;

- pour 1 ohm, les valeurs de 5,5 ampères et 2,2 ampères sont obtenues respectivement à 20,5 KHZ et 32,5 KHZ.

Dans le but d'éviter des surcharges accidentelles, une limite à la valeur maximum du courant de chauffage est réalisée grâce à un dispositif de butée de fréquence (non représenté), en lui-même classique. Le dispositif de butée en fréquence permet, à l'approche de la fréquence de résonance  $F_0$ , de limiter la plage de fréquence de fonctionnement à une valeur supérieure à  $F_0$ ; cette limite étant située à environ 15,7 KHZ dans l'exemple non limitatif décrit.

Cette description constitue un exemple non limitatif, montrant que le principe de fonctionnement du dispositif d'alimentation 1 selon l'invention permet, non seulement d'alimenter un filament de tube radiogène par une courant de chauffage régulé avec une grande précision, mais permet en outre de manière automatique, d'alimenter en courant de chauffage successivement plusieurs filaments de résistances différentes, dans une large gamme de puissance, tout en conservant une grande précision dans la définition du courant de chauffage.

## Revendications

1. Dispositif d'alimentation en courant d'un filament d'au moins un tube radiogène, comportant un générateur (46, 50) fournissant des impulsions de commande (SC1, SC2), un onduleur (2) recevant les impulsions de commande (SC1, SC2) et produisant dans un circuit de charge un courant de chauffage (I) alternatif à partir d'une tension continue (V1), un circuit de régulation (9, 41, 46) régulant le courant de chauffage (I) en fonction d'une valeur de consigne (VC), le circuit de charge comportant un enroulement primaire (12) d'un transformateur (30) par l'intermédiaire duquel le courant de chauffage (I) est transformé et ensuite appliqué au filament (23, 24), le courant de chauffage (I) ayant une même fréquence que la fréquence des impulsions de commande (SC1, SC2), caractérisé en ce que l'onduleur (2) comporte un circuit oscillant (13) disposé entre l'enroulement primaire (12) et la source de tension continue (V1), et en ce que le circuit de régulation (9, 41, 42, 46) délivre un signal d'erreur (SE) appliqué au générateur (46, 51) pour modifier la fréquence F des impulsions de commande (SC1, SC2) de manière à modifier l'impédance du circuit oscillant (13) jus-

qu'à obtenir une valeur du courant de chauffage (I) correspondant à la valeur de consigne (VC).

2. Dispositif d'alimentation selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'onduleur (2) comporte entre les pôles (+, -) de la source (3) de tension continue (V1), d'une part au moins deux commutateurs électroniques (4, 5) en série, et d'autre part deux condensateurs (19, 20) en série, une première extrémité du circuit de charge (12-13) étant reliée à la jonction (6) des deux moyens de commutation électronique (4, 5), l'autre extrémité du circuit de charge (17) étant reliée à la jonction (18) des deux condensateurs (19, 20).

3. Dispositif d'alimentation selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deux condensateurs (19, 20) constituent le condensateur du circuit oscillant (13).

4. Dispositif d'alimentation selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deux moyens de commutation électronique (4, 5) sont des transistors à effets de champ.

5. Dispositif d'alimentation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit oscillant (13) est constitué d'un condensateur (19, 20) en série avec une inductance (16).

6. Dispositif d'alimentation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le circuit oscillant (13) a une fréquence de résonance ( $F_0$ ) inférieure à la fréquence F des impulsions de commande (SC1, SC2).

7. Dispositif d'alimentation selon la revendication 2, caractérisé en ce que les deux condensateurs (19, 20), constituent un découplage du circuit de charge (12, 13).

8. Dispositif d'alimentation selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif de commutation (35) permettant de sélectionner un tube radiogène (26, 27) dont le filament (23, 24) est à alimenter en courant (I) de chauffage.

## Claims

1 A power supply for the filament of at least one radiogenic tube, comprising a generator (46 and 50) supplying control pulses (SC1 and SC2), an inverter (2) receiving the control pulses (SC1 and SC2) and producing, in a load circuit, a heating alternating current (I) from a continuous voltage (V1), a regulating circuit (9, 41 and 46) regulating the heating current (I) as a function of a desired value (VC), the load circuit comprising a primary winding (13) of a transformer (30) by the intermediary of which the heating current (I) is transformed and then applied to the filament (23 and 24), the heating current (I) having the same frequency as the control pulses (SC1 and SC2), characterized in that the inverter (2) comprises an oscillating circuit (13) located between the primary winding (12) and the source of continuous voltage (V1), and in that the regulating circuit (9, 41, 42 and 46) supplies an error signal (SE) applied to the generator (46 and 51) in order to modify the frequency F of the control pulses (SC1 and SC2) in such a manner as to modify the im-

pedance of the oscillating circuit (13) until a value for the heating current (I) is obtained corresponding to the desired value (VC).

2 The power supply as claimed in claim 1, characterized in that between the poles (+ and -) of the source (3) of the continuous voltage (V1) the inverter (2) comprises on the one hand at least two electronic switches (4 and 5) in series and on the other hand two capacitors (19 and 20) in series, a first end of the load circuit (12-13) being connected with the junction (6) between the two electronic switching means (4 and 5), the other extremity of the load circuit (17) being connected with the junction (18) between the two capacitors (19 and 20).

3 The power supply as claimed in claim 2, characterized in that the two capacitors (19 and 20) constitute the capacitor of the oscillating circuit (13).

4 The power supply as claimed in claim 2, characterized in that the two electronic switching means (4 and 5) are FET's.

5 The power supply as claimed in any one of the preceding claims, characterized in that the oscillating circuit (13) is constituted by a capacitor (19 and 20) in series with an inductance (16).

6 The power supply as claimed in any one of the preceding claims, characterized in that the oscillating circuit (13) has a resonant frequency ( $F_0$ ) less than the frequency F of the control pulses (SC1 and SC2).

7 The power supply as claimed in claim 2, characterized in that the two capacitors (19 and 20) constitute a means decoupling the load circuit (12 and 13).

8 The power supply as claimed in any one of the preceding claims, characterized in that it comprises a switching device (35) allowing the selection of a radiogenic tube (26 and 27) whose filament (23 and 24) is to be supplied with a heating current (I).

## Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Versorgung eines Glühfadens von wenigstens einer Röntgenröhre mit Strom, mit einem Generator (46, 50), der Steuerimpulse (SC1, SC2) liefert, einem Wechselrichter (2), der die Steuerimpulse (SC1, SC2) empfängt und in einem Lastkreis einen Heiz-Wechselstrom (I) ausgehend von einer Gleichspannung (V1) erzeugt, mit einem Regelungskreis (9, 41, 46), der den Heizstrom (I) in Abhängigkeit von einem Sollwert (VC) regelt, wobei der Lastkreis eine Primärwicklung (12) eines Transformators (30) umfaßt, über welchen der Heizstrom (I) transformiert und dann an den Glühfaden (23, 24) angelegt wird, wobei der Heizstrom (I) dieselbe Frequenz wie die Steuerimpulse (SC1, SC2) aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß der Wechselrichter (2) eine Oszillatorschaltung (13) umfaßt, die zwischen der Primärwicklung (12) und der Quelle der Gleichspannung (V1) angeordnet ist, und daß der Regelungskreis (9, 41, 42, 46) ein Fehlersignal (SE) abgibt, das an den Generator (46, 51) angelegt wird, um die Frequenz F der Steuerimpulse (SC1, SC2) zu verändern, so daß die Impedanz der Oszillatorschaltung (13) verändert wird, bis ein Wert des

Heizstroms (I) erreicht ist, der dem Sollwert (VC) entspricht.

2. Versorgungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wechselrichter (2) zwischen den Polen (+, -) der Quelle (3) der Gleichspannung (V1) einerseits wenigstens zwei elektronische, in Reihe geschaltete Umschalter (4, 5) und andererseits zwei in Reihe geschaltete Kondensatoren (19, 20) umfaßt, wobei ein erstes Ende des Lastkreises (12-13) mit der Verbindungsstelle (6) der beiden elektronischen Umschaltmittel (4, 5) und das andere Ende des Lastkreises mit der Verbindungsstelle (18) der beiden Kondensatoren (19, 20) verbunden ist.

3. Versorgungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Kondensatoren (19, 20) den Kondensator der Oszillatorschaltung (13) bilden.

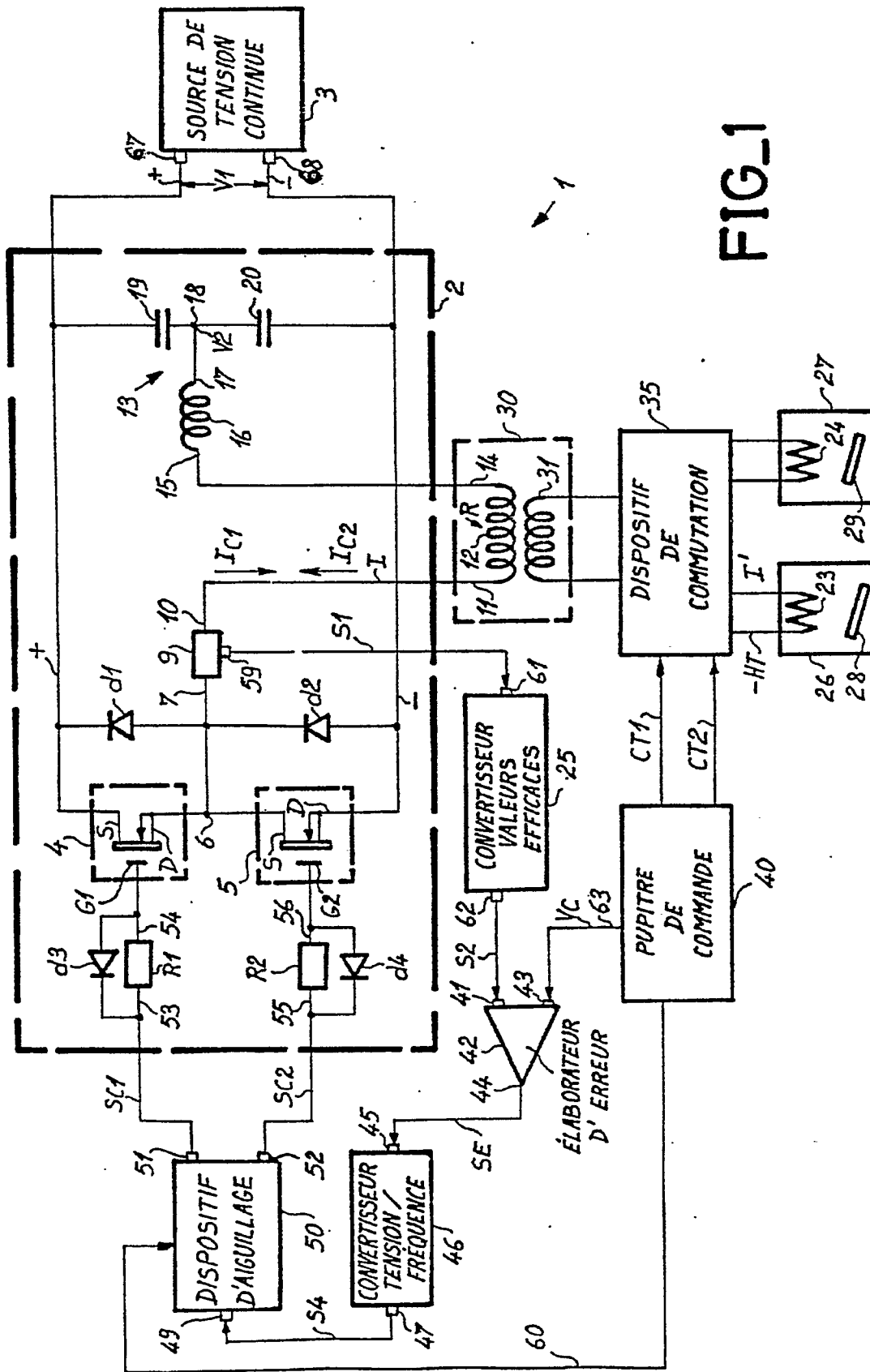
4. Versorgungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Mittel zur elektronischen Umschaltung (4, 5) Feldeffekt-Transistoren sind.

5. Versorgungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oszillatorschaltung (13) aus einem mit einer Induktanz (16) in Reihe geschalteten Kondensator (19, 20) besteht.

6. Versorgungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Oszillatorschaltung (13) eine Resonanzfrequenz ( $F_0$ ), die kleiner als die Frequenz F der Steuerimpulse (SC1, SC2) ist, aufweist.

7. Versorgungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Kondensatoren (19, 20) eine Entkoppelung des Lastkreises (12, 13) bilden.

8. Versorgungsvorrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine Umschaltvorrichtung (35) umfaßt, die das Auswählen einer Röntgenröhre (26, 27) ermöglicht, deren Glühfaden (23, 24) mit einem Heizstrom (I) zu versorgen ist.



**FIG-1**



FIG. 2

