



⑫ **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
28.12.94 Bulletin 94/52

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

②① Numéro de dépôt : **91402249.6**

②② Date de dépôt : **14.08.91**

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

③① Priorité : **14.08.90 FR 9010349**

④③ Date de publication de la demande :
19.02.92 Bulletin 92/08

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
28.12.94 Bulletin 94/52

⑥④ Etats contractants désignés :
DE NL

⑤⑥ Documents cités :
EP-A- 0 137 401
EP-A- 0 192 553
EP-A- 0 241 373
DE-A- 3 345 036
FR-A- 2 247 870
US-A- 3 916 251
US-A- 4 694 480

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

⑦② Inventeur : **Laeuffer, Jacques**
Cabinet Ballot-Schmit,
7 rue Le Sueur
F-75116 Paris (FR)

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

EP 0 471 626 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 pour alimenter en courant un filament d'une cathode d'un tube radiogène et pour réguler ledit courant à une valeur sélectionnée.

Un tube radiogène est généralement constitué comme une diode, c'est-à-dire par deux électrodes dont l'une, appelée cathode, émet des électrons tandis que l'autre, appelée anode, reçoit ces électrons sur une petite surface qui constitue la source de 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 à un potentiel négatif, un courant dit anodique s'établit 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 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 rayons X émis par l'anode dépend principalement de l'intensité du courant anodique et donc 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 radiologie tels que, par exemple, le générateur haute tension et le générateur du courant de chauffage du filament. De plus en plus souvent, les valeurs de ces paramètres sont déterminées à l'aide d'un dispositif à microprocesseur qui calcule et programme les valeurs optimales de ces paramètres en fonction, par exemple, du type d'examen désiré par le praticien et des caractéristiques spécifiques de l'installation.

Les paramètres qui sont calculés et programmés sont, par exemple, la durée du temps de pose, l'énergie du rayonnement X par le choix de la valeur de la haute tension appliquée entre la cathode et l'anode et l'intensité du courant anodique par le choix, notamment, d'une valeur de l'intensité du courant de chauffage du filament.

Il est à remarquer que l'intensité du courant de chauffage doit pouvoir être modifiée de manière importante, d'une pose à la suivante, par exemple de 1,5 ampère à 5,5 ampères mais aussi au cours d'une même pose. En outre, ces valeurs de courant doivent être obtenus rapidement et automatiquement et être

maintenues pendant le temps requis.

Il existe de nombreux dispositifs d'alimentation et de régulation du courant de chauffage de filament d'un tube radiogène et l'un d'entre eux est décrit dans le brevet français 2 597 285. Ce dispositif de l'art antérieur, dont le schéma de principe est donné par la figure 1, comprend un circuit d'alimentation en courant 11 et un circuit de régulation 12 (y compris un circuit 8).

Le circuit d'alimentation 11 comprend une source de tension continue 13 représentée par une pile 13' et un circuit onduleur 14. Le circuit onduleur 14 comprend un circuit hâcheur 31 comportant des interrupteurs 20 et 21 commandés par un circuit de commande 19 et des diodes 22 et 23, et un circuit résonant 10 comportant les condensateurs 24 et 25 et la bobine 26. Le circuit résonant 10 est connecté à un enroulement primaire 28 d'un transformateur d'isolement 9 dont le circuit secondaire 27 comporte le filament 15 de la cathode du tube radiogène 30. Le filament 15 est éventuellement alimenté par l'intermédiaire d'un circuit redresseur 29 qui est par exemple du type à diodes et à condensateur de filtrage.

Le circuit de régulation 12 comprend un circuit de détection 8 du courant de chauffage du filament et un circuit de mesure 16 de ce courant de chauffage du filament, un circuit comparateur 17 du courant mesuré avec une valeur prédéterminée, dite de consigne, un circuit convertisseur 18 tension-fréquence variable qui est appliqué au circuit onduleur 14 de manière à en modifier la fréquence et ainsi obtenir un courant de chauffage dont la valeur est égale à une valeur de consigne Ic.

Le dispositif qui vient d'être décrit succinctement présente les inconvénients suivants. Le blocage brutal des transistors des interrupteurs 20 et 21 du circuit onduleur 14 donne naissance à des variations rapides du courant qui créent des signaux parasites, ces derniers perturbant les circuits environnants et, notamment, le circuit primaire 28 du transformateur qui comporte le circuit de détection 8 du courant de chauffage. Les signaux de mesure comportent donc des parasites qui créent une erreur dans le circuit de régulation 12. Lorsque cette erreur est reproductible, elle peut-être corrigée par étalonnage du dispositif.

Une telle reproductibilité n'est possible que si le régime de fonctionnement est stable, ce qui est obtenu par une régulation de la tension E de la source 13.

Le blocage brutal des transistors du circuit onduleur 14 a aussi pour effet que le courant qui circule dans le filament 15 a une forme évoluant entre la sinusoïde et la dent de scie lorsque la tension E de la source varie. Or, dans le circuit de régulation 12, il est prévu de calculer le courant efficace qui caractérise la température du filament en portant au carré la mesure effectuée. Lorsque le courant de chauffage se rapproche de la dent de scie, sa valeur au carré présente des pointes qui correspondent à des harmoni-

ques de rang élevé que le circuit de mesure de la valeur efficace ne peut reproduire car sa bande passante est insuffisante. Pour éviter un tel phénomène, il est connu de réguler la tension E de la source de tension 13.

Un but de la présente invention est donc de réaliser un circuit d'alimentation dans lequel les phases de fonctionnement du circuit onduleur ne comportent pas de blocage brutal du courant dans les semi-conducteurs, ni de forme d'onde de courant de filament présentant des harmoniques élevés.

Pour atteindre ce but, l'invention propose un circuit onduleur du type hyporésonant à fonctionnement discontinu dans lequel la fréquence de commutation des semi-conducteurs du circuit onduleur est inférieure à la fréquence de résonance du circuit résonant et dans lequel la commutation des semi-conducteurs est effectuée lorsque le courant dans ces derniers est nul.

L'invention concerne donc un dispositif d'alimentation et de régulation du courant d'un filament d'une cathode d'un tube radiogène comportant un circuit d'alimentation en courant dudit filament et un circuit de régulation dudit courant, ledit circuit d'alimentation comprenant :

- une source de tension continue,
- un circuit onduleur du type à semi-conducteurs pour obtenir des impulsions de courant à partir de la source de tension continue,
- un circuit de régulation qui fournit des impulsions haute fréquence pour commander les semi-conducteurs dudit circuit onduleur, et
- un transformateur d'isolement dont l'enroulement primaire est connecté à la sortie du circuit onduleur, caractérisé en ce que :
- le circuit onduleur est du type hyporésonant à fonctionnement discontinu dans lequel la fréquence de commutation des semi-conducteurs du circuit onduleur est inférieure à la fréquence de résonance du circuit résonant et dans lequel la commutation des semi-conducteurs est effectuée lorsque le courant dans ces derniers est nul, ledit circuit onduleur fournissant des impulsions de courant audit transformateur d'isolement,
- le transformateur d'isolement, du type impulsionnel, a son enroulement secondaire directement connecté audit filament de la cathode.

Le circuit de régulation de la figure 1, correspondant à l'art antérieur, présente un temps de retard important entre l'application d'une valeur de consigne et la réalisation de cette consigne au niveau du courant de filament. Ce temps de retard est dû au filtrage introduit par le circuit de calcul de la valeur efficace du courant de filament dans la chaîne de mesure. Or, tout filtrage dans la chaîne de mesure est équivalent à une dérivation dans la chaîne directe, dérivation qui est source d'instabilité. Pour éviter cette instabilité, la

chaîne directe comporte un filtrage qui limite beaucoup la bande passante de la boucle d'asservissement, ce qui se traduit par le retard signalé ci-dessus.

Un autre but de la présente invention est donc de réaliser un circuit de régulation qui ne comporte pas de circuit de filtrage dans la chaîne de mesure.

Pour atteindre un tel but, le signal de mesure est élevé du carré et est comparé à la valeur au carré d'une consigne et il n'est donc pas nécessaire d'utiliser un circuit de calcul de la racine carrée qui comporterait un circuit de filtrage.

Ainsi le circuit de régulation est caractérisé en ce qu'il comprend :

- un circuit de mesure du courant $I(t)$ dans le filament,
- un circuit de calcul du carré $I^2(t)$ du courant $I(t)$,
- un circuit différentiateur pour obtenir la différence ε entre $I^2(t)$ et un signal I_{ref}^2 représentant le carré du courant I_{ref} à obtenir dans le filament,
- un circuit intégrateur de la différence ε ,
- un circuit comparateur pour comparer le signal intégré à un seuil et obtenir un signal de sortie dès que le signal intégré dépasse ledit seuil,
- un circuit de commande du circuit onduleur qui est commandé par le signal de sortie du deuxième circuit comparateur et fournit des signaux de commande des interrupteurs du circuit onduleur de manière à créer une impulsion de courant dans l'enroulement primaire du transformateur.

D'autres buts, caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description suivante d'un exemple particulier de réalisation, ladite description étant faite en relation avec les dessins joints dans lesquels :

- la figure 1 est un schéma fonctionnel d'un dispositif d'alimentation et de régulation du courant de filament d'un tube radiogène selon l'art antérieur,
- la figure 2 est un schéma fonctionnel d'un dispositif d'alimentation et de régulation du courant de filament d'un tube radiogène selon la présente invention.
- la figure 3 est un schéma fonctionnel simplifié du circuit de commande 51 du schéma de la figure 2, et
- les figures 4-a à 4-h sont des diagrammes de signaux en fonction du temps qui sont utiles pour la compréhension du fonctionnement du dispositif d'alimentation et de régulation selon la présente invention.

Le schéma de la figure 1 a été décrit succinctement dans le préambule pour montrer certains inconvénients des dispositifs d'alimentation et de régulation du courant de filament de tubes radiogènes selon l'art antérieur.

Le dispositif d'alimentation et de régulation du

courant d'un filament 40 de cathode d'un tube radiogène 41 comportant une anode 42 comprend un circuit d'alimentation en courant 43 et un circuit de régulation 44 du courant circulant dans le filament 40.

Le circuit d'alimentation 43 comprend une source de tension continue 45, un circuit onduleur 46 et un transformateur d'isolement 50.

La source de tension continue 45 peut être de tous types connus sans régulation de tension. Elle comprend, par exemple, une source 47 de tension alternative qui est connectée à des diodes D1 à D4 montées en pont redresseur double alternance. Les bornes de sortie du pont redresseur sont connectées au circuit onduleur 46 par l'intermédiaire d'une cellule de filtrage qui est constituée principalement d'un condensateur électrolytique C1.

Le circuit onduleur 46 comprend un circuit hâcheur 48 et un circuit résonant 49.

Le circuit hâcheur 48 comprend, par exemple, deux transistors à effet de champ T1 et T2 qui sont connectés en série sur les bornes de sortie du circuit d'alimentation 45 et deux diodes D5 et D6 qui sont connectées respectivement en parallèle entre le drain et la source des transistors T1 et T2 dont les sorties sont connectées chacune à la grille de commande du transistor T1 ou T2 de manière que leur anode soit connectée à la source du transistor correspondant. Il comprend également un circuit de commande 51 des transistors T1 et T2.

Le circuit résonant 49 comprend, par exemple, deux condensateurs C2 et C3 qui sont connectés en série sur les bornes de sortie du circuit onduleur 48 et une bobine L1 dont une borne est connectée directement à l'anode de la diode D5 et dont l'autre borne est connectée, par l'intermédiaire d'un enroulement primaire 52 du transformateur 50, au point commun C des condensateurs C2 et C3.

Le transformateur d'isolement 50, du type à impulsions, comporte, outre l'enroulement primaire 52, un enroulement secondaire 53 dont les bornes de sortie sont connectées directement au filament 40 de la cathode du tube radiogène 41. Il est à remarquer que, par rapport au schéma de la figure 1, il n'y a pas de circuit redresseur dans le circuit secondaire de sorte que le filament 40 est alimenté en courant impulsif. Cependant, le dispositif selon l'invention peut être mis en oeuvre dans le cas où un circuit redresseur est connecté entre l'enroulement secondaire 53 et le filament 40.

Le circuit onduleur 46 est du type hyporésonant, c'est-à-dire que la fréquence de commutation des transistors T1 et T2, telle que définie par le circuit de commande 51, est inférieure à la fréquence de résonance du circuit résonant 49.

Le circuit de régulation 44 comprend un circuit 54 de détection et de mesure du courant de chauffage $I(t)$ qui est connecté, par exemple, dans le circuit primaire 52 du transformateur 50. Le signal détecté par

ce circuit de mesure est appliqué à un circuit multiplicateur 55 qui effectue la multiplication du signal d'entrée proportionnel à $I(t)$ par lui-même de sorte que le signal à la sortie est proportionnel à $I^2(t)$. Le signal sortie proportionnel à $I^2(t)$, est appliqué à une entrée d'un circuit différentiateur 56 qui reçoit par ailleurs, sur son autre entrée, un signal de référence I_{ref}^2 correspondant au courant I_{ref} que l'on souhaite obtenir dans le filament 40. Ce signal I_{ref}^2 est fourni par un dispositif de commande 59. Le signal d'erreur $\varepsilon = I_{ref}^2 - I^2(t)$ est appliqué à un circuit intégrateur 57 dont le signal de sortie est appliqué à un comparateur 58 dont le potentiel de référence est la masse. Le comparateur 58 fournit une impulsion dès que le signal intégré est, par exemple, supérieur au potentiel de la masse et cette impulsion dure jusqu'au moment où ledit signal intégré devient inférieur au potentiel de la masse. Cette impulsion, fournie par le comparateur 58, est appliquée au circuit de commande 51 pour déclencher la conduction de l'un ou l'autre transistor T1 ou T2 selon que le transistor qui a été précédemment conducteur a été T2 ou T1.

La figure 3 est un schéma fonctionnel simplifié du circuit de commande 51; ce dernier comprend un circuit logique ET 60 dont une entrée 60-a est connectée à la sortie du circuit comparateur 58 et dont l'autre entrée 60-b est connectée à un circuit retardateur 64. La sortie du circuit ET 60 est connectée, d'une part, à une entrée d'un circuit bistable 61 et, d'autre part, à l'entrée de deux circuits retardateurs, l'un référencé 64 et l'autre référencé 65. Le circuit bistable 61 comporte deux sorties 61-a et 61-b, correspondant la première à l'état 1 et la deuxième à l'état 0, qui sont connectées respectivement à une des deux entrées de circuits logiques ET 62 et 63. L'autre entrée des circuits ET 62 et 63 est connectée à la sortie du circuit retardateur 65.

Le circuit ET 60 fournit une impulsion de commande de changement d'état du circuit bistable 61 chaque fois que le circuit 58 fournit une impulsion et qu'un certain temps ou délai Θ_1 s'est écoulé depuis la dernière impulsion. Ce délai Θ_1 est obtenu à l'aide du circuit retardateur 64.

Le circuit bistable 65 fournit les signaux de commande des transistors T1 et T2 par l'intermédiaire des circuits ET 62 et 63 dont l'ouverture est commandée par le signal du circuit retardateur 65 qui fixe la durée minimale de conduction Θ_2 desdits transistors.

Les valeurs de Θ_1 et Θ_2 peuvent être respectivement de 50 microsecondes et 37 microsecondes dans le cas où la fréquence maximale de commutation est de 20 kilohertz.

Le fonctionnement du dispositif d'alimentation et de régulation selon l'invention sera maintenant expliqué à l'aide des figures 2, 3 et 4 en supposant qu'une impulsion T'1, (figure 4-g) est appliquée au temps t_0 à l'électrode de commande du transistor T1. Cette

impulsion T'1 rend et maintient conducteur le transistor T1 et un courant i_1 (figure 4-a) dit positif, circule dans le transistor T1, la bobine L1, l'enroulement primaire 52 du transformateur 50, les condensateurs C2 et C3 et la source 45 (en fait $i_1/2$ dans chaque condensateur).

Ce courant i_1 donne naissance à une tension V (figure 4-b) de forme sinusoïdale aux bornes de l'enroulement primaire 52 et il en résulte un courant I(t) (figure 4-c) dans l'enroulement secondaire 53 du transformateur 50, courant d'allure identique au courant i_1 circulant dans l'enroulement primaire.

Le courant i_1 charge le condensateur C3 et décharge le condensateur C2 du circuit résonant et leur tension de charge s'oppose à la circulation du courant i_1 de sorte que ce dernier s'annule au temps t_1 . Le condensateur C3 se décharge ensuite alors que le condensateur C2 se charge et un courant i_2 (figure 4-a), dit négatif, circule dans les condensateurs C2 et C3 (en fait $i_2/2$ dans chaque condensateur), l'enroulement primaire 52, la bobine L1 la diode D5 et la source 45. Ce courant négatif donne naissance à une tension négative (figure 4-b) aux bornes de l'enroulement primaire 52 et, par voie de conséquence, à un courant I(t) (figure 4-c) négatif dans l'enroulement secondaire 53. Lorsque le courant i_2 s'annule, l'impulsion est terminée.

Après un temps variable qui est déterminé par le circuit de régulation, une impulsion T'2 est appliquée à l'électrode de commande du transistor T2 au temps t'_0 pour le rendre conducteur. Un courant i'_1 , dit négatif, circule alors dans le transistor T2, la source 45, les condensateurs C2 et C3 (en fait $i'_1/2$ dans chaque condensateur), l'enroulement primaire 52 du transformateur 50 et la bobine L1. Ce courant négatif donne naissance à une tension V négative (figure 4-b) aux bornes de l'enroulement primaire 52 et il en résulte un courant I(t) négatif (figure 4-c) dans l'enroulement secondaire 53 du transformateur 50, courant d'allure identique au courant i'_1 circulant dans l'enroulement primaire.

Le courant i'_1 négatif charge le condensateur C2 et décharge le condensateur C3 et leur tension de charge s'oppose à la circulation du courant i'_1 de sorte que ce dernier s'annule au temps t'_1 . Le condensateur C2 se décharge ensuite tandis que le condensateur C3 se charge et un courant i'_2 positif circule dans les condensateurs C2 et C3 (en fait $i'_2/2$ dans chaque condensateur), l'enroulement primaire 52, la bobine L1, la diode D6 et la source 45. Ce courant positif donne naissance à une tension positive (figure 4-b) aux bornes de l'enroulement primaire 52 et, par voie de conséquence, à un courant I(t) positif (figure 4-c) dans l'enroulement secondaire 53. Lorsque le courant i'_2 s'annule, l'impulsion est terminée.

Le circuit de commande 51, décrit en relation avec la figure 3, fonctionne de la manière suivante en supposant que le transistor qui vient d'être conduc-

teur est le transistor T2. Lorsque le circuit 58 fournit l'impulsion 70 (figure 4-f), son front avant commande le changement l'état (mise à l'état 1) du circuit bistable 61 par l'intermédiaire du circuit ET 60 à condition que la deuxième entrée de ce circuit ET reçoive le signal d'autorisation 71 (figure 4-h) donnée par le circuit retardateur 64. Le signal fourni par le circuit ET 60 remet à zéro les deux circuits retardateurs 64 et 65 de manière que le circuit ET 60 se ferme pendant le temps Θ_1 (figure 4-h) et que les circuits ET 62 et 63 s'ouvrent pendant le temps Θ_2 (figure 4-g). Cependant, seul le circuit ET 62, qui reçoit le signal d'état 1 du circuit bistable 61, fournit un signal qui rend conducteur le transistor T1.

Comme on l'a indiqué précédemment, la durée de ce signal est déterminée par la durée Θ_2 du signal T'1 fourni par le circuit retardateur 65, c'est-à-dire au moins égale à la demi-période de la fréquence maximale de commutation, de manière que le transistor T1 (ou T2) soit maintenu dans l'état conducteur pendant le temps Θ_2 . Le signal T'1 (ou T'2) se termine donc toujours après l'instant t_1 (ou t'_1).

Un temps Θ_1 après l'impulsion 70, le circuit retardateur 64 fournit un signal 71' d'ouverture du circuit ET 60 de sorte que l'impulsion suivante 70' change l'état du circuit bistable 61 qui passe à l'état 0, termine le signal 71' par l'intermédiaire du circuit retardateur 64 et fournit le signal T'2 par l'intermédiaire du circuit retardateur 65. Le circuit ET 63 fournit alors un signal de durée Θ_2 qui rend conducteur le transistor T2.

Lors du cycle suivant, le transistor T1 sera conducteur car le circuit bistable 61 reviendra à l'état 1.

Le circuit de commande 51 décrit en relation avec la figure 3 comporte deux circuits retardateurs 64 et 65 mais on comprend qu'ils peuvent être réalisés à l'aide d'un seul circuit retardateur.

Dans le dispositif d'alimentation et de régulation du courant de filament selon l'invention, la régulation de la valeur du courant est obtenue par des impulsions alternatives de courant qui sont sensiblement identiques mais inverses à chaque cycle mais dont la fréquence varie pour obtenir la valeur souhaitée I_{ref} . Ainsi, dans le cas où I_{ref} augmente la différence ε augmentera et la pente (partie 73-fig. 4-e) du signal intégré augmentera également de sorte que l'impulsion 70' apparaîtra un peu plus tôt et déclenchera donc le transistor T2 plus tôt.

Dans la description du fonctionnement du circuit onduleur, on a indiqué que les courants i_1 , i_2 , i'_1 et i'_2 circulaient dans les condensateurs C2 et C3 mais il est clair que chacun de ces courants se divise en deux parties égales au point C, une moitié vers la branche contenant le condensateur C2 et l'autre moitié vers la branche contenant le condensateur C3.

Revendications

1. Dispositif d'alimentation et de régulation du courant d'un filament (40) d'une cathode d'un tube radiogène (41) comportant un circuit d'alimentation en courant (43) dudit filament comprenant :
 - un circuit onduleur (46) du type à semi-conducteurs pour obtenir des impulsions de courant à partir de la source de tension continue (45),
 - un circuit de régulation qui fournit des impulsions haute fréquence pour commander les semi-conducteurs dudit circuit onduleur (46), et
 - un transformateur d'isolement (50) dont l'enroulement primaire (52) est connecté à la sortie du circuit onduleur (46), caractérisé en ce que :
 - le circuit onduleur (46) est du type hyporésonant à fonctionnement discontinu dans lequel la fréquence de commutation des semi-conducteurs du circuit onduleur est inférieure à la fréquence de résonance du circuit résonant et dans lequel la commutation des semi-conducteurs est effectuée lorsque le courant dans ces derniers est nul, ledit circuit onduleur fournissant des impulsions de courant audit transformateur d'isolement (50), et
 - le transformateur d'isolement (50), du type impulsif, a son enroulement secondaire (53) directement connecté audit filament (40) de la cathode.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que le circuit de régulation (44) comprend :
 - un circuit de détection (54) du courant $I(t)$ dans le filament (40),
 - un circuit de calcul (55) du carré $I^2(t)$ du courant $I(t)$,
 - un circuit différenciateur (56) pour obtenir la différence ε entre $I^2(t)$ et un signal I_{ref}^2 représentant le carré du courant I_{ref} à obtenir dans le filament (40).
 - un circuit intégrateur (57) de la différence ε ,
 - un circuit comparateur (58) pour comparer le signal intégré à un seuil et obtenir un signal de sortie dès que le signal intégré dépasse ledit seuil,
 - un circuit de commande (51) du circuit onduleur (46) qui est commandé par le signal de sortie dudit deuxième circuit comparateur (58) et fournit des signaux de commande des interrupteurs (T1, T2) du circuit onduleur (46) de manière à créer des impulsions de courant dans l'enroulement primaire (52) du transformateur.

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que le circuit de commande (51) comprend :
 - un premier circuit ET (60) dont une des deux entrées est connectée à la sortie du deuxième circuit comparateur (58),
 - un circuit bistable (61) dont l'entrée de commande est connectée à la sortie du premier circuit ET (60) de manière à changer d'état à chaque signal fourni par ce dernier,
 - un deuxième circuit ET (62) dont une des deux entrées est connectée à la sortie du circuit bistable (61) correspondant à l'état 1,
 - un troisième circuit ET (63) dont une des deux entrées est connectée à la sortie du circuit bistable (61) correspondant à l'état 0,
 - un premier circuit retardateur (64) dont l'entrée est connectée à la sortie du premier circuit ET (60) et dont la sortie est connectée à la deuxième entrée du premier circuit ET (60), et
 - un deuxième circuit retardateur 65 dont l'entrée est connectée à la sortie du premier circuit ET (60) et dont la sortie est connectée à l'autre entrée des deuxième et troisième circuits ET (62, 63).

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Speisung und Regelung des Stroms für den Kathodenglühfaden (40) einer Röntgenröhre (41) mit einer Stromspeiseschaltung (43) für den Glühfaden, die folgendes aufweist:
 - eine Wechselrichterschaltung (46) des Typs mit Halbleitern, um Stromimpulse aus einer Gleichspannungsquelle (45) zu erhalten,
 - eine Regelungsschaltung, die Hochfrequenzimpulse liefert, um die Halbleiter der Wechselrichterschaltung (46) zu steuern,
 - einen Trenntransformator (50), dessen Primärwicklung (52) mit dem Ausgang der Wechselrichterschaltung (46) verbunden ist; dadurch gekennzeichnet, daß
 - die Wechselrichterschaltung (46) vom hyporesonanten Typ mit diskontinuierlicher Funktionsweise ist, bei dem die Umschaltfrequenz der Halbleiter der Wechselrichterschaltung unter der Resonanzfrequenz des Resonanzkreises liegt, und bei dem die Umschaltung der Halbleiter bewirkt wird, wenn der Strom in diesen Null ist, wobei die Wechselrichterschaltung Stromimpulse an den Trenntransformator (50) liefert, und
 - der Trenntransformator (50) vom Impulstyp eine Sekundärwicklung (53) aufweist, die direkt mit dem Glühfaden (40) der Kathode

verbunden ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelschaltung (44) aufweist:

- eine Erfassungsschaltung (54) für den Strom $I(t)$ in dem Glühfaden (40),
- eine Schaltung (55) zum Berechnen des Quadrats $I^2(t)$ des Stroms $I(t)$,
- eine Differenzschaltung (56) zum Erhalt der Differenz ε zwischen $I^2(t)$ und einem Signal I^2_{ref} , das das Quadrat des in dem Glühfaden (40) zu erhaltenden Stroms I_{ref} darstellt,
- eine Integratorschaltung (59) für die Differenz ε ,
- eine Komparatorschaltung (58) zum Vergleich des integrierten Signals mit einem Schwellenwert und zum Erhalt eines Ausgangssignals, sobald das integrierte Signal den Schwellenwert überschreitet,
- eine Steuerschaltung (51) für die Wechselrichterschaltung (46), die von dem Ausgangssignal der zweiten Komparatorschaltung (68) gesteuert ist und Steuersignale für die Schalter (T1, T2) der Wechselrichterschaltung (46) liefert, so daß Stromimpulse in der Primärwicklung (52) des Transformators erzeugt werden.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (51) folgendes aufweist:

- eine erste UND-Schaltung (60), deren einer von zwei Eingängen mit dem Ausgang der zweiten Komparatorschaltung (58) verbunden ist,
- eine bistabile Schaltung (61), deren Steuerungseingang mit dem Ausgang der ersten UND-Schaltung (60) so verbunden ist, daß sie den Zustand bei jedem von dieser gelieferten Signal verändert,
- eine zweite UND-Schaltung (62), von der einer ihrer beiden Eingängen mit dem dem Zustand 1 entsprechenden Ausgang der bistabilen Schaltung (61) verbunden ist,
- eine dritte UND-Schaltung (63), von der einer ihrer beiden Eingängen mit dem dem Zustand 0 entsprechenden Ausgang der bistabilen Schaltung (61) verbunden ist,
- eine erste Verzögerungsschaltung (64), deren Eingang mit dem Ausgang der ersten UND-Schaltung (60) und deren Ausgang mit dem zweiten Eingang der ersten UND-Schaltung (60) verbunden ist, und
- eine zweite Verzögerungsschaltung (65), deren Eingang mit dem Ausgang der ersten UND-Schaltung (60) und deren Ausgang mit dem anderen Eingang der zweiten und

der dritten UND-Schaltung (62, 63) verbunden ist.

Claims

1. A power supplying and regulating device for the filament (40) of a cathode of a x-ray tube (41) comprising a supply circuit (43) for the said filament comprising:

- an inverter circuit (46) of the type with semiconductors in order to obtain current pulses from the source (45) of DC,
- a regulation circuit which supplies high frequency pulses to drive the semiconductors of said inverter circuit (46), and
- an isolating transformer (50) whose primary winding (52) is connected with the output of the inverter circuit (46), characterized in that:
- the inverter circuit (46) is of the hyporesonant, discontinuously functioning type wherein the switching frequency of the semiconductors of the inverter circuit is below the resonant frequency of the resonant circuit and wherein the switching of the semiconductors is caused when the current in the latter is zero, the said inverter circuit furnishing current pulses to the said isolating transformer (50), and
- the isolating transformer (50), of the pulse type, having its secondary winding (53) directly connected with the said filament (40) of the cathode.

2. The device as claimed in claim 1, characterized in that the regulation circuit (44) comprises:

- a detection circuit (54) for the current $I(t)$ through the filament (40),
- a computing circuit (55) for the square $I^2(t)$ of the current $I(t)$,
- a differentiating circuit (56) in order to obtain the difference ε between $I^2(t)$ and a signal I^2_{ref} representing the square of the current I_{ref} to be produced in the filament (40),
- an integrating circuit (57) for the difference ε ,
- a comparison circuit (58) in order to compare the integrated signal with a threshold and obtain an output signal as soon as the integrated signal exceeds the said threshold,
- a control circuit (51) for the inverter circuit (46) which is driven by the output signal of said second comparison circuit (68) and furnishes control signals for the switches (T1, T2) of the inverter circuit (46) in such a manner as to generate current pulses in the

primary winding (52) of the transformer.

3. The device as claimed in claim 2, characterized in that the control circuit (51) comprises:

- a first AND circuit (60) of which one of the two inputs is connected with the output of the second comparison circuit (58),
- a bistable circuit (61) whose control input is connected with the output of the first AND circuit (60) in such a manner as to change in state at each signal supplied by the same,
- a second AND circuit (62) of which one of the two inputs is connected with the output of the bistable circuit (61) corresponding to the 1 state,
- a third AND circuit (63) of which one of the two inputs is connected with the output of the bistable circuit (61) corresponding to the 0 state,
- a first delay circuit (64) whose input is connected with the output of the first AND circuit (60) and whose output is connected with the second input of said first AND circuit (60), and
- a second delay circuit 65 whose input is connected with the output of the first AND circuit (60) and whose output is connected with the other input of the second and third AND circuits (62, 63).

30

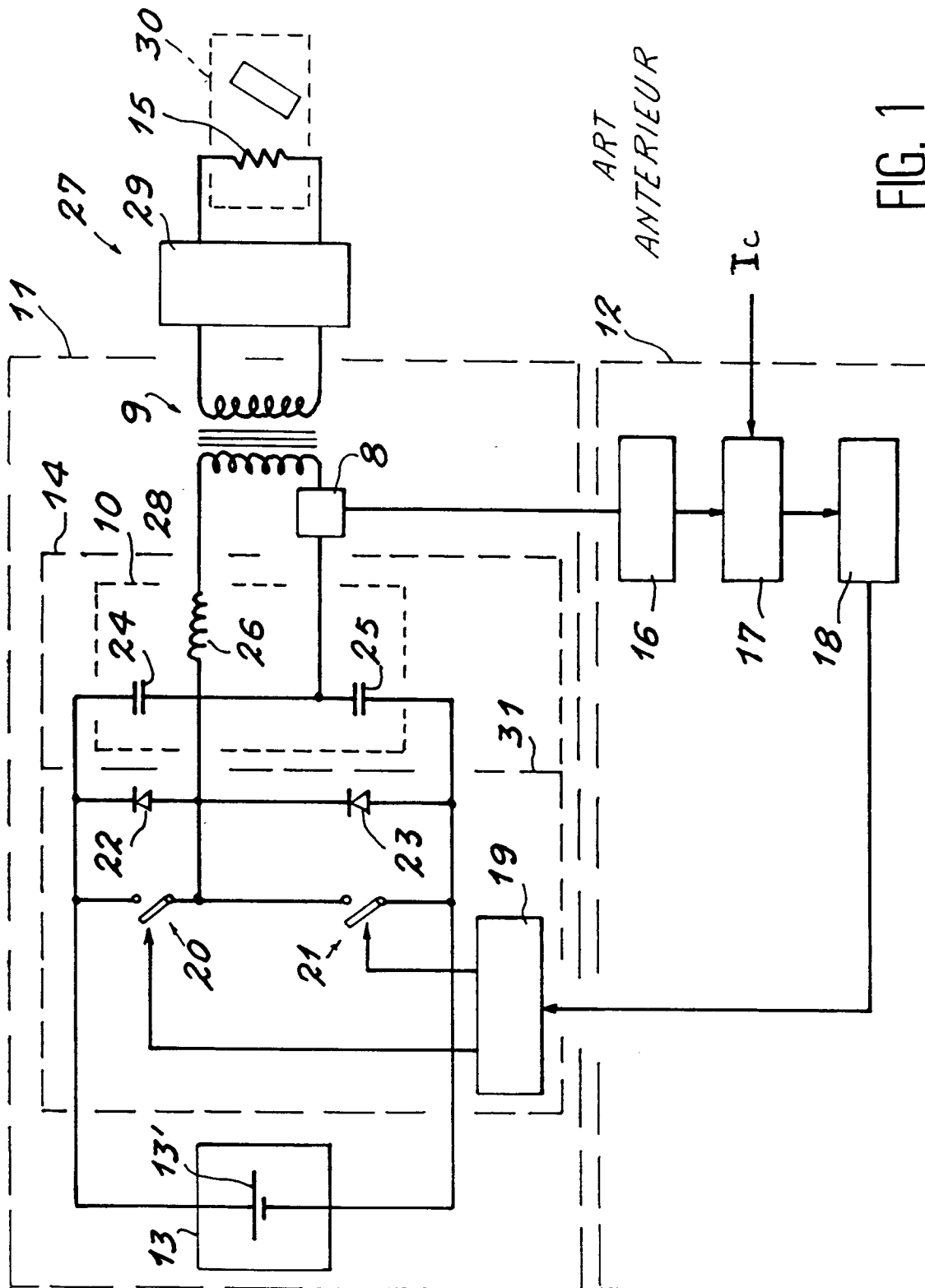
35

40

45

50

55



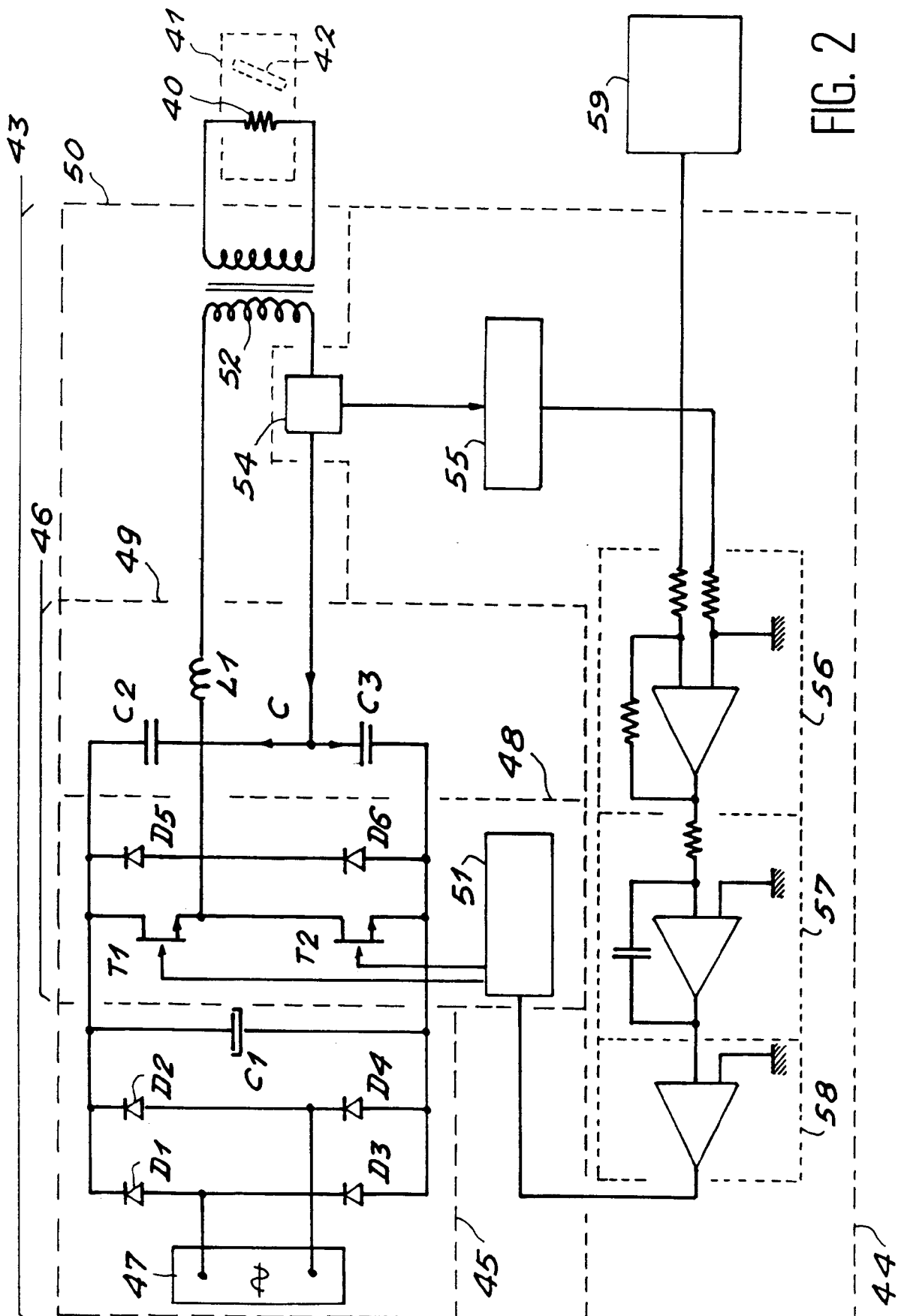


FIG. 2

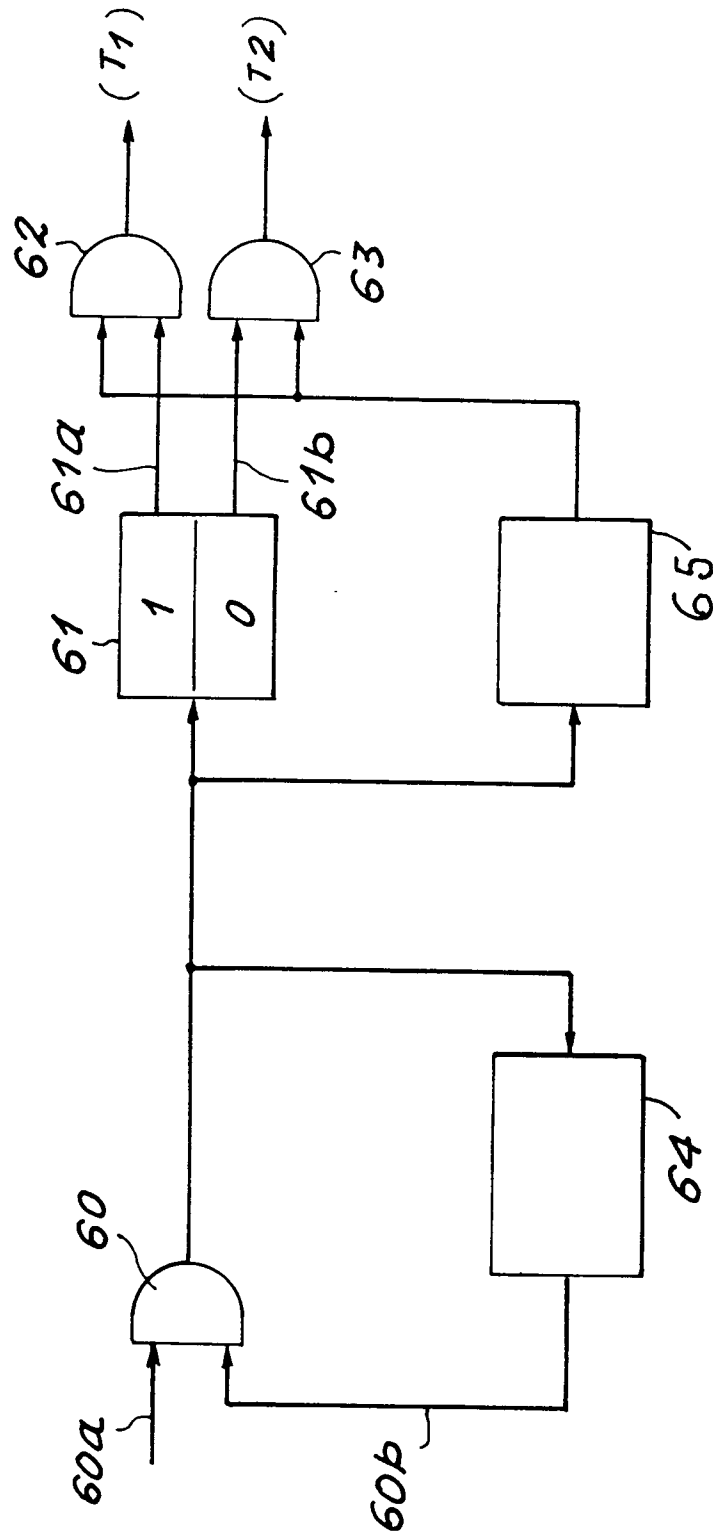


FIG. 3

