

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 21.04.04.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 28.10.05 Bulletin 05/43.

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 GLOBAL
TECHNOLOGY COMPANY, LLC. — US.

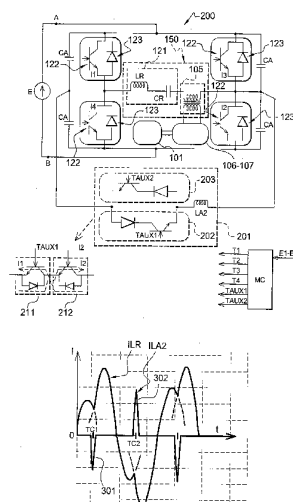
72 Inventeur(s) : MELHEM WISSAM.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET SCHMIT CHRETIEN
SCHIHIN.

54 ALIMENTATION STABILISEE POUR TUBES A RAYONS X.

57 La présente invention concerne essentiellement une
alimentation stabilisée pour tubes à rayons X, comportant
un premier circuit redresseur, un circuit onduleur compor-
tant des interrupteurs principaux, un transformateur, un
deuxième circuit redresseur, un circuit (150) d'oscillation et
un circuit onduleur (200). Cette alimentation comporte en
outre un circuit (201) auxiliaire pilotable connecté parallèle-
ment au circuit (150) d'oscillation. Ce circuit (201) auxiliaire
a pour objet de dupliquer des dates (t1, t2) de commutation
des interrupteurs (I1-I4) de l'onduleur afin de limiter un phé-
nomène de recouvrement se produisant pour ces interrup-
teurs (I1-I4) lors de commutations.



Alimentation stabilisée pour tubes à rayons X

La présente invention concerne une alimentation stabilisée pour tubes à rayons X. L'invention a pour but de limiter des pertes de puissance d'une telle alimentation. L'invention trouve une application particulièrement avantageuse
5 mais non exclusive dans le domaine de l'imagerie médicale.

De manière générale, un tube à rayons X comporte une cathode et une anode. La cathode comporte un filament à travers lequel un courant, dit courant de chauffage, circule. Un signal électrique de tension continue élevée de 150
10 kV environ est appliqué entre l'anode et la cathode du tube. La tension de ce signal donne naissance à un flux d'électron qui circule de la cathode vers l'anode. En général, un point de fonctionnement du tube est défini par la tension appliquée entre l'anode et la cathode et le courant de chauffage parcourant le filament. Ainsi, pour une tension appliquée à ses bornes donnée et une
15 intensité de courant le parcourant réglée par le courant de chauffage, le tube à rayons X peut être considéré comme une résistance variable.

Pour appliquer un signal électrique de tension continue élevée entre l'anode et la cathode, on utilise en général une alimentation stabilisée comportant notamment deux ponts de diodes, un onduleur et un transformateur.

Pour hacher un signal électrique de tension continue, l'onduleur comporte des interrupteurs composés chacun d'une diode et d'un élément commandé tel qu'un transistor ou un thyristor. Deux par deux, ces interrupteurs assurent successivement l'application d'une tension continue dans un sens, puis dans un autre, aux bornes d'un circuit oscillant pour y créer des alternances
20 positives et négatives du courant. Dans un exemple de réalisation, un signal électrique commande un transistor de l'interrupteur. Lorsque ce signal rend le transistor passant, l'interrupteur est fermé. Lorsque ce signal bloque le transistor, l'interrupteur est ouvert.

Au moment d'une ouverture d'un interrupteur, une surtension associée à
30 une variation d'un courant est observable aux bornes de cet interrupteur. Ce phénomène se produit à l'instant, appelé instant d'amorçage, où ces diodes deviennent bloquées. Durant cet instant d'amorçage, un recouvrement entre la tension aux bornes de cet interrupteur et le courant traversant cet interrupteur engendre une consommation inutile d'énergie. Cette énergie inutile dissipée
35 par les interrupteurs est quasiment négligeable pour une fréquence de

2

commutation faible. En revanche, cette énergie n'est pas négligeable pour une fréquence de commutation élevée, comme c'est le cas pour l'onduleur du tube à rayon X.

5 Pour atténuer la surtension de l'amorçage, on connaît un onduleur à résonance. Cet onduleur possède une fréquence de commutation plus petite qu'une fréquence de résonance d'une charge.

Cet onduleur à résonance fonctionne correctement mais pas de manière aussi efficace que souhaitée. En effet, les interrupteurs de cet onduleur sont connectés à un circuit comportant une bobine qui engendre une surtension observable aux bornes des interrupteurs. Un système d'amortissement est en 10 outre nécessaire pour protéger des interrupteurs pendant un recouvrement des diodes. Ce système peut engendrer des distorsions dans les signaux électriques de l'onduleur et introduire par ailleurs des pertes d'énergie qui diminuent l'efficacité de cet onduleur.

15 L'invention se propose de résoudre ce problème de distorsion et de pertes introduites par le circuit d'amortissement.

A cet effet, dans l'invention, un circuit auxiliaire est connecté à des bornes d'un circuit d'oscillation relié à l'onduleur. Ce circuit auxiliaire a pour objet de dupliquer des dates de commutation des interrupteurs de l'onduleur. 20 En effet, ce circuit auxiliaire est commandé à des dates différentes de celles pendant lesquelles les interrupteurs de l'onduleur sont commandés. Ce circuit auxiliaire permet ainsi de limiter un recouvrement entre tension et courant aux bornes des interrupteurs et donc de limiter une dissipation d'énergie inutile lors de l'instant d'amorçage.

25 Plus précisément, pour commander les commutations des interrupteurs de l'onduleur, ce circuit auxiliaire comporte des éléments commandés. En effet, ce circuit auxiliaire comporte notamment deux circuits d'assistance comportant chacun un transistor qui fonctionne dans un régime de commutation, et une diode connectée en série avec ce transistor. Les deux circuits d'assistance 30 sont montés en parallèle avec le circuit formé par les interrupteurs de l'onduleur.

En outre, des condensateurs connectés en parallèle avec les interrupteurs de l'onduleur peuvent rentrer en résonance avec une bobine connectées en série avec les circuits d'assistance.

L'invention concerne donc une alimentation stabilisée pour tube à rayons 35 X, comportant :

3

- un premier circuit redresseur de tension connecté à un générateur d'énergie électrique alternative,

- un circuit onduleur connecté au circuit redresseur et comportant des interrupteurs principaux, et un circuit d'oscillation,

5 - un transformateur connecté à l'onduleur, et

- un circuit résonnant, le transformateur étant connecté en série dans ce circuit résonnant,

- un deuxième circuit redresseur pour redresser le signal alternatif observable en sortie du transformateur et

10 caractérisée en ce que

- le circuit onduleur comporte en outre un circuit auxiliaire pilotable et connecté parallèlement au circuit d'oscillation.

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à la vue des figures qui l'accompagnent. Ces figures sont données à titre
15 illustratif mais nullement limitatif de l'invention. Ces figures montrent :

- Figure 1a : une structure d'une alimentation stabilisée reliée à un tube à rayons X;

- Figure 1b : un onduleur à résonance de l'état de la technique;

20 - Figure 2 : un onduleur réalisé selon l'invention comportant un circuit auxiliaire connecté en parallèle avec un circuit d'oscillation;

- Figure 3 : une représentation graphique de signaux électriques de courant parcourant un circuit d'oscillation et un circuit auxiliaire d'un onduleur selon l'invention;

25 - Figures 4 : des chronogrammes de différents signaux électriques observables dans l'onduleur selon l'invention.

La figure 1a montre une alimentation 100 stabilisée alimentant un tube 101 à rayons X. Cette alimentation 100 comporte notamment un premier circuit 102 redresseur, un onduleur 104, un transformateur 105 et un deuxième circuit 106 redresseur, connectés en série les uns avec les autres.

30 Un générateur électrique de tension délivre un signal électrique de tension U alternative basse fréquence de basse amplitude. Ce signal électrique de tension U est redressé à l'aide du premier circuit 102 redresseur comportant des diodes. Le signal redressé observable en sortie du premier circuit 102 est lissé notamment par un premier condensateur 103 connecté en parallèle avec

4

des bornes de sortie de ce circuit 102. Ainsi, un signal électrique de tension continue basse est appliqué aux bornes d'entrée A et B de l'onduleur 104.

A partir de ce signal électrique de tension continue basse, l'onduleur 104 engendre à sa sortie un signal électrique de courant alternatif haute fréquence.

5 Ce signal électrique de courant alternatif haute fréquence est appliqué aux bornes d'entrée du transformateur 105. Comme le rapport de transformation du transformateur est très important, un signal électrique de courant alternatif haute fréquence est observable entre des bornes de sortie du transformateur 105. On note par ailleurs que ce rapport est choisi en fonction de caractéristiques d'un
10 tube à rayons X donné.

Le signal électrique de courant haute fréquence est appliqué à des bornes d'entrée du deuxième pont 106 redresseur comportant des diodes. Le signal électrique de tension observable entre des bornes de sortie de ce pont est lissé notamment à l'aide d'un deuxième condensateur 107 connecté en
15 parallèle avec le deuxième pont 106. Aux bornes de ce deuxième condensateur 107, un signal électrique de tension continue élevée est donc observable.

Comme les bornes du condensateur 107 sont reliées aux bornes du tube à rayons X 101, le signal électrique de tension continue élevée est appliqué entre la cathode et l'anode du tube. Un flux d'électron 108 apparaît alors entre
20 cette cathode 109 et cette anode 110 et entraîne une émission de rayons X.

La figure 1b montre une composition de l'onduleur 104 situé entre le premier pont redresseur 102 et le transformateur 105. Le circuit 104 de la figure 1b est un onduleur à résonance de l'état de la technique.

Le circuit 104 comporte notamment quatre interrupteurs I1-I4 principaux montés deux à deux en série et une source E de tension. Cette source E délivre
25 une tension continue de valeur E et correspond au signal électrique de tension observable aux bornes du premier condensateur 103. Par ailleurs, cette source de tension, connectée en série avec une bobine LA1, est connectée entre deux points milieux du circuit constitué par les quatre interrupteurs I1-I4 principaux.
30 On dit aussi que la source et la bobine LA1 sont connectés au bus continu du circuit constitué par les quatre interrupteurs I1-I4.

Un circuit 150 d'oscillation est connecté entre deux points milieu du circuit constitué par les quatre interrupteurs principaux I1-I4, ces deux points milieu étant autres que ceux auxquels sont connectés l'inductance LA1 et la
35 source E. Dans ce circuit 150 d'oscillation, un circuit 121 résonant et le primaire

5

du transformateur 105 sont montés en série. Dans une réalisation, le circuit 121 résonant est composé d'une bobine LR montée en série avec un condensateur CR.

5 Les bornes du secondaire du transformateur 105 sont reliées à des bornes d'entrée d'un ensemble 106-107 comportant le deuxième pont 106 de diode et le deuxième condensateur 107. Des bornes de sorties de cet ensemble sont reliées à des bornes du tube 101 à rayons X.

Chaque interrupteur I1-I4 principal est composé d'un transistor 122 et d'une diode 123. Dans chaque interrupteur I1-I4 principal, un émetteur du transistor 122 est relié à une anode de la diode 123 et un collecteur du transistor 122 est relié à la cathode de la diode 123. Les transistors 122 des interrupteurs I1-I4 principaux sont passants lorsque les interrupteurs I1-I4 principaux sont fermés. En revanche, ces transistors 122 sont bloqués lorsque les interrupteurs I1-I4 principaux sont ouverts. La diode 123 autorise un retour d'un courant. La commutation des interrupteurs I1-I4 assure l'application de la tension E aux bornes du circuit 150 d'oscillation dans un sens puis dans un autre.

Plus précisément, dans un état initial où les interrupteurs I1-I2 sont fermés et que les interrupteurs I3-I4 sont ouverts, la tension appliquée au circuit 150 d'oscillation vaut E. A la suite d'une commutation, les interrupteurs I1-I2 sont ouverts et les interrupteurs I3-I4 sont fermés. La tension appliquée au circuit 150 d'oscillation vaut alors -E. Une autre commutation fait retourner les interrupteurs dans leur état initial et ainsi de suite.

Des signaux T1-T4 de commande sont issus d'un micro-contrôleur MC comportant notamment des mémoires et une unité de traitement. Ces signaux de commande appliqués sur la base (ou la grille) des transistors 122 commandent les fermeture des interrupteurs I1-I4 de manière décalée dans le temps. En effet, lorsque les signaux T1 et T2 commande une fermeture les interrupteurs I1 et I2 qui leur sont associés, les signaux T3 et T4 commandent une ouverture des interrupteurs I3 et I4 qui leur sont associés et inversement.

Les signaux T1-T4 de commande sont déterminés à partir de signaux d'entrée E1-EN résultant, dans un exemple, d'une régulation d'un signal de sortie, tel que le signal électrique de tension appliqué aux bornes du tube à rayons X. Dans une réalisation particulière, les signaux E1-EN d'entrée traités

par le microprocesseur modifie une fréquence de sortie de l'onduleur en fonction d'une intensité de rayons X désirée.

Un circuit 124 d'amortissement est connecté au bus continu du circuit constitué par les interrupteurs I1-I4 principaux. Ce circuit 124 d'amortissement permet de limiter des résonances parasites dues notamment à des condensateurs et des bobines parasites des diodes qui apparaissent au moment d'une commutation à haute fréquence. Toutefois on l'a vu, ce circuit 124 engendre des pertes d'énergie et peut induire des distorsion dans les signaux de l'onduleur.

La figure 2 montre un onduleur 200 réalisé selon l'invention. Les interrupteurs I1-I4 principaux, le circuit d'oscillation 150, l'ensemble 106-107 comportant le deuxième pont 106 de diode et le deuxième condensateur 107, le tube 101, et la génératrice de tension E sont toujours présents dans cet onduleur 200 réalisé selon l'invention. En revanche, le circuit 124 amortisseur et la bobine LA1 du circuit 104 onduleur de l'état de la technique ont été remplacés par un circuit 201 auxiliaire et des condensateurs CA.

En effet, les condensateurs CA sont connectés en parallèle avec chaque interrupteur I1-I4 principal. Et le circuit 201 auxiliaire est connecté parallèlement au circuit 150 d'oscillation. Ce circuit 201 auxiliaire comporte deux circuits d'assistance 202 et 203 montés en parallèle, et une bobine LA2 connectée en série avec les deux circuits 202 et 203.

La commutation des circuits 202 et 203 d'assistance associée à la commutation des différents interrupteurs I1 I4 principaux permet de limiter une puissance dissipée par les diodes et d'éliminer un problème relatif au recouvrement de ces diodes.

Par ailleurs, la bobine LA2 associée aux condensateurs CA peut faire entrer en résonance un courant les traversant. Cette entrée en résonance permet notamment, comme on va le voir dans la figure 4a, d'éliminer des pertes d'énergie lors d'un blocage des diodes 123, en compensant des tensions de certains signaux.

Comme pour l'onduleur 104, les signaux T1-T4 commandant les interrupteurs I1-I4 sont émis par un micro-contrôleur MC. Des signaux TAUX1-TAUX2 commandant les circuits 201 et 202 d'assistance sont en outre émis par le micro-contrôleur MC. Ces signaux TAUX1 et TAUX2 permettent de commander, comme on va le voir dans la figure 2a les circuits auxiliaires à des

dates différentes. Tous les signaux T1-T4 et TAUX1-TAUX2 sont là encore élaborés à partir d'un traitement de signaux d'entrée E1-EN qui peuvent permettre une régulation en tension de l'alimentation stabilisée 100. Dans un exemple, les signaux E1-EN sont obtenus à partir de comparateurs afin de
5 comparer le signal délivré par l'onduleur à un signal de consigne.

Les circuits 202 et 203 d'assistance sont réalisés à partir de deux circuits élémentaires comportant chacun une diode et un transistor. Ces circuits élémentaires sont montés tête bêche. Par tête bêche, on entend qu'un émetteur du transistor du premier circuit 202 d'assistance est relié à l'anode de la diode
10 du deuxième circuit 203 d'assistance; et que l'émetteur du transistor du deuxième circuit 203 d'assistance est relié à l'anode de la diode du premier circuit 202 d'assistance.

Ces deux circuits d'assistance 202 et 203 peuvent être réalisés à partir de composants indépendants, par exemple à partir d'un assemblage d'une
15 diode et d'un transistor de type MOS ou bipolaire. Toutefois, il est possible d'utiliser des interrupteurs 211 et 212 auxiliaires comportant un transistor et une diode pour réaliser ces circuits d'assistance. Ces interrupteurs sont du même type que les interrupteurs I1-I4 principaux.

Ainsi, dans une réalisation particulière, deux interrupteurs 211 et 212
20 sont connectés en série, de manière à ce que les collecteurs des transistors et les anodes des diodes soient reliés ensemble à un même potentiel. Un courant I1 peut alors circuler dans un sens à travers ces interrupteurs, lorsque l'interrupteur 211 est fermé. En effet, ce courant I1 circule à travers la diode de l'interrupteur 212 et le transistor de l'interrupteur 211. En revanche, lorsque
25 l'interrupteur 212 est fermé, un courant I2 circule dans un autre sens à travers ces interrupteurs 211 et 212. En effet, le courant I2 circule à travers la diode de l'interrupteur 211 et le transistor de l'interrupteur 212.

En variante, le micro-contrôleur MC est remplacé par un microprocesseur comportant notamment des mémoires et des registres
30 d'entrées - sorties. En variante, ce micro-contrôleur MC est remplacé par un circuit comportant des portes logiques.

La figure 3 montre une représentation graphique d'un courant ILA2 circulant à travers la bobine LA2 du circuit auxiliaire 201 ainsi qu'une représentation graphique d'un courant ILR circulant à travers la bobine LR du
35 circuit résonant 121.

La représentation graphique du courant ILR possède une allure classique d'une représentation graphique d'un courant circulant dans un circuit résonnant d'un onduleur.

En effet, à l'instant TC1 de commutation, les interrupteurs I1 et I2 se ferment, tandis que les interrupteurs I2 et I3 s'ouvrent. La tension au bornes du circuit d'oscillation 150 est alors positive, en sorte que dans un premier temps, une alternance positive est observable dans la représentation du courant ILR. Dans un deuxième temps, l'alternance observable dans la représentation graphique du courant ILR s'inverse. Ce courant ILR est alors négatif et circule dans le circuit formé par, le circuit d'oscillation 150 et se referme sur le générateur E, en passant à travers les diodes 123 de retour des interrupteurs I1 et I2 fermés.

A l'instant TC2, il se produit une commutation, en sorte que les interrupteurs I1 et I2 s'ouvrent et les interrupteurs I3 et I4 se ferment. L'alternance négative se prolonge alors puis devient positive. Par rapport à la commutation de l'instant TC1, les alternances sont inversées. Ensuite à d'autres instants, les interrupteurs I1-I4 commutent à nouveau de manière à rendre périodique le signal ILR de courant.

Les traits discontinus représentent les allures théoriques des représentations graphiques du courant ILR dans le cas où il ne se produirait pas de commutation. La fréquence d'oscillation du signal de courant ILR dépend des valeurs des éléments du circuit 121 résonnant.

Au instants TC1 et TC2 de commutation, on remarque des pics 301 et 302 d'intensité du courant ILA2. Ces pics 301 et 302 sont de sens opposé aux alternances du courant ILR et permettent de limiter un recouvrement des diodes des interrupteurs. En effet, ces pics compensent un courant trop important circulant à travers les diodes des interrupteurs I1-I4 principaux qui peut provoquer une surtension aux bornes de ces interrupteurs lors du blocage des diodes.

Les instants TC1 et TC2 de commutation sont plus détaillés dans les figures 4.

Les figures 4 montrent en effet un diagramme de différents signaux de l'onduleur selon l'invention 200 pendant toute une durée de commutation. Comme cette commutation se produit sur une durée extrêmement courte, le courant ILR traversant la bobine LR est considéré comme constant tout au long

de cette commutation. Les figures 4 mettent tout particulièrement en évidence une influence de la commutation des interrupteurs I1-I4 sur des signaux observables aux bornes de composants de l'onduleur 200.

Plus précisément, les potentiels des signaux T1-T4 de commande des interrupteurs I1-I4 sont représentés au moment d'une commutation, ainsi que les signaux TAUX1-TAUX2 de commande des circuits auxiliaires. Comme le montage de l'onduleur selon l'invention est symétrique, seules les représentations des tensions et des intensités associées aux interrupteurs I1 et I4 sont montrés.

Sur la figure 4a, dans un état initial, on considère que la tension de charge mesurable aux bornes du circuit 150 d'oscillation vaut E. Les interrupteurs I1 et I2 sont fermés et parcourus par un courant négatif. Ainsi, sur les diagrammes, les tensions des signaux T1 et T2 de commande des transistors des interrupteurs I1 et I2 sont non nulles et correspondent à une valeur 1 logique. Par ailleurs, les tensions des signaux TAUX1 et TAUX2 de commande des circuits 202 et 203 auxiliaires sont nuls. Les transistors commandés par ces signaux TAUX1 et TAUX2 sont donc bloqués.

A l'instant t_0 , on commande le circuit auxiliaire de manière à ce que le transistor commandé par le signal TAUX1 devienne passant. Le signal TAUX1 possède alors un potentiel correspondant à un état 1 logique, et la bobine LA2 est reliée à la source de tension continue E par l'intermédiaire des interrupteurs I1 et I2 fermés. Un signal électrique de tension E positive est donc appliqué aux bornes de cette bobine LA2 et l'intensité du courant ILA2 traversant cette bobine augmente avec une pente égale à E/LA .

Les courants circulant à l'intérieur des interrupteurs principaux I1 et I2 correspondent au courant ILA2 et possèdent donc une intensité qui augmente de la manière identique.

A l'instant t_1 , on ouvre les interrupteurs I1 et I2. Les tensions des signaux T1 et T2 de commande valent alors 0. Les quatre condensateurs CA et la bobine LA2 forment alors un circuit de résonance. En effet, deux condensateurs CA sont chargés à +E et les deux autres sont déchargées. Une oscillation commence alors à prendre naissance dans les signaux traversant les composants CA et LA2. La tension VTD1 observable aux bornes de l'interrupteur I1, la tension VTD4 observable aux bornes de l'interrupteur I4 et la tension VTD1 observable aux bornes de l'interrupteur I1 amorcent ainsi des

10

oscillations d'allure différentes. En effet, la tension VTD1 décrit un début d'oscillation symétrique à celui décrit par la tension VTD4, la somme des tensions de ces deux signaux valant E.

5 A la fin de l'oscillation, la tension observable aux bornes des interrupteurs I3 et I4 est alors égale à 0. Plus particulièrement, la tension du signal observable aux bornes des diodes composant ces interrupteurs est nulle. En conséquence, les deux diodes des deux interrupteurs I3 et I4 rentrent en conduction.

10 A l'instant t_2 , les interrupteurs I3 et I4 sont fermés, les diodes qui les composent étant en conduction. La bobine LA2 a alors à ses bornes une tension égale à $-E$. L'intensité du courant ILA2 diminue alors avec une pente égale à $-E/LA$.

15 A l'instant t_3 , les diodes des interrupteurs I3 et I4 se bloquent et les transistors correspondants se mettent à conduire. Les interrupteurs I3 et I4 sont toujours passants.

20 A l'instant t_4 , une intensité du courant ILA2 vaut 0. L'interrupteur I4 et l'interrupteur I3 sont toujours passants. A partir de l'instant t_4 , Le signal de commande de TAUX1 est remis à zéro et le circuit auxiliaire est bloqué. A partir de l'instant t_4 , on peut considérer que la commutation de $+E$ à $-E$ est terminée.

25 Ainsi, le circuit auxiliaire 201 introduit des instants t_0 et t_4 de commutation en plus des instants t_1 et t_2 de commutation des interrupteurs. Cette introduction d'instants de commutation supplémentaires permet de s'assurer que jamais les courants et les tensions traversant les interrupteurs I1-
I4 ne soient non nuls en même temps. Grâce à l'invention, les pics de courant et de tension associés à chaque interrupteur ne se recouvrent donc jamais et il n'y donc plus de perte d'énergie lors d'une commutation. Par exemple, sur la figure 1a, pour l'interrupteur I1, grâce à l'introduction de la date t_0 , la période de transition de la tension entre les instants t_1 et t_2 est bien distincte de la période de transition du courant entre les instants t_0 et t_1 . Alors qu'avant, dans l'état de la technique, ces périodes de transition se superposaient puisqu'elles étaient déclenchées en même temps, au moment de la fermeture de l'interrupteur I1, c'est à dire à l'instant t_1 .

35 En outre, à la faveur des circuits 202 et 203 auxiliaires de l'invention, aucune surtension n'est observable aux bornes des interrupteurs I1-I4

11

principaux. En effet, la tension maximale que ces interrupteurs I1-I4 doivent supporter est égale à la tension maximale de la source de tension E utilisée. En limitant la tension appliquée aux bornes des interrupteurs I1-I4 du circuit principal, le circuit 201 auxiliaire prévient tout dysfonctionnement prématuré de cet onduleur 200. Par ailleurs, les commutations des interrupteurs I1-I4 étant plus précises et moins sujettes à variation, l'alimentation réalisée selon l'invention peut délivrer un signal électrique alternatif dont l'amplitude est très précise.

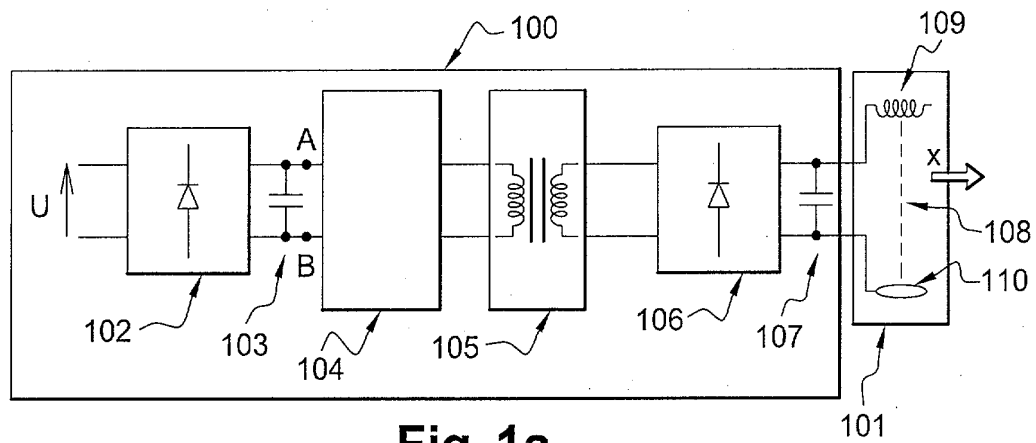
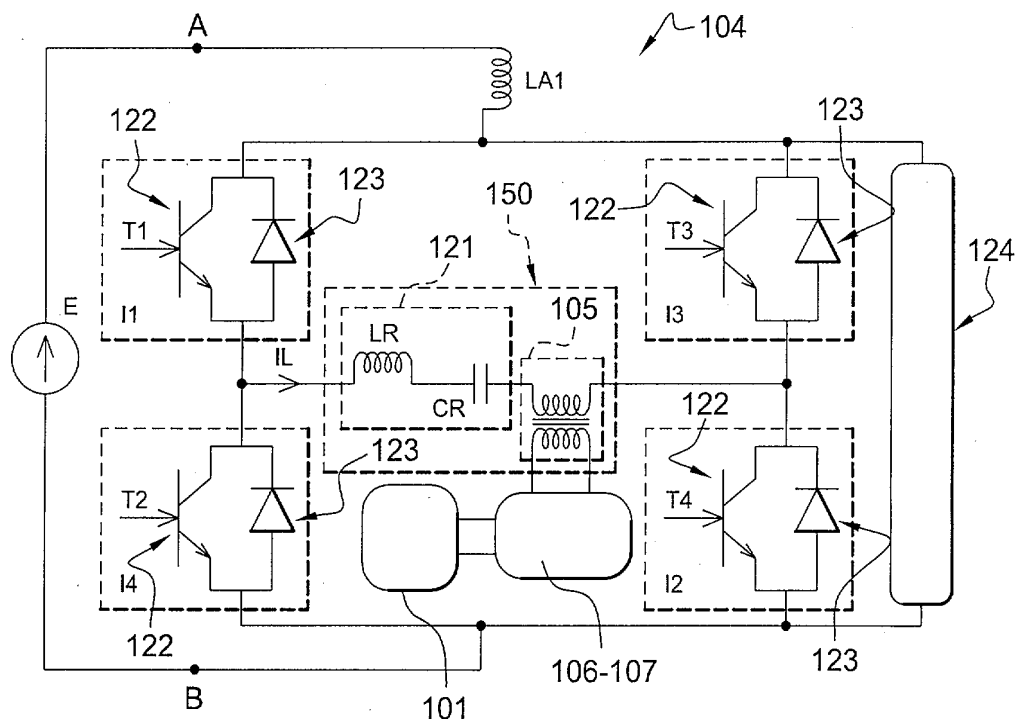
La commutation de $-E$ à $+E$ représentée dans la figure 4b est réalisée de la même manière que celle de $+E$ à $-E$. Toutefois, dans cette commutation, on rend le circuit 203 auxiliaire passant au lieu du circuit 202 auxiliaire. Le signal TAUX2 commandant le circuit auxiliaire 203 permet là encore de dupliquer des dates t_6 et t_7 de commutation correspondant respectivement à l'ouverture de l'interrupteur I1 et à la fermeture de l'interrupteur I4, afin d'introduire des dates t_5 et t_9 permettant de décaler les pics de tension et de courant associés aux interrupteurs.

12

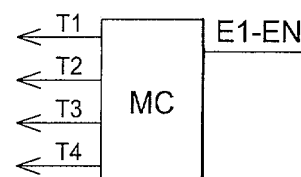
REVENDICATIONS

- 1 - Alimentation (100) stabilisée pour tubes à rayons X, comportant :
- un premier circuit (102) redresseur de tension connecté à un
 - 5 générateur d'énergie électrique alternative,
 - un circuit (200) onduleur connecté au circuit (102) redresseur et comportant des interrupteurs (I1-I4) principaux, et un circuit (150) d'oscillation,
 - un transformateur (105) connecté à l'onduleur (200), et
 - un circuit (121) résonnant, le transformateur (105) étant connecté en
 - 10 série dans ce circuit résonnant,
 - un deuxième circuit (106) redresseur pour redresser le signal alternatif observable en sortie du transformateur et
 - caractérisée en ce que
 - le circuit (200) onduleur comporte en outre un circuit (201) auxiliaire
 - 15 pilotable et connecté parallèlement au circuit (200) d'oscillation.
- 2 - Alimentation selon la revendication 1 caractérisée en ce que le circuit (200) onduleur comporte un circuit de commande pour piloter le circuit (121) auxiliaire à des dates différentes.
- 3 - Alimentation selon l'une des revendications 1 à 2 caractérisée en ce
- 20 que le circuit (121) auxiliaire comporte
- un ensemble de deux circuits (202, 203) d'assistance comportant chacun un transistor et une diode en série,
 - ces deux circuits (202, 203) étant montés en parallèle et tête-bêche,
 - l'ensemble des deux circuits (202, 203) étant monté en série avec une bobine
 - 25 (LA2).
- 4 - Alimentation selon la revendication 3 caractérisée en ce que l'ensemble des circuits (202, 203) d'assistance comporte deux interrupteurs (211, 212) auxiliaires branchés en série et comportant chacun un transistor et une diode montés en parallèle.
- 30 5 - Alimentation selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisée en ce que l'onduleur comporte des condensateurs (CA) montés chacun en parallèle avec un interrupteur (I1-I4) principal.
- 6 - Alimentation selon l'une des revendications 1 à 5 caractérisée en ce que le circuit de commande est un micro-contrôleur (MC).

1/3

**Fig. 1a**

ETAT DE LA TECHNIQUE

Fig. 1b

2 / 3

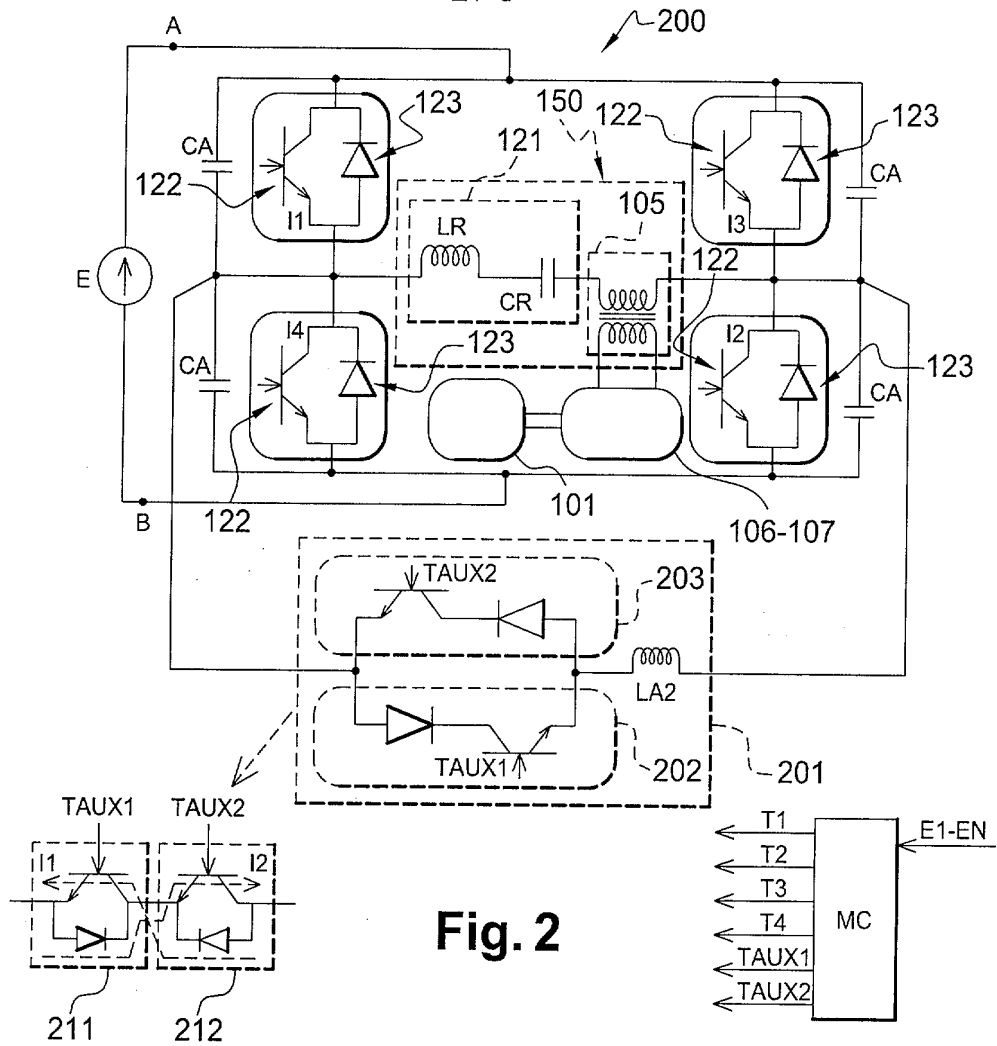


Fig. 2

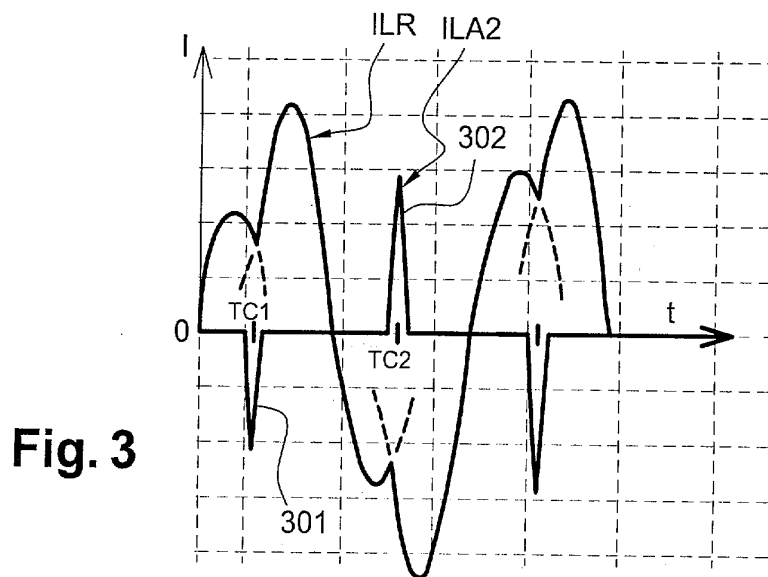


Fig. 3

3/3

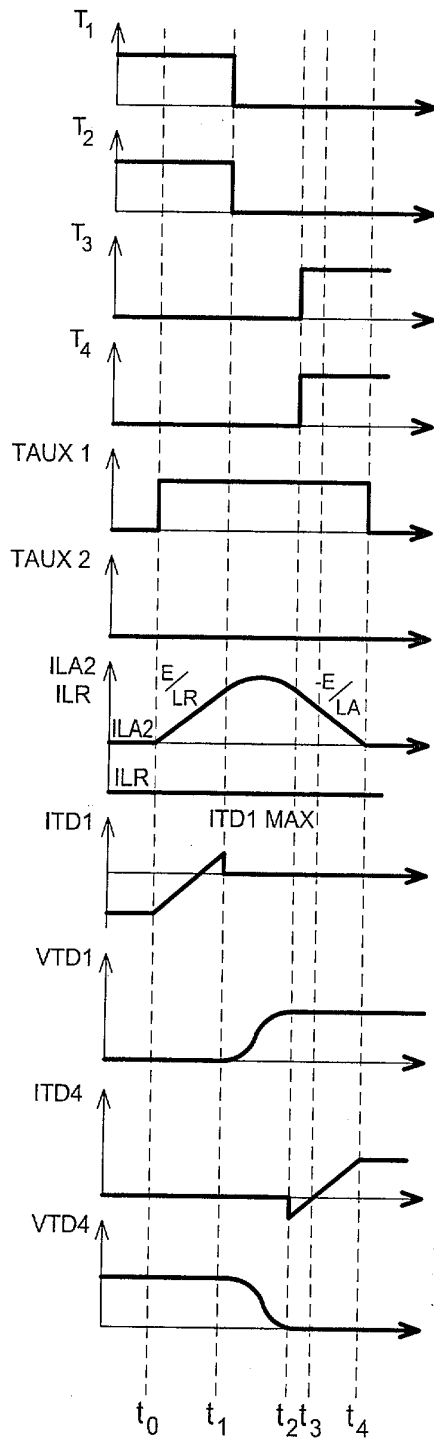


Fig. 4a

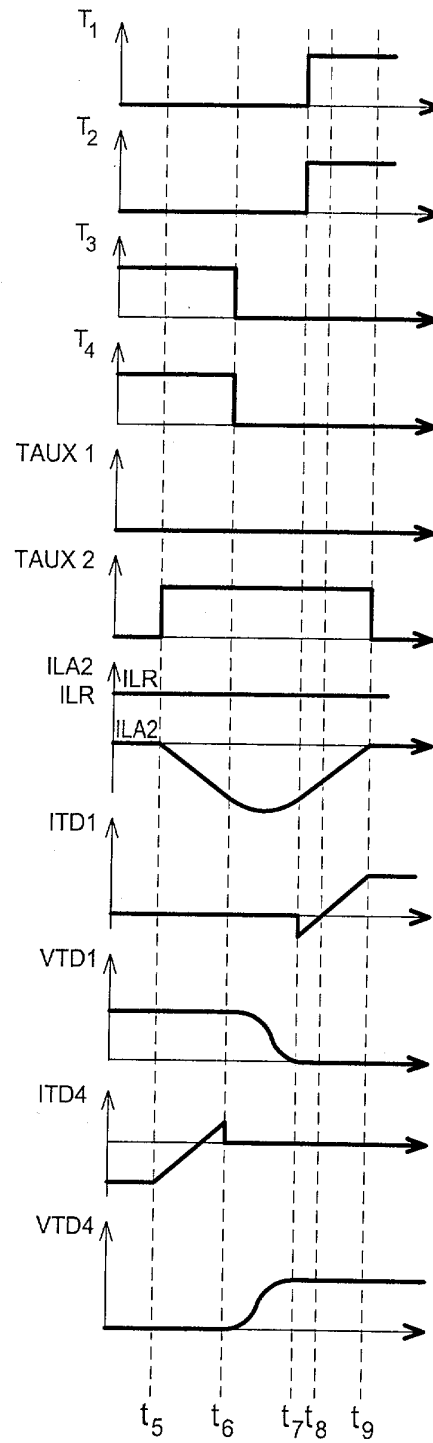


Fig. 4b



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

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

N° d'enregistrement
national

FA 647902
FR 0450758

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		
Y	US 5 189 602 A (CALLIER BERNARD ET AL) 23 février 1993 (1993-02-23) * colonne 4, ligne 37 - colonne 556; figure 2 *	1-6	H02M7/217 H02M1/12 H05G1/32
Y	US 4 639 849 A (NOWOROLSKI ZBIGNIEW ET AL) 27 janvier 1987 (1987-01-27) * abrégé; figures 1-3 *	1-6	
A	KHersonsky Y ET AL: "Overcoming the limitations of soft-switched, high-frequency, high-power isolated DC-DC converter" 32ND.ANNUAL IEEE POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE. PESC 2001. CONFERENCE PROCEEDINGS. VANCOUVER, CANADA, JUNE 17 - 21, 2001, ANNUAL POWER ELECTRONICS SPECIALISTS CONFERENCE, NEW YORK, NY : IEEE, US, vol. VOL. 1 OF 4. CONF. 32, 17 juin 2001 (2001-06-17), pages 866-871, XP010559339 ISBN: 0-7803-7067-8 * figure 2 *	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7) H02M H05G
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
7 décembre 2004		Gentili, L	
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 0450758 FA 647902**

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 **07-12-2004**

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 5189602 A	23-02-1993	FR 2646972 A1 EP 0397563 A1	16-11-1990 14-11-1990
US 4639849 A	27-01-1987	AUCUN	